

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA TROQUELADORA DE 25
TONELADAS PARA LA ELABORACIÓN DE PIEZAS EN LÁMINAS
DE ACERO INOXIDABLE PARA LA MECÁNICA INDUSTRIAL
ÁNGEL MARÍA LUNA C.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

PABLO ESTEBAN MUZO YAJAMIN

pbsteban007@hotmail.com

DANNY PAÚL VÁSCONEZ SACA

danny_scars@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS

Jaime.vargas@epn.edu.ec

Quito, Agosto 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Pablo Esteban Muzo Yajamin y Danny Paúl Vásconez Saca, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Pablo Esteban Muzo Yajamin

Danny Paúl Vásconez Saca

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado Pablo Esteban Muzo Yajamin y Danny Paúl Vásquez Saca, bajo nuestra supervisión.

Ing. JAIME VARGAS T.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. JORGE ESCOBAR

CO-DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, inteligencia y recursos necesarios para poder superarme día tras día y terminar exitosamente esta nueva etapa. A mis padres, por su amor, comprensión y apoyo incondicional que han hecho que logre todas las metas que me e propuesto hasta ahora. Por guiarme y ser ejemplo de trabajo y superación. A la gloriosa Facultad de Ingeniería Mecánica y a la Escuela Politécnica Nacional por la excelente formación profesional recibida. Al Ing. Jaime Vargas por habernos guiado durante este proceso, compartir sus conocimientos y apoyarnos para cumplir con los objetivos planteados, del mismo modo al Ing. Jorge Escobar por su colaboración para poder desarrollar este trabajo. A mi compañero de tesis, por su amistad y esmero para lograr la consecución de este trabajo. A la empresa MIALCA C.A., especialmente a la Arq. Alexandra Luna por permitirnos desarrollar este proyecto y darnos todas las facilidades para su consecución. De igual manera a sus trabajadores por ayudarnos en la construcción y montaje de la máquina.

DANNY

A Dios, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño, permitiéndome dar un paso tan importante. A mis padres, con los que siempre he contado y espero seguir contando el resto de mi vida; por darme su amor, su apoyo y ayuda incondicional en todo momento, procurando lo mejor para mí. A mi Hermano, quien siempre me ha dado sus consejos y apoyo en los momentos más difíciles. A mis Sobrinos, quienes me demuestran cada día su alegría y me llenan de la misma dándome un amor puro y desinteresado. A mi amigo y compañero de tesis por su ayuda en la elaboración del proyecto. A mis amigos y compañeros, por su apoyo y por estar junto a mí durante todo este tiempo y hacer de mi paso por la universidad algo inolvidable. Un agradecimiento especial al Ingeniero Jaime Vargas por brindarme su amistad y por la acertada dirección en la realización de la presente tesis.

PABLO

DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar donde estoy. A mis padres Holger y Mustiola, por ser indiscutibles maestros de todos los valores que poseo, este logro es apenas una pequeña retribución a todo el esfuerzo y amor que han depositado sobre mí. A mis hermanos Michael y Johnatan por siempre demostrarme su apoyo y recordarme la labor de ser hermano mayor. A mi familia en general, especialmente a mi “abue” América por su amor, cuidado y creer en mí a pesar de las circunstancias; tú sabías que llegaría este momento. A mis amigos por brindarme su confianza y compartir muchos momentos gratos y difíciles, entre ellos: Adry B., Alex M., Anita D., Cristian L., Daniel Z., Daniel S., Darío S., David B., Edison M., Esteban T., Freddy Y., Homero V., Javier M., Katherine A., Miguelon F., Pato M., Raúl M., Fernando A., Gustavo H., Jisus A., Wilmer M., y otros

DANNY

La presente Tesis se la dedico a mis padres José y María, por su sacrificio y apoyo durante los momentos difíciles de mi vida, quienes me enseñaron valores de vida. A mi hermano Javier, por ser mi amigo, por apoyarme en todo momento, brindarme los mejores a lo largo de toda mi vida. A mis sobrinos Sebastián, Dylan y Gabriel, por darme su alegría todos los días. A mis amigos del Alianza 04-17 con quienes compartí una amistad sincera a través de un balón. A Elizabeth quien con su amor y apoyo fue parte fundamental en el desarrollo de esta Tesis. A la Facultad de Ingeniería Mecánica, a mis compañeros con quienes compartí años de lucha constante, gratas vivencias, con momentos felices y momentos difíciles.

PABLO

CONTENIDO

CAPITULO 1	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. BASE TEÓRICA	1
1.2.1. PUNZONADO O CORTE DE LA CHAPA	1
1.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA.....	3
1.2.3. MÁQUINAS PARA EL TRABAJO DE LA CHAPA	3
1.2.4. TROQUELADORAS	4
1.2.5. TROQUELES	11
1.2.6. FORMAS DE TROQUELAR.....	15
1.2.7. REPOTENCIACIÓN	18
CAPITULO 2	21
SITUACIÓN ACTUAL.....	21
2.1. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO ORIGINAL	21
2.1.1. CONJUNTO MOTRIZ	21
2.1.2. CONJUNTO PORTA-HERRAMIENTAS.....	26
2.1.3. CONJUNTO ACCIONAMIENTO.....	28
2.1.4. CONJUNTO ESTRUCTURA	30
2.2. ESTADO ACTUAL DE LA TROQUELADORA.....	31
2.2.1. INSPECCIÓN EXTERNA E INTERNA DE LA MÁQUINA	34
2.3. ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA.....	65
2.4. PROTOCOLO DE PRUEBAS	68
2.4.1. VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES Y PESO	69
2.4.2. VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DE LA MÁQUINA	69
2.4.3. VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO.....	69

2.4.4.	FUNCIONAMIENTO EN VACÍO	69
2.4.5.	FUNCIONAMIENTO CON CARGA.....	70
CAPITULO 3		73
DISEÑO DE LOS ELEMENTOS A SER REPOTENCIADOS DE LA MÁQUINA		73
3.1.	CÁLCULO DE ESPESORES A CORTAR	73
3.1.1.	DIMENSIONES DE LA MATRIZ DE CORTE	74
3.1.2.	DIMENSIONES DE LA MATRIZ DE PUNZÓN	74
3.1.3.	CÁLCULO DEL PERÍMETRO DEL PUNZÓN	75
3.1.4.	CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA EL ACERO INOXIDABLE.....	76
3.1.5.	CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA EL ALUMINIO.....	77
3.1.6.	CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA ACEROS CON 0,3% DE CARBONO.....	78
3.2.	TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO.....	79
3.2.1.	CÁLCULO DEL PESO DE LA CORONA.....	80
3.2.2.	CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CORONA.....	81
3.2.3.	CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CORONA	81
3.2.4.	CÁLCULO DEL PESO DE LA CARTELA	82
3.2.5.	CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CARTELA	83
3.2.6.	CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CARTELA.....	84
3.2.7.	CÁLCULO DEL PESO DE LA CORONA INTERNA	84
3.2.8.	CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CORONA INTERNA	86
3.2.9.	CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CORONA INTERNA.....	86
3.2.10.	CÁLCULO DEL PESO DEL VOLANTE DE INERCIA.....	87
3.2.11.	CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL VOLANTE	88
3.2.12.	CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE REVOLUCIONES POR MINUTO ANTES DEL ESTAMPADO	89
3.2.13.	CÁLCULO DEL NÚMERO MEDIO DE REVOLUCIONES POR MINUTOS	90

3.2.14.	CÁLCULO DEL NÚMERO MÍNIMO DE REVOLUCIONES POR MINUTOS DESPUÉS DEL RETARDO	91
3.2.15.	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MÁXIMA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA	92
3.2.16.	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MEDIA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA	92
3.2.17.	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MÍNIMA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA	93
3.2.18.	VERIFICACIÓN DEL GRADO DE IRREGULARIDAD	94
3.2.19.	CÁLCULO DE LA CARRERA DEL MARTILLO DURANTE LA CUAL SE EJERCE LA PRESIÓN MÁXIMA.....	95
3.2.20.	DETERMINACION DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA EL VOLANTE.....	96
3.2.21.	SELECCIÓN DEL MOTOR	97
3.3.	TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	99
3.3.1.	SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS.....	99
3.4.	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA	105
3.4.1.	CARGAS ACTUANTES SOBRE LA ESTRUCTURA	105
3.4.2.	DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE LA ESTRUCTURA	139
3.4.3.	FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA	142
3.5.	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL MARTILLO	144
3.5.1.	DIMENSIONES	144
3.5.2.	CARGAS ACTUANTES SOBRE EL MARTILLO	145
3.5.3.	DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL MARTILLO.....	145
3.5.4.	FACTOR DE SEGURIDAD DEL MARTILLO	146
CAPITULO 4.....		148
MONTAJE, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE LA MÁQUINA REPOTENCIADA.....		148
4.1.	GENERALIDADES	148
4.2.	CONSTRUCCIÓN	148

4.2.1.	MÁQUINAS, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	151
4.2.2.	PROCESOS TECNOLÓGICOS.....	152
4.2.3.	MATERIA PRIMA.....	152
4.2.4.	ELEMENTOS A CONSTRUIR	153
4.2.5.	ELEMENTOS MECÁNICOS Y PIEZAS A CONSTRUIR	154
4.2.6.	ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN	155
4.2.7.	DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN.....	159
4.3.	MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA TROQUELADORA	162
4.3.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE MONTAJE	163
4.4.	PRUEBAS DE CAMPO.....	173
4.4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	175
CAPITULO 5.....		178
ANÁLISIS DE COSTOS		178
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	178
5.2.	COSTOS DE LA MÁQUINA REPOTENCIADA.	178
5.2.1.	COSTOS DIRECTOS.....	178
5.2.2.	COSTOS INDIRECTOS	182
5.2.3.	COSTO TOTAL	185
CAPITULO 6		186
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		186
6.1.	CONCLUSIONES	186
6.2.	RECOMENDACIÓN.....	188
BIBLIOGRAFÍA		190
ANEXOS		191
ANEXO A ESPECIFICACIONES DEL MOTOR ELÉCTRICO		192
ANEXO B CATÁLOGO DE BANDAS DAYCO.....		198

ANEXO C CATÁLOGO DE ACEROS	210
ANEXO D SIMULACIÓN ESTRUCTURA-MARTILLO	216
ANEXO E FOTOS.....	228
ANEXO F HOJAS DE PROCESOS	233
ANEXO G FACTURAS Y PROFORMAS	234
ANEXO H PLANOS	244

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Estado de elementos del conjunto motriz	43
Tabla 2.2. Estado de elementos del conjunto porta-herramientas	51
Tabla 2.3. Estado de elementos del conjunto accionamiento	57
Tabla 2.4. Estado de elementos del conjunto estructura	62
Tabla 2.5. Formato del Protocolo de Pruebas del Prototipo.....	70
Tabla 3.1. Determinación del perímetro de matriz	76
Tabla 3.2. Espesores a cortar	78
Tabla 4.1. Listado de máquinas, herramientas e instrumentos de medición	151
Tabla 4.2. Procesos tecnológicos	152
Tabla 4.3. Materia prima a utilizarse	153
Tabla 4.4. Elementos a construir	153
Tabla 4.5. Procesos de fabricación.....	154
Tabla 4.6. Simbología utilizada en el diagrama de flujo.....	159
Tabla 4.7. Diagrama de flujo de construcción	160
Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje	163
Tabla 4.9. Resultados de las pruebas de campo	173
Tabla 5.1. Costo de materiales directos.....	179
Tabla 5.2. Costo de elementos normalizados	179
Tabla 5.3. Costos de maquinado y mano de obra	181
Tabla 5.4. Costo de montaje	182
Tabla 5.5. Costo directo total	182
Tabla 5.6. Costos de materiales indirectos	183
Tabla 5.7. Costos adicionales.....	184
Tabla 5.8. Costos de imprevistos.....	184
Tabla 5.9. Costos indirectos.....	185
Tabla 5.10. Costo total.....	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Chapa sometida a la operación de corte	2
Figura 1.2. Troqueladora de excéntrica con volante frontal.....	5
Figura 1.3. Troqueladora de excéntrica con volante lateral	6
Figura 1.4. Troqueladora de dos montantes.....	7
Figura 1.5. Troqueladora de dos montantes y doble biela.....	8
Figura 1.6. Troqueladora de usillo de accionamiento manual	9
Figura 1.7. Troqueladora de usillo a motor	10
Figura 1.8. Elementos de un troquel.....	13
Figura 1.9. Acuñaado	17
Figura 2.1. Troqueladora de volante lateral con accionamiento por pedal.	66
Figura 2.2. Punzones y lámina de material	67
Figura 2.3. Ensamble total de la matriz	68
Figura 3.1. Matriz de corte.....	74
Figura 3.2. Matriz de punzonado	75
Figura 3.3 Dimensiones de la matriz	75
Figura 3.4. Esquema del volante de Inercia.	79
Figura 3.5. Matriz de factor de servicio.....	100
Figura 3.6. Volante de inercia.....	105
Figura 3.7. Propiedades físicas del volante de inercia	106
Figura 3.8. Tapa del volante de inercia	107
Figura 3.9. Propiedades físicas de la tapa del volante de inercia.....	108
Figura 3.10. Eje excéntrico y manzana	109
Figura 3.11. Propiedades físicas del eje excéntrico y manzana	110
Figura 3.12. Freno	111
Figura 3.13. Propiedades físicas del freno	112
Figura 3.14. Biela	114
Figura 3.15. Propiedades físicas de la biela	114
Figura 3.16. Tapa de la biela.....	115
Figura 3.17. Propiedades físicas de la tapa de la biela	116
Figura 3.18. Tornillo de regulación	117

Figura 3.19. Propiedades físicas del tornillo de regulación	118
Figura 3.20. Mesa.....	119
Figura 3.21. Propiedades físicas de la mesa.....	120
Figura 3.22. Martillo.....	121
Figura 3.23. Propiedades físicas del troquel.....	122
Figura 3.24. Inserto	123
Figura 3.25. Propiedades físicas del inserto.....	124
Figura 3.26. Mordaza	125
Figura 3.27. Propiedades físicas de la mordaza.....	126
Figura 3.28. Polea	128
Figura 3.29. Propiedades físicas de la polea.....	128
Figura 3.30. Bocín de biela.....	130
Figura 3.31. Propiedades físicas del bocín de biela	130
Figura 3.32. Bocín del cigüeñal	131
Figura 3.33. Propiedades físicas del bocín del cigüeñal.....	132
Figura 3.34. Mitad de bocín de freno.....	133
Figura 3.35. Propiedades físicas de la mitad del bocín de freno	134
Figura 3.36. Bocín del tornillo de regulación	135
Figura 3.37. Propiedades físicas del bocín del tornillo de regulación	136
Figura 3.38. Bocín del volante de inercia	137
Figura 3.39. Propiedades físicas del bocín del volante de inercia	138
Figura 3.40. Zonas de aplicación de las cargas	140
Figura 3.41. Diagrama de cuerpo libre de la estructura.....	142
Figura 3.42. Simulación de esfuerzos en la estructura.....	143
Figura 3.43. Dimensiones del martillo	144
Figura 3.44. Diagrama de cuerpo libre de la estructura.....	146
Figura 3.45. Simulación de esfuerzos en el martillo	147

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1. Estructura, eje excéntrico y volante de inercia.....	32
Fotografía 2.2. Conjunto accionamiento y porta-herramientas.....	33
Fotografía 2.3. Vista lateral superior de la máquina.....	33
Fotografía 2.4. Estado actual de la biela, tapa y buje biela.....	35
Fotografía 2.5. Estado actual del eje excéntrico, manzana y bujes.....	36
Fotografía 2.6. Estado actual de la lengüeta del eje excéntrico.....	37
Fotografía 2.7. Estado actual de la manzana.....	38
Fotografía 2.8. Vista superior del soporte.....	39
Fotografía 2.9. Soporte y buje soporte.....	39
Fotografía 2.10. Estado actual del volante de inercia.....	40
Fotografía 2.11. Estado actual de la tapa del volante de inercia.....	41
Fotografía 2.12. Estado actual del interruptor de encendido.....	42
Fotografía 2.13. Estado actual del martillo.....	44
Fotografía 2.14. Rosca del martillo.....	45
Fotografía 2.15. Zona de fractura del martillo.....	46
Fotografía 2.16. Corrosión en la base del martillo.....	47
Fotografía 2.17. Estado actual del tornillo de regulación.....	48
Fotografía 2.18. Estado actual del refuerzo de la guía lateral.....	49
Fotografía 2.19. Vista frontal de la mordaza.....	50
Fotografía 2.20. Vista trasera de la mordaza.....	50
Fotografía 2.21. Estado actual del pedal.....	51
Fotografía 2.22. Estado actual de la barra de accionamiento.....	52
Fotografía 2.23. Estado actual del accionador de la cuña.....	53
Fotografía 2.24. Estado actual de la guía superior.....	54
Fotografía 2.25. Estado actual de la guía de la cuña.....	55
Fotografía 2.26. Estado actual de la cuña.....	56
Fotografía 2.27. Estado actual del regulador del accionamiento de la cuña.....	57
Fotografía 2.28. Estado actual de la estructura.....	58
Fotografía 2.29. Estado actual del soporte derecho.....	59
Fotografía 2.30. Estado actual del soporte izquierdo.....	60

Fotografía 2.31. Estado actual de la base del motor	61
Fotografía 2.32. Estado actual de la mesa	62
Fotografía 2.33. Estado actual de los pernos de los refuerzos de las guías laterales.....	63
Fotografía 2.34. Estado actual de la arandela fracturada	64
Fotografía 2.35. Estado actual del perno con grasero del volante de inercia	65
Fotografía 3.1. Motor utilizado en la repotenciación de la máquina	98
Fotografía 4.1. Instalaciones donde se encuentra la máquina.....	149
Fotografía 4.2. Instalaciones secundarias para la construcción.....	150
Fotografía 4.3. Maquinado de las guías (fresado).....	156
Fotografía 4.4. Maquinado del Martillo (Mandrinado).....	157
Fotografía 4.5. Maquinado del inserto (torneado)	157
Fotografía 4.6. Verificación de medidas del inserto	158
Fotografía 4.7. Maquinado de la polea (torneado)	158
Fotografía 4.8. Pintado de algunos elementos	168
Fotografía 4.9. Puesta a punto de la estructura	169
Fotografía 4.10. Montaje del volante de inercia	170
Fotografía 4.11. Montaje del motor eléctrico	171
Fotografía 4.12. Montaje de la botonera	171
Fotografía 4.13. Inspección general de la máquina	172
Fotografía 4.14. Realización de las pruebas de campo	176
Fotografía 4.15. Inspección visual de la troqueladora.....	177
Fotografía 4.16. Presentación del funcionamiento de la troqueladora	177

RESUMEN

Este proyecto de titulación se compone de seis capítulos, los cuales recogen toda la información, datos y resultados del trabajo realizado y lo presentan de forma secuencial de esta manera en el primer capítulo se tiene el marco teórico, en el segundo se desarrolla el estudio y selección de la alternativa de diseño, en el tercero se muestran los elementos diseñados y seleccionados, en el cuarto se muestra todo lo referente a la construcción, montaje y pruebas de la máquina, en el quinto se presenta un análisis de costos y el sexto muestra las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado. Adicionalmente al final se encuentra la bibliografía consultada y los anexos.

En proyecto inicia realizando un estudio teórico y descriptivo, el mismo que abarca el marco teórico que contiene información referente a las características de la chapa metálica que se utiliza en operaciones de corte o punzonado, además se hace referencia a los tipos de máquinas que se utilizan en estas operaciones; se establece un punto de vista a partir del concepto de repotenciación, analizando sus ventajas y desventajas, las mismas que permiten enfocar el trabajo entorno a las necesidades de aumentar la producción de la empresa con láminas de acero inoxidable, ya que es ahí en donde se aplica la máquina construida.

En el segundo capítulo, se presenta una sección muy importante, en la que se realiza el estudio del diseño original y situación actual de la máquina, de igual manera se analiza la alternativa única existente, la misma que abarca los parámetros funcionales y de diseño, y el trabajo de campo ya que de esto se desprenden algunos datos importantes para el diseño. También se presenta el protocolo de pruebas en el que se detallan una serie de pasos importantes que se deben cumplir antes de dar por terminada la repotenciación de la máquina, y para esto, además se muestra el formato para el protocolo de pruebas describiendo cada uno de sus componentes.

En el siguiente capítulo se realiza la fase de diseño en el que se diferencian cada uno de los sistemas involucrados en la repotenciación de la máquina, lo que se

desarrolla en base a la determinación de las piezas a construirse y seleccionarse. Se presentan todos los cálculos involucrados y los autores que los recomiendan.

Con respecto al capítulo que describe la construcción, montaje y pruebas, se presentan esquemas los cuales muestran en forma secuencial como deben realizar estas actividades, describiendo paso a paso como se realiza el trabajo y sugiriendo mejoras que pueden ayudar en trabajos posteriores que se relacionen con éste.

El capítulo en el que se realiza el análisis de costos está en base a la recopilación de catálogos y proformas de algunas empresas que distribuyen elementos mecánicos y materiales en la ciudad de Quito y además con el valor de la mano de obra para realizar estos trabajos.

Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo las cuales están íntimamente relacionadas con los objetivos y con los resultados obtenidos, y se establecen algunas recomendaciones que sirven para la operación de la máquina y para trabajos posteriores.

PRESENTACIÓN

El desarrollo de la industria metal mecánica en el Ecuador, ha optado por la adquisición de tecnología importada, la que en muchos casos excede la capacidad real de producción, generando altos costes en amortización de dichos equipos y por ende pérdidas; por esta razón, en muchos caso no se ve el aumento en tecnologías que permitan aumentar el nivel de producción deseado por la empresa. Por otro lado, la posición de la industria metalmecánica en el Ecuador no está claramente definida; es decir, se conoce de su existencia, pero no se conoce a ciencia cierta su magnitud y por tanto una posible clasificación de la misma.

El presente proyecto de titulación detalla la repotenciación de una máquina troqueladora de 25 toneladas para la empresa MIALCA C.A., con lo cual se busca incrementar la producción de piezas en láminas de acero inoxidable, y con esto impulsar el desarrollo de las pequeñas y medianas industrias metalmecánicas del país.

Este proyecto busca además la puesta a punto de esta máquina, la misma que permite un incremento significativo en la producción debido a la reducción del tiempo que implica el proceso.

En la fase del diseño, inicialmente se necesita recopilar información referente a las operaciones que se realizan con esta máquina, así como también al diseño de maquinaria utilizada para trabajar en chapas metálicas, y especialmente máquinas que realicen la operación de troquelado, luego de esto se realiza un análisis de las piezas a ser cambiadas para posteriormente rediseñarlas, y con esto lograr la nueva potencia deseada para la máquina. Posteriormente, se realiza un trabajo de campo mediante el cual se pueden obtener tanto los parámetros funcionales como de diseño, todo esto aporta la información preliminar para el diseño; para luego estudiar la alternativa de diseño, realizar el diseño en sí y elaborar los planos.

Otra fase a considerarse es la construcción, que involucra la fabricación y selección de partes y piezas, el montaje de cada uno de los elementos constituyentes y finalmente realizar las pruebas de campo a fin de determinar si los resultados son satisfactorios para el cliente y sólo así desarrollar las conclusiones que se desprendieron del trabajo con las recomendaciones que se pueden dar para trabajos similares a futuro.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria metal mecánica del país, ha optado por la adquisición de tecnología importada, la que en muchos casos excede la capacidad real de producción, generando altos costos en amortización de dichos equipos y por ende pérdidas. Por esta razón se ve la necesidad de innovar sus procesos y la calidad de sus servicios en función de las necesidades requeridas por dicha industria.

La MECÁNICA INDUSTRIAL “ANGEL MARÍA LUNA” C.A., consecuente con lo expuesto anteriormente, tiene interés en la repotenciación de una máquina troqueladora de 25 Toneladas marca ALVA ALLEN, misma que se encuentra en paro aproximadamente 10 años.

La puesta a punto de esta máquina permite un incremento significativo en la producción debido a la reducción del tiempo que implica el proceso.

1.2. BASE TEÓRICA

1.2.1. PUNZONADO O CORTE DE LA CHAPA

El punzonado es una operación mecánica con la cual, se practica sobre una chapa un agujero de forma determinada, mediante el empleo de una estampa apropiada. Es una operación que va unida a los fenómenos de transformación plástica y que, por otra parte, en la práctica, resulta casi siempre ligada al proceso de estampado propiamente dicho.

Durante el punzonado, en la proximidad de los hilos cortantes de las herramientas, las fibras de la chapa se doblan hacia abajo siguiendo, por breves instantes, el movimiento del punzón, para después oponerse a la acción del corte, pero, siendo esta acción superior a la reacción del material, vence toda resistencia pasiva originando la escisión de las fibras¹

Estas fibras, quedan deformadas y comprimidas a lo largo de todo el perfil cortado. Debido a la elasticidad del material, tiene lugar creaciones internas que se manifiestan en las fibras cortadas, con lo que se produce un frotamiento dentro de las paredes de deslizamiento; como es natural tal frotamiento debilita la salida del disco cortado de la matriz y la extracción punzón del agujero de la chapa. Las líneas de fuerza pueden verse en la figura 1.1.

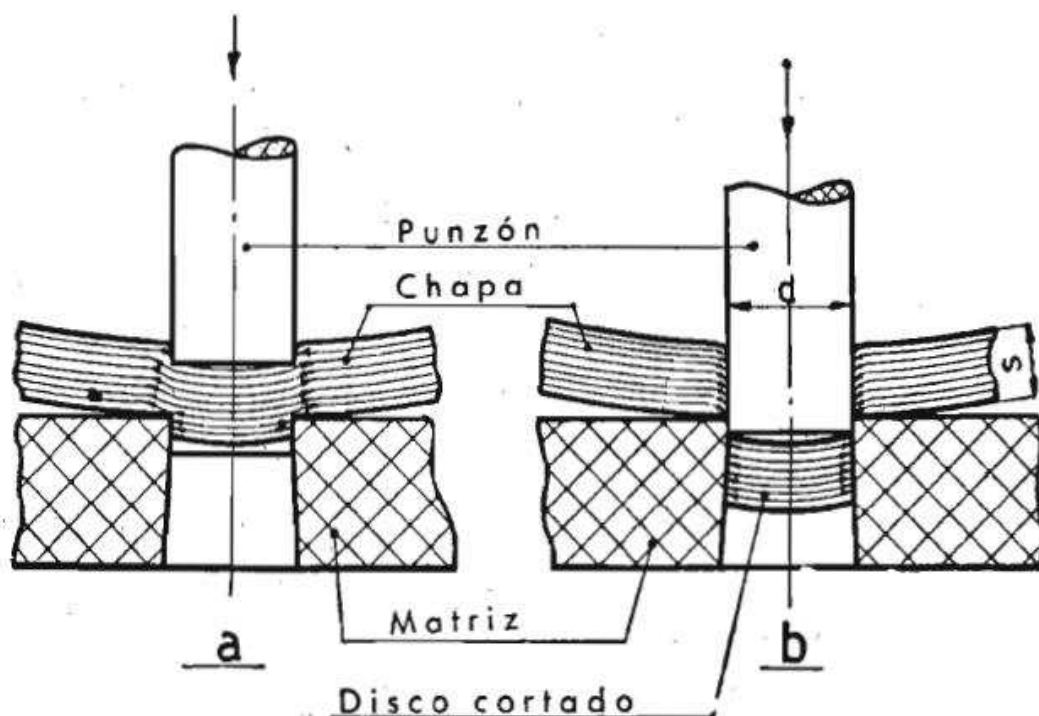


Figura 1.1. Chapa sometida a la operación de corte

Fuente: ROSSI, Mario; Estampado en frío de la chapa, 1979

Elaboración: ROSSI, Mario; Estampado en frío de la chapa, 1979

¹ ROSSI, Mario; Estampado en frío de la chapa; 1979; página 186.

1.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA

Las distancias operaciones a que se debe someter una chapa, principalmente la embutición, requieren que posean cualidades de homogeneidad, maleabilidad, finura de grano y superficie pulida. Además, se deben conocer las características mecánicas siguientes:

- Resistencia a la rotura R, [kgf/mm²]
- Limite elástico E, [kgf/mm²]
- Alargamiento A, [mm]
- Dureza superficial (Brinell, Rockwell, etc.)
- Profundidad de embutición, [mm]

Las chapas de aluminio y sus aleaciones son apropiadas para estampación en frío, y para obtener buenos resultados debe lubricarse abundantemente la chapa. Como es un material blando, debe manipularse con cuidado para no deformar el fleje y la pieza terminada.

En tanto que la chapa de latón adquiere acritud con la deformación durante el estampado, se debe recocer cuando se realiza en varias fases.

1.2.3. MÁQUINAS PARA EL TRABAJO DE LA CHAPA

En general las máquinas que se utilizan para el trabajo de la chapa se pueden dividir en tres clases:

1. Máquinas de movimiento rectilíneo alternativo.
2. Máquinas de movimiento circular continuo.
3. Máquinas de movimiento basculante.

Al primer grupo pertenecen los diversos tipos de troqueladoras, guillotinas, etc. A la segunda clase pertenecen las laminadoras, bordadoras, etc. A la tercera, algunos tipos de plegadoras de chapa.

El siguiente estudio está enfocado en el primer grupo, ya que dentro de este se encuentra la máquina a ser repotenciada (troqueladora)

1.2.4. TROQUELADORAS²

Una troqueladora es una máquina capaz de proporcionar una eleva presión aprovechando la energía acumulada con anterioridad, mecánicamente o por medio de un fluido. Generalmente trabajan por un impacto seco (en los trabajos de matricería), aunque algunas trabajan con una presión continuada (en los trabajos de forja). Los tipos principales de troqueladora se pueden clasificar en dos grandes grupos según su sistema de accionamiento.

- a) Troqueladoras mecánicas.
- b) Troqueladoras hidráulicas.

Las troqueladoras mecánicas a su vez comprenden gran número de tipos diferentes de los que los principales son: troqueladoras de volante y excéntrica, troqueladoras excéntricas de rodilla, troqueladoras de husillo manuales, troqueladoras de usillos con disco de fricción.

El presente estudio está enfocado en las troqueladoras mecánicas.

1.2.4.1. Clasificación de la troqueladoras mecánicas

1.2.4.1.1. Troqueladora de excéntrica con volante frontal

Esta troqueladora es de pequeña potencia, debido a que la excéntrica queda en voladizo, es decir, con un solo punto de apoyo. Se emplea para trabajos que requieran potencias entre 10 y 20 toneladas. En la figura 1.2 se muestra su representación gráfica.

² CACERES Juan, COBOS Mario, PAZMIÑO Byron; (2001); "Construcción de una máquina troqueladora de 15 toneladas de capacidad"; EPN; Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.



Figura 1.2. Troqueladora de excéntrica con volante frontal

Fuente: <http://prensas-troqueladoras-id-392799>

Elaboración: <http://prensas-troqueladoras-id-392799>

1.2.4.1.2. Troqueladora de rodilla

Semejantes a las troqueladoras de excéntrica son las prensas de rodilla, en las cuales la biela no actúa directamente, sino por medio de un juego de palancas, que pueden dar una presión mucho mayor disminuyendo mucho la velocidad del carro en el momento de máxima presión.

1.2.4.1.3. Troqueladora de excéntrica con volante lateral

Esta troqueladora tiene dos puntos de apoyo, se emplea para trabajos medios con potencia entre 20 y 100 toneladas. En la figura 1.3 se muestra esta troqueladora.



Figura 1.3. Troqueladora de excéntrica con volante lateral

Fuente:

http://www.ferremaq.com/ferremayoreo_detalle_pb2.asp?Maquina=TROQUELTR%20MECANICA%20DE%20CARRERA%20VARIABLE%2045TON

Elaboración:

http://www.ferremaq.com/ferremayoreo_detalle_pb2.asp?Maquina=TROQUELTR%20MECANICA%20DE%20CARRERA%20VARIABLE%2045TON

1.2.4.1.4. Troqueladora de dos montantes

Es más robusta, pero tiene el inconveniente de que la mesa de trabajo solo es accesible por delante y por detrás. Las guías de las correderas son de mayor longitud que las de cuello de cisne, por lo que pueden emplearse para embuticiones muy profundas.

En la figura 1.4 se representa la troqueladora de dos montantes este tipo de troqueladora.



Figura 1.4. Troqueladora de dos montantes

Fuente: <http://ms-export-import.com/index87.html>

Elaboración: <http://ms-export-import.com/index87.html>

1.2.4.1.5. Troqueladora de dos montantes y doble biela

Si el tamaño o la potencia lo exige puede haber dos o más bielas, pueden actuar todas conjunta o bien independientemente unas de otras, para producciones masivas, en caso de embutición múltiple. Este tipo de bastidor tiene mayor resistencia que la construcción del cuello de cisne. Los esfuerzos entre la mesa y los cojinetes son normales y las deformaciones son débiles, pero tienen el inconveniente de que la mesa está cerrada lateralmente por las columnas y es menos accesible y, como consecuencia, el montaje de las herramientas y útiles ofrece mayor dificultad.

En la figura 1.5 se representa la troqueladora de dos montantes y doble biela.



Figura 1.5. Troqueladora de dos montantes y doble biela

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelaci%C3%B3n>

Elaboración: <http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelaci%C3%B3n>

1.2.4.1.6. Troqueladora de husillo de accionamiento manual.

La troqueladora de husillo de accionamiento manual, como la que se ve en la figura, es de muy poco rendimiento, pero en cambio presta servicios muy útiles en el taller de matricería para el ensayo de los troqueles en construcción.

En la figura 1.6 se muestra la troqueladora de husillo de accionamiento manual.



Figura 1.6. Troqueladora de husillo de accionamiento manual

Fuente: <http://www.solostocks.com/prensa-manual-3-husillos-5254739>

Elaboración: <http://www.solostocks.com/preprp-manual-3-husillos-5254739>

1.2.4.1.7. Troqueladora de husillo a motor

Suele ser del tipo de disco de fricción, en dicha prensa el husillo va unido a un volante dotado de una llanta de cuero. Dos discos movidos por un motor accionan por frotamiento sobre el volante, alternativamente a voluntad. Al accionar la prensa, uno de ellos se acerca al volante y le comunica el movimiento de bajada, para efectuar el troquelado o la estampación; posteriormente el primer disco se retira y se acerca el otro, que le comunica el movimiento contrario para la subida del carro al que se fija la estampa superior.

En estas troqueladoras, la energía consumida en cada golpe depende de la resistencia que oponga el trabajo, siempre que no exceda de una fracción notable

de la energía acumulada por el volante; en cambio el recorrido depende únicamente de la graduación que haya hecho el operario.

En las troqueladoras de husillos a discos de fricción el embregue de los discos y, por tanto, la subida y la bajada, son accionados por unos topes graduales.

Sin embargo, el recorrido máximo de la estampa superior lo determina la resistencia del mismo trabajo, que frena el movimiento. Se emplean por ello estas troqueladoras, sobre todo en trabajos de troquelado y estampado ciego, en los que se necesita que sea la misma maquina la que del límite de profundidad.

En la figura 1.7 se muestra la troqueladora de husillo a motor.



Figura 1.7. Troqueladora de husillo a motor

Fuente: http://www.maquivap.com/product.php?id_product=247

Elaboración: http://www.maquivap.com/product.php?id_product=247

1.2.5. TROQUELES³

Son herramientas empleadas para dar forma a materiales sólidos, y en especial para el estampado de materiales en frío.

En el estampado se utilizan los troqueles en pares. El troquel más pequeño, o punzón, encaja dentro de un troquel mayor, o matriz.

El troquel es un instrumento o máquina de bordes cortantes para recortar o estampar, por presión, planchas, cartones, cueros, materiales metálicos, entre otros. Consiste en una base de una matriz con mayor resistencia o dureza que las cuchillas o estampa de elaboración de la pieza.⁴

El metal al que va a darse forma, que suele ser una lámina o una pieza en bruto recortada, se coloca sobre la matriz en la bancada de la prensa. El cuño se monta en el pistón de la prensa y se hace bajar mediante presión hidráulica o mecánica.

1.2.5.1. Funciones⁵

Sus funciones son las siguientes:

- Cortar, bien para perfilar la silueta exterior, bien para fabricar ventanas u orificios interiores.
- Hender, para fabricar pliegues.
- Perforar, con el fin de crear un pre cortado que permita un fácil rasgado.
- Semicortar, es decir, realizar un corte parcial que no llegue a traspasar la placa.

³ <http://es.scribd.com/doc/31814179/Troqueles-y-Troqueladoras>

⁴ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

⁵ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

1.2.5.2. Elementos⁶

1.2.5.2.1. Placa inferior

Esta placa se fija a la mesa de la prensa. En ella, se fija la matriz y las columnas guía.

Otro aspecto a considerar al diseñar esta placa es que los recortes sobrantes, en este caso las pepitas del punzonado deben pasar a través de ella hacia el foso de la prensa.

1.2.5.2.2. Placa superior

Esta placa se ancla en la parte superior de la prensa. Sobre ella se sitúan las herramientas que actuarán sobre la pieza y los pistones. Se ha de tener en cuenta que las columnas guía han de pasar a través de la placa y deben librar la prensa en su posición más desfavorable.

1.2.5.2.3. Placa pisadora

Esta placa está situada entre las anteriores y su función es fijar la pieza a la matriz antes de que baje totalmente la prensa y actúen las herramientas de corte, doblado u otras, que pasan a través de ella y lo hagan de forma precisa.

En el proceso de ascenso de la prensa, tiene la importante función de evitar que la pieza sea arrastrada por las herramientas que han actuado sobre ella. Para ello se colocan unos pistones que mantienen la placa pisadora sobre la pieza durante un tramo del ascenso.

En la figura 1.8 se representan los elementos de un troquel.

⁶ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

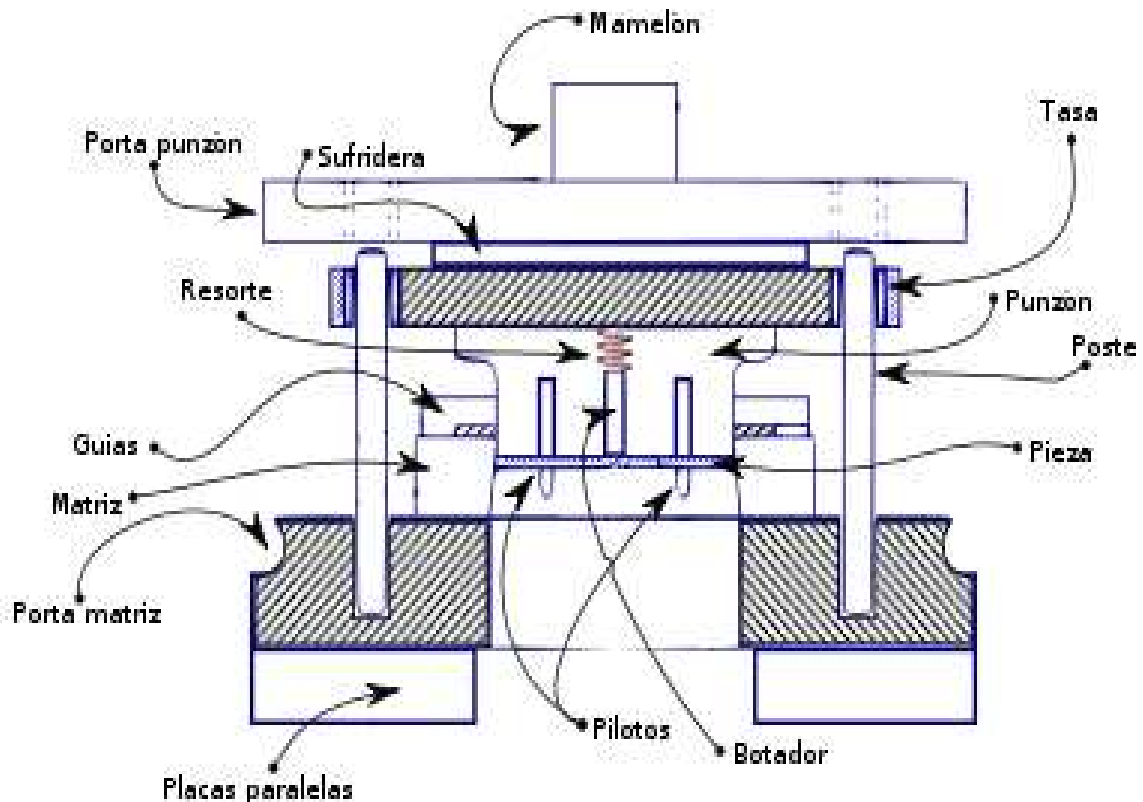


Figura 1.8. Elementos de un troquel

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_\(metalmecc3%A1nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_(metalmecc3%A1nica))

Elaboración: [http://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_\(metalmecc3%A1nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Troqueles_(metalmecc3%A1nica))

1.2.5.3. Tipos⁷

Existen diferentes tipos de troqueles, los cuales son los troqueles simples, compuestos y progresivos.

1.2.5.3.1. *Simple*s

Estos troqueles permiten realizar solamente una operación en cada golpe del ariete o carnero, son de baja productividad y normalmente es necesario el uso de otros troqueles para poder concluir una pieza y considerarla terminada.

⁷ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

1.2.5.3.2. *Compuestos*

En estas herramientas permiten aprovechar la fuerza ejercida por el ariete realizando dos o más operaciones en cada golpe agilizando el proceso.

1.2.5.3.3. *Progresivos*

Estos troqueles constan de diferentes etapas o pasos, cada uno de ellos modifica el material con una secuencia establecida por el diseñador (secuencia de corte), de tal manera que al final se obtiene una pieza o piezas terminadas. Son altamente productivos aunque su mantenimiento y operación es más compleja que en los otros casos y requiere de mayor capacitación del personal involucrado aunque por supuesto vale la pena todo ello.

Para asegurar la repetitividad en el proceso es muy común el uso de alimentadores automáticos para lograr el avance requerido, aunque no es raro ver troqueles progresivos alimentados manualmente en cuyo caso requieren de una “cuchilla de paso” que garantiza el adecuado posicionamiento del material dentro de la herramienta, esto por supuesto genera pérdidas debido a que este sobrante se agrega a la merma, incrementando el peso bruto de cada unidad y por consiguiente el costo de producción.

1.2.5.4. **Formas**

En las distintas operaciones se utilizan troqueles de diferentes formas:

- Los más sencillos son los **troqueles de perforación**. Utilizados para hacer agujeros en la pieza
- Los **troqueles de corte** se utilizan para estampar una forma determinada en una lámina de metal para operaciones posteriores.
- Los **troqueles de flexión y doblado** están diseñados para efectuar pliegues simples o compuestos en la pieza en bruto.
- Los **troqueles de embutir** se emplean para crear formas huecas. Para lograr una sección reducida en una parte hueca, como el cuello de un

cartucho de fusil, se utilizan troqueles reductores especiales. Cuando la pieza terminada tiene una protuberancia en la parte inferior o central suelen emplearse troqueles hidráulicos. En éstos el cuño se sustituye por un pistón que introduce en la pieza agua o aceite a presión, lo que obliga al metal a doblarse hacia fuera contra la matriz.

- Los **troqueles de rebordeado** forman un reborde curvo en piezas huecas. Un tipo especial de troquel de rebordeado, llamado troquel de costura con alambre, enrolla firmemente los bordes externos del metal alrededor de un alambre que se inserta para dar resistencia a la pieza.

1.2.6. FORMAS DE TROQUELAR

1.2.6.1. Cizallado

Es un proceso de corte para láminas y placas, produce cortes sin que haya virutas, calor ni reacciones químicas. El proceso es limpio rápido y exacto, pero está limitado al espesor que puede cortar la máquina y por la dureza y densidad del material. El cizallado es el término empleado cuando se trata de cortes en línea recta; el corte con formas regulares redondas u ovaladas e irregulares se efectúan con punzo cortado y perforación. El cizallado suele ser en frío en especial con material delgado de telas, cerámicas plásticos, caucho, productos de madera y la mayoría de los metales.

El cizallado llamado también guillotinado en ciertas actividades se hace en frío en la mayoría de los materiales de los materiales. En general el para cortes rectos a lo ancho o a lo largo del material, perpendicular o en ángulo. La acción básica del corte incluye bajar la cuchilla hasta la mesa de la máquina, para producir la fractura o rotura controladas durante el corte.

1.2.6.2. Mortajado

El mortajado es un proceso de corte fino para la lámina y plancha y difiere del cizallado en que la cuchilla está a cierto ángulo. La cuchilla puede ser de cualquier configuración si se trata de partes pequeñas.

1.2.6.3. Niblado

El corte de láminas (niblado) incluye hacer recortes sucesivos hasta que se produce una forma más grande o recortada. Las formas internas se pueden empezar con facilidad a partir de agujeros taladrados y se emplean para producir secciones perforadas grandes. El recorte se utiliza en lugar de punzonar o perforar, para la producción de poco volumen o a baja velocidad las máquinas recortadoras o tijeras para lámina son muy adaptables, poco costosas, sencillas para manejarlas y mantenerlas, aunque la producción es lenta.

1.2.6.4. Perforado

El perforado es un proceso para recortar un agujero conformado en una lámina o placas metálicas. Se suelen hacer en frío y se obtienen casi de cualquier forma. Las aplicaciones incluyen perforar las arandelas hacer agujeros para remaches mediante elementos estructurales de acero, aberturas en paneles que se van a terminar con otros procesos a fin de poder montar instrumentos o equipos y en operaciones similares.

1.2.6.5. Punzonado

El punzonado es una operación de corte de chapas o láminas, generalmente en frío, mediante un dispositivo mecánico formado por dos herramientas: el punzón y la matriz. La aplicación de una fuerza de compresión sobre el punzón obliga a éste a penetrar en la chapa, creando una deformación inicial en régimen elastoplástico seguida de un cizallamiento y rotura del material por propagación rápida de fisuras entre las aristas de corte del punzón y matriz. El proceso termina con la expulsión de la pieza cortada.

1.2.6.6. Acuñaado

Es casi un trabajo en frio con piezas pequeñas. Se desplaza el material por la presión y el impacto hacia las cavidades de la matriz. Como la cavidad esta dada por completa y en forma muy precisa por los dados se necesita controlar con mucho cuidado el volumen del material; por lo tanto el llamado es excesivo de la capacidad de la matriz puede dañar la maquina o producir artículos defectuosos. El acuñado es especial para la producción de piezas pequeñas en donde se requieren de detalles y acabados muy exactos en las superficies. Su aplicación principal para fabricar monedas medallas y piezas similares.

En la figura 1.9 se representa el punzón y el material, los mismos que forman parte del acuñado.

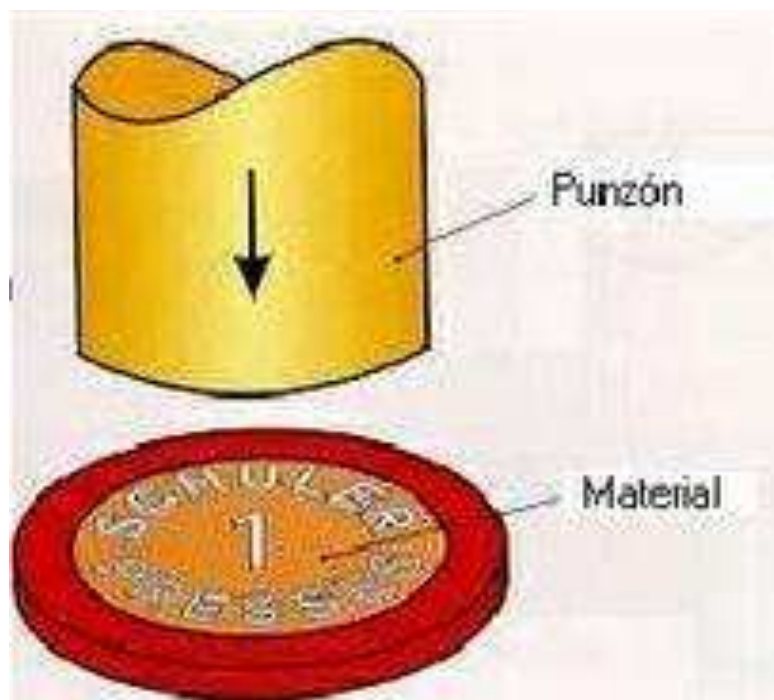


Figura 1.9. Acuñaado

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/31814179/Troqueles-y-Troqueladoras>

Elaboración: <http://es.scribd.com/doc/31814179/Troqueles-y-Troqueladoras>

1.2.7. REPOTENCIACIÓN

El término repotenciación es utilizado para definir un proceso de actualización o mejoramiento de un sistema o un equipo que por el transcurso del tiempo ha ido quedando en la obsolescencia, o a caído en la falta de eficiencia.

El repotenciar implica una actualización global, un rediseño, o una reestructuración, del sistema o equipo. Esto para el caso que no se compete significa una mejora en la capacidad de carga, en la operación del equipo y el mejoramiento tecnológico de todos los sistemas involucrados en la máquina.

Repotenciar una máquina implica principalmente que alguna de las partes (sistemas, subsistemas, elementos, accesorios, et.) que conforman la máquina original dejen de ser funcionales, lo que obliga a que estas partes sean modificadas o remplazadas.

Posiblemente la opción más conveniente económicamente, sea la modificación de las partes, pues se puede mantener el sistema o elemento con solamente realizar reforzamientos o actualizaciones tecnológicas. De ser necesario el remplazo de partes, habría que ver si se lo puede hacer por otras redimensionadas, es decir manteniendo el mismo diseño fabricar nuevas partes, pero con el tamaño adecuado de tal forma que les permita ser funcionales. Esto último pudiese no ser conveniente al no cumplir con ciertos parámetros o simplemente ser más caro. En este caso se debe pensar en un nuevo diseño para los sistemas o elementos.

Para repotenciar una máquina que cuentan con varios sistemas, es probable que la mejor alternativa de solución sea la combinación entre modificación, redimensionamiento y rediseño, sin eliminar la opción de diseñar una máquina completamente nueva.

1.2.7.1. Posibilidades y Límites⁸

Es claro que no todas las máquinas son susceptibles de ser repotenciadas, ya que antes es necesario analizar las características propias de cada equipo. Antes de repotenciar cualquier máquina es necesario realizar un diagnóstico concienzudo de las posibilidades y límites de los sistemas.

Algunos de los componentes que con mayor frecuencia se pueden intervenir en una máquina son: motores, sistemas de transmisión de potencia, controlador, interfaz hombre máquina, finales de carrera, paro de emergencia, fuentes y regulador de potencia. Depende de las características que se quieran para el equipo estos componentes pueden variar, a la vez que sus características.

La reconstrucción mecánica puede incluir desde el reajuste de guías, la reparación del cabezal hasta la eliminación de holguras, mientras que la reconstrucción electrónica puede implicar desde una simple actualización del software hasta el reajuste de parámetros dinámicos en los controladores de potencia ('drivers').

1.2.7.2. Ventajas

Al modernizar una máquina o sistema, se obtienen las siguientes ventajas básicas, según los accesorios y el grado de reformas:

- Mejor disponibilidad y aumento de productividad.
- Operación y programación más convenientes.
- Ciclos más rápidos para el procesamiento de componentes complejos.
- Mejor precisión.
- Reducción de pausas y tiempos de parada.
- Largo período de suministro de repuestos garantizado.

⁸ http://colombia.acambiode.com/producto/mantenimiento-y-repotenciacion-de-maquinaria_184242

- Administración de datos de manera confiable y segura (Mayor y más fácil control de la información histórica de las máquinas, tiempos muertos, piezas producidas y registro de mantenimientos, entre otros).
- Mayor capacidad de almacenamiento.
- Opciones de Networking e integración CAD.
- Reducción de la inversión vs la adquisición de maquinaria nueva.

El alcance de la modernización y los componentes reemplazados determinan el precio de la repotenciación. De esta forma, el dueño de la máquina decide, según la necesidad, sobre las futuras mejoras y servicios adicionales tales como capacitación, conversiones de programas de piezas y contratos de reparación/servicios.

En general, se estima que el costo de una modernización oscila entre 20 y el 60 por ciento del valor de compra de una máquina nueva, según el alcance del servicio. El tiempo necesario para la repotenciación depende del alcance de las medidas planificadas. Según el nivel de modernización, se puede lograr un nivel de funcionalidad de máquina elevado, acorde a la tecnología de punta utilizada. De esta manera, se alcanzan los altos estándares de calidad, no solo en el ámbito de la producción, sino también en seguridad y monitoreo.

CAPITULO 2

SITUACIÓN ACTUAL

2.1. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO ORIGINAL

La troqueladora está compuesta por los siguientes conjuntos:

- Conjunto motriz.
- Conjunto porta-herramientas.
- Conjunto accionamiento
- Conjunto estructura

2.1.1. CONJUNTO MOTRIZ⁹

En el conjunto motriz de la troqueladora, se encuentran todos aquellos elementos y piezas que permiten el movimiento de la troqueladora. En esta máquina, se tiene el movimiento del eje excéntrico, que a su vez está unido a la biela, que al accionar el mecanismo de movimiento bajan y accionan al martillo que produce el golpe para realizar la operación de troquelado.

Este conjunto motriz está conformado por las siguientes partes:

- Biela
- Buje de biela
- Bujes de soportes
- Eje excéntrico
- Lengüeta del eje excéntrico
- Manzana

⁹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

- Soportes
- Volante de inercia
- Tapa del volante de inercia
- Buje del volante de inercia
- Bandas
- Motor
- Interruptor de encendido

A continuación se presenta información detallada de cada componente del conjunto motriz tal como función, material, etc.

2.1.1.1. Biela

La biela se encuentra sujeta por uno de sus extremos a un émbolo o pistón que realiza un movimiento en línea recta, y por el otro al eje excéntrico, el volante de inercia, siendo capaz, de esta manera, de transformar un movimiento alternativo en un movimiento de rotación, y viceversa.

La biela se compone de tres partes fundamentales, que son:

Ojo o parte superior de la biela, es la parte con el agujero de menor diámetro, y en la que se introduce el casquillo a presión, en el que luego se inserta el bulón, un cilindro o tubo mecánico que une la biela con el pistón.

El cuerpo de la biela es la parte central, está sometido a esfuerzos de tracción-compresión en su eje longitudinal, y suele estar aligerado, presentado por lo general una sección en forma de H o de doble T, y en algunos casos de cruz.

El pie o parte inferior de la biela, es la parte con el agujero de mayor diámetro, y se suele componer de dos mitades, una solidaria al cuerpo y una segunda postiza denominada sombrete, que se une a la primera mediante tornillos. Entre esas dos mitades se aloja un casquillo, cojinete o rodamiento, que es el que abraza a la correspondiente muñequilla o muñón en el cigüeñal.

La biela se construye en acero forjado de una pieza, de una sección en H, ya que con ello se tiene la resistencia física para soportar esos esfuerzos y, al mismo tiempo, no se aumenta su masa.

2.1.1.2. Bujes (de biela, de soportes y del volante de inercia)

Los bujes son elementos mecánicos que permiten el libre movimiento entre piezas fijas y móviles. En este caso el elemento fijo es el eje excéntrico y los móviles son:

- Biela
- Soportes, y
- Volante de inercia

Los bujes sostienen o guían sus piezas móviles y reducen al mínimo la fricción y el desgaste. Además, estos elementos también son encargados de recibir cargas axiales, por esta razón, es que sus materiales deben ser competentes a la hora de recibir dichas cargas.

Los materiales en que se construyen los bujes suelen ser de acero con otras combinaciones de varios metales, que dan la combinación deseada de características, entre los cuales están el cobre, plomo, estaño, aluminio, antimonio, cadmio y plata, entre otros, en este caso bronce (aleación cobre-estaño)

2.1.1.3. Eje excéntrico

El eje excéntrico es destinado a guiar el movimiento rectilíneo partiendo de un movimiento de rotación a la biela y todo el conjunto de porta-herramientas. Además, es encargado de proporcionar la carrera que genera la operación de troquelado.

Esta pieza se fabrica en acero SAE 4337

2.1.1.4. Lengüeta del eje excéntrico

La lengüeta es un elemento interpuesto entre el eje excéntrico y una pieza montada sobre él (manzana) para evitar el giro relativo entre ambos alrededor del eje de giro.

Las lengüetas suelen tener forma prismática o semicilíndrica y son desmontables para facilitar el montaje y mantenimiento.

La lengüeta está fabricada de acero extruido en frío a bajo carbono (SAE 4337).

2.1.1.5. Soportes

Esta pieza como su nombre lo indica, soportan el peso del eje excéntrico y todos los elementos que van montados sobre él. En este caso soporta las cargas producidas por el eje excéntrico, la biela y el volante de inercia, que a su vez soporta las cargas del conjunto porta-herramientas.

Se debe fabricar por medio de un proceso de fundición de acuerdo a sus geometrías. En este caso en particular, se usa la fundición gris.

2.1.1.6. Volante de inercia

El volante de inercia es un elemento totalmente pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética. Este volante continúa su movimiento por inercia cuando cesa el par motor que lo propulsa. De esta forma, el volante de inercia se opone a las aceleraciones bruscas en un movimiento rotativo. Así se consiguen reducir las fluctuaciones de velocidad angular, es decir, se utiliza el volante para suavizar el flujo de energía entre una fuente de potencia y su carga.

Esta pieza se fabrica por proceso de fundición debido a su gran tamaño y geometría y se utiliza la fundición gris.

2.1.1.7. Motor

Consta de un motor trifásico de 2HP y 1800 rpm.

El conjunto motor, juega una importante función en la troqueladora, ya que sin el motor, la troqueladora obviamente no puede trabajar óptimamente debido a que al intentar hacerla trabajar sin el motor, es decir, con una fuente de movimiento alterna como lo es la fuerza humana, es prácticamente inútil porque como se dijo anteriormente, el motor usado es un motor muy potente, lo suficiente para poner a trabajar eficientemente una máquina de más de 2 toneladas de peso capaz de producir un empuje de 20 toneladas. Las partes que componen al conjunto motor son las siguientes:

- Armazón
- Colector
- Collarín
- Eje
- Estator
- Interruptor
- Porta correa
- Protector Cableado
- Rodillo Muelle
- Rotor
- Tapa Frontal
- Tapa Posterior
- Ventilador

2.1.1.8. Bandas

Las bandas están encargadas de transmitir la potencia desde el motor eléctrico hacia el volante de inercia, el mismo que a su vez transmite la potencia al eje excéntrico para así generar la operación de la máquina. Se utiliza bandas trapezoidales, las mismas que deben asegurar una resistencia excelente a la

tracción, la flexión, la fatiga y las cargas de choque; además, el compuesto de elastómero del que están construidas debe resistir al calor, al ozono y a la luz solar.

La banda no se inflama por causa del calor, incluso si es sometida a una fuerte fricción.¹⁰

2.1.1.9. Interruptor de encendido

El interruptor de encendido es el encargado controlar el paso de energía eléctrica hacia el motor, el mismo que genera la potencia necesaria para la operación de la troqueladora.

2.1.2. CONJUNTO PORTA-HERRAMIENTAS¹¹

El conjunto porta herramientas de la máquina troqueladora se refiere a las piezas de la máquina que van a realizar el trabajo final sobre el material a trabajar. Este conjunto va conectado al conjunto motriz de tal manera que al accionar la máquina, el conjunto motriz le transmita movimiento al conjunto porta herramientas que resulta en un movimiento vertical de este conjunto que baja hasta encontrar el material colocado debidamente y realizar la operación deseada.

El conjunto porta herramientas está compuesto por los siguientes elementos:

- Martillo
- Tornillo de regulación
- Placas de refuerzo de las guías laterales
- Guías laterales
- Mordaza

¹⁰ http://www.gates.com/Spain/brochure.cfm?brochure=8213&location_id=11748

¹¹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

A continuación se presenta información detallada de cada componente del conjunto porta-herramientas tal como función, material, etc.

2.1.2.1. Martillo

El martillo se especifica como parte de la maquina, encargada de contener las herramientas de sujeción de la mordaza para poder sujetar la matriz y realizar el troquelado.

Esta pieza es realizada por el proceso de fundición nodular ya que se requiere una geometría y un acabado superficial óptimo, y además de soportar grandes cargas de impacto.

2.1.2.2. Tornillo de regulación

El tornillo de regulación va roscado a la biela y el otro extremo de forma esférica va conjugado al martillo con el fin de facilitar el movimiento rectilíneo del mismo. De esta manera regula la carrera del martillo para realizar la operación de troquelado, además está sometido a esfuerzos de tracción.

El material que se construye es de acero SAE 1010

2.1.2.3. Mordaza

Una mordaza es una herramienta que mediante un mecanismo de usillo permite ejercer y mantener una fuerza de compresión sobre la matriz para sujetarla por fricción.

La mordaza puede ser de accionamiento manual, neumático o hidráulico. Las mordazas neumáticas e hidráulicas permiten automatizar la apertura y el cierre de las mismas así como la presión de apriete.

Se utiliza las galteras de apriete, la misma que debe utilizarse con la dureza y el material adecuado para no dañar las superficies blandas o delicadas de las piezas que se sujetan.

2.1.3. CONJUNTO ACCIONAMIENTO¹²

El conjunto Accionamiento hace referencia al conjunto de partes para lograr accionar a la máquina, ya que esta, al encenderse el motor, no funciona automáticamente ya que el motor solo hace girar al volante pero sin que este haga girar el eje excéntrico.

Las partes que componen al conjunto palanca son las siguientes:

- Pedal
- Barra de Accionamiento
- Accionamiento de la cuña
- Guía superior
- Guía de la cuña
- Cuña
- Regulador del accionamiento de la cuña

2.1.3.1. Pedal

El pedal es una de las partes principales del conjunto de accionamiento. El operario mueve el pedal en un plano vertical accionando así el funcionamiento de toda la máquina.

2.1.3.2. Barra de Accionamiento

La barra de accionamiento es la pieza que después de accionar el pedal, se mueve haciendo mover las guías en las que está la cuña que acciona la manzana para generar el movimiento del eje.

¹² <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

2.1.3.3. Guía de la cuña

Sobre esta guía va la cuña de accionamiento. Además va unida a la barra de accionamiento cuyo movimiento hace mover a la cuña liberando a la manzana.

2.1.3.4. Cuña

La cuña que va montada con la guía de la cuña. Al accionar el pedal, esta cuña acciona a la manzana que permite el movimiento del conjunto motriz y a su vez también el del conjunto porta herramientas.

Al estar en contacto con la manzana y también recibiendo choques a alta velocidad por parte de la misma, la cuña de accionamiento debe realizarse en un material adecuado para resistir alta fricción y que sea durable.

2.1.3.5. Guía superior

Esta pieza es la encargada de sostener todo el accionamiento, pero también es la encargada de unir estas piezas con la barra de accionamiento; además servir como seguro para el volante de inercia, ya que impide el movimiento en la dirección contraria a la de trabajo.

2.1.3.6. Regulador de accionamiento de la cuña

El regulador de accionamiento de la cuña va unido a la palanca de accionamiento y es el encargado de regular la posición de la guía de la cuña, para que ésta a su vez accione a la cuña

2.1.4. CONJUNTO ESTRUCTURA¹³

La estructura principal de la máquina, son todos los elementos que van a soportar los diferentes sistemas y unidades que componen a la máquina. La estructura debe tener rigidez para poder cargar con todo el peso de los componentes.

Las partes que componen al conjunto estructura son las siguientes:

- Cuerpo
- Soporte derecho
- Soporte izquierdo
- Base del motor
- Mesa

A continuación se presenta información detallada de cada componente del conjunto Estructura tal como función, material, etc.

2.1.4.1. Cuerpo de la estructura

El armazón o estructura es sin duda, una de las piezas más importantes de la máquina troqueladora, debido a las funciones que debe cumplir en dicha máquina. Esta es la pieza, donde se sienta todo el peso de la máquina, sirve de apoyo de la misma; por tal motivo se convierte en una pieza difícil y compleja de fabricar.

Esta pieza se fabrica por proceso de fundición en arena debido a su gran tamaño y geometría. Se utiliza la fundición gris.

2.1.4.2. Soporte Izquierdo

Esta pieza es realizada por el proceso de fundición en arena, debido a su geometría. Aunque también se puede hacer en proceso de mecanizado. Sin

¹³ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Despiece-Planos-y-Ensamble-De-Troqueladora/3082823.html>

embargo, con el proceso de colado se le puede dar una mejor forma a esta pieza que cumple una función importante en la máquina, que es la de soportar todas las fuerzas que van hacia abajo, entre ellas están el peso y la que produce la máquina durante su funcionamiento.

2.1.4.3. Soporte Derecho

Por las mismas razones planteadas en el soporte izquierdo, esta pieza es fabricada por el proceso de fundición en arena, y junto con el soporte izquierdo son los encargados de soportar todas las cargas producidas por el peso del cuerpo, conjunto motriz, conjunto accionamiento y conjunto porta-herramientas.

2.1.4.4. Base del motor

Esta pieza es construida por el proceso de fundición en arena, debido a su geometría y debe soportar las cargas producidas por el peso del motor eléctrico.

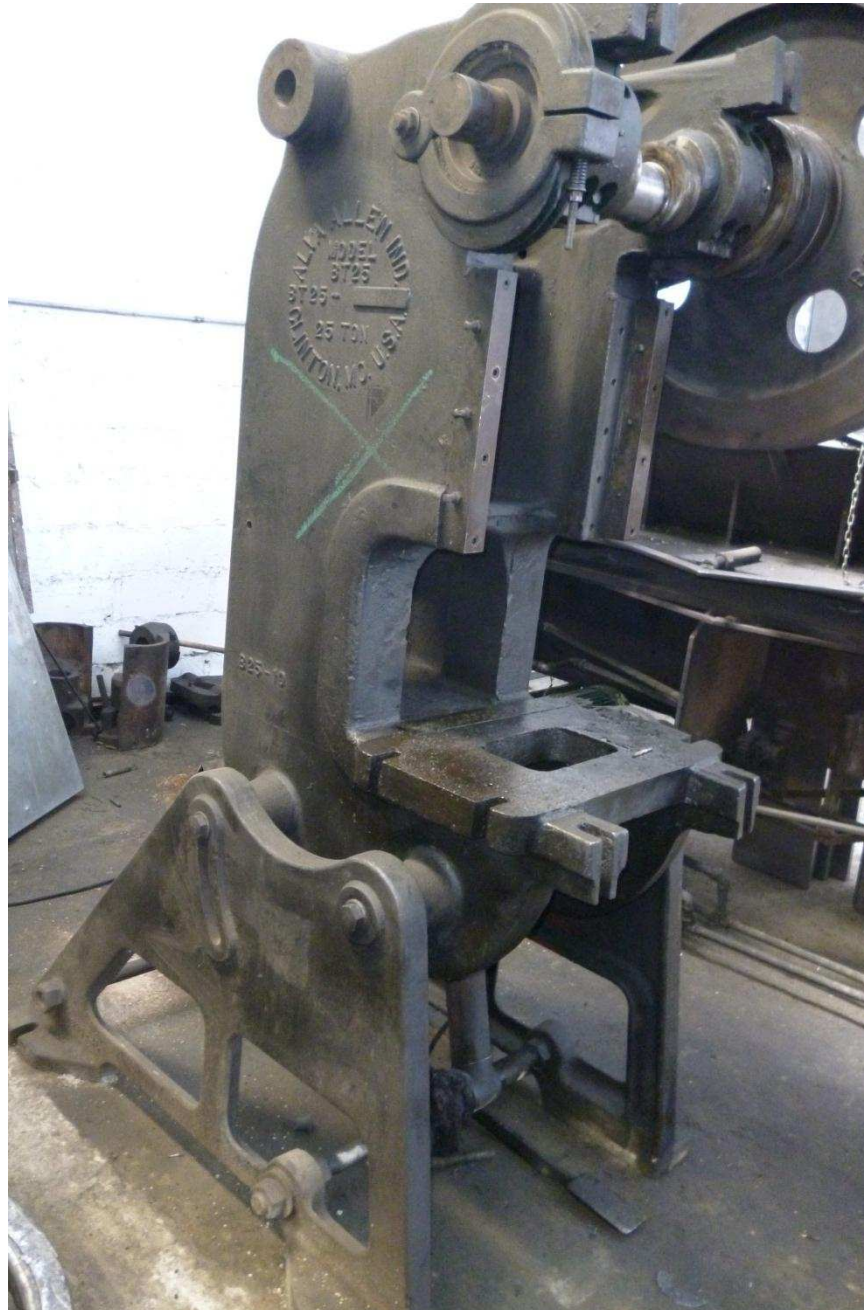
2.1.4.5. Mesa

Se construye por medio del proceso de fundición en arena, debido a su geometría y debe ser de gran resistencia al igual que la estructura. La mesa es la que recibe las cargas de impacto producidas por el conjunto porta-herramientas, y así, realizar la operación de troquelado.

2.2. ESTADO ACTUAL DE LA TROQUELADORA

El estado general de la máquina no es bueno. Existen parte que están defectuosas, incompletas, o al menos les falta mantenimiento, de tal forma que no es posible operar la troqueladora; además, la capacidad actual de la máquina es de 20 toneladas y ésta no satisface los requerimientos actuales de la empresa. La troqueladora tiene varios problemas que se pueden considerare graves, entre estos se tiene que la máquina ha estado en paro aproximadamente diez años, y además, la capacidad de ésta es menor a la deseada actualmente.

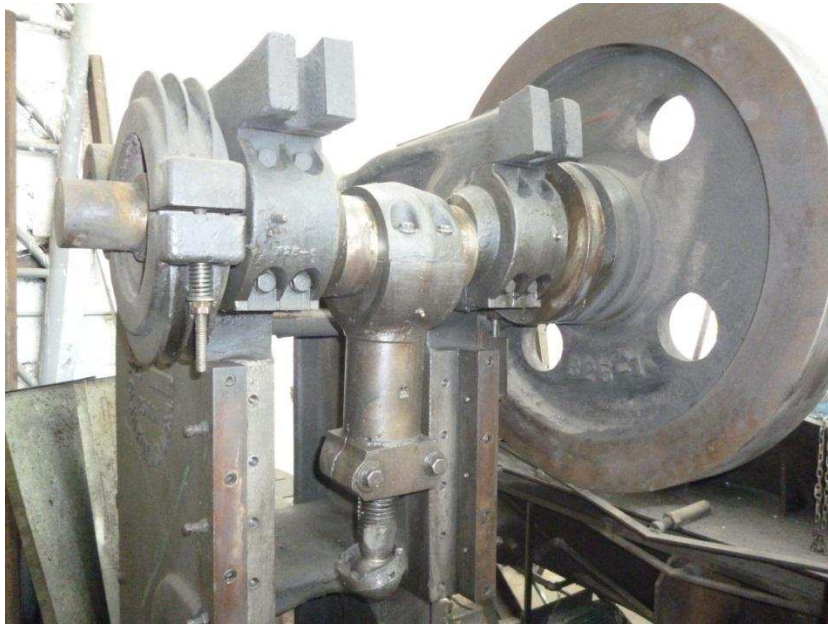
En la fotografía 2.1, fotografía 2.2 y fotografía 2.3 se presentan algunas vistas del estado actual de la troqueladora.



Fotografía 2.1. Estructura, eje excéntrico y volante de inercia

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia



Fotografía 2.2. Conjunto accionamiento y porta-herramientas

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia



Fotografía 2.3. Vista lateral superior de la máquina

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1. INSPECCIÓN EXTERNA E INTERNA DE LA MÁQUINA

Se basa en examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, chasis, rodos, cordón eléctrico, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

- Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa o levantamiento de pintura, cualquier otro daño físico. Esto incluye viñetas y señalizaciones, falta de componentes o accesorios, etc.
- Revisión de componentes mecánicos, para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, etc. Esto incluye los sistemas neumáticos e hidráulicos, en los cuales también es necesario detectar fugas en el sistema.
- Revisión de componentes eléctricos, esto incluye cordón de alimentación donde se revisa que éste se encuentre íntegro, sin dobleces ni roturas, o cualquier signo de deterioro de aislamiento, la toma deberá ser adecuada al tipo y potencia demandada por el equipo y debe hacer buen contacto con la toma de pared.¹⁴

Gracias a que en el diseño de máquinas de la antigüedad se utilizaban factores de seguridad elevados y con ello sus elevados costos, debido a su poco desarrollo, y en función a que la repotenciación de la troqueladora es relativamente baja (de 20 a 25 toneladas), se remplazan pocas partes.

A continuación se realiza el análisis de la inspección realizada a cada componente. Cabe recalcar que los elementos que no son remplazados deben

¹⁴ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Programa-De-Mantenimiento-De-Una-Troqueladora/1015488.html>

pasar por un proceso de limpieza adecuada para quitar los residuos de corrosión ocasionados por la atmósfera y tiempo de para de la troqueladora, además se debe añadir pintura anticorrosiva para evitar la exposición directa de la superficie con el medio.

2.2.1.1. Conjunto motriz

2.2.1.1.1. Biela, tapa y buje de la biela

Se puede apreciar que debido al poco tiempo de funcionamiento, la biela al igual que el buje se encuentra en buen estado ya que no se encontraron signos considerables de desgaste de material entre ambas partes; además el buje no tiene signos considerables de desgaste en toda su superficie.

Con el análisis antes realizado, y considerando que en factor de seguridad con que se diseñó este elemento es de aproximadamente $2,5^{15}$; por lo tanto, este elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.4 se representa el estado actual de la biela, tapa y buje de biela.



Fotografía 2.4. Estado actual de la biela, tapa y buje biela

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

¹⁵ <http://es.scribd.com/jca187/d/6442367-Optimo-DiseNo-de-Una-Biela-Para-Un-Mejor-Redimiento>

2.2.1.1.2. Eje Excéntrico y bujes

El eje excéntrico se encuentra en buen estado, no existen signos de corrosión ni fatiga del material debido a su poco tiempo de funcionamiento. Además, se puede apreciar el buen estado de los bujes y la manzana.

Con el análisis antes realizado, y considerando que en el factor de seguridad con el que se diseñó este elemento es de aproximadamente $1,8^{16}$; por lo tanto, este elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.5 se representa el estado actual del eje excéntrico, manzana y bujes.



Fotografía 2.5. Estado actual del eje excéntrico, manzana y bujes

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.1.3. Lengüeta del eje excéntrico

La lengüeta del eje excéntrico posee mínimos signos de corrosión en la superficie producidos durante el tiempo que la máquina no estuvo en funcionamiento; pero,

¹⁶ http://es.scribd.com/daniel_grigoriu_2/d/96099215-Prensa-Excentrica

estos pueden ser removidos con un pulido adecuado de la superficie. Por lo tanto, este elemento no necesita ser remplazado.

En la fotografía 2.6 se representa el estado actual de la lengüeta del eje excéntrico.



Fotografía 2.6. Estado actual de la lengüeta del eje excéntrico

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.1.4. Manzana

Se puede apreciar que la manzana se encuentra en buen estado, por lo que está en óptimas condiciones para poder operar con normalidad ya que durante el tiempo que la máquina no estuvo en funcionamiento, estuvo lubricada adecuadamente evitando así que se deteriore o corra. Por lo tanto, este elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.7 se representa el estado actual de la manzana.



Fotografía 2.7. Estado actual de la manzana

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.1.5. Soportes y bujes

Se puede apreciar que el buje no tiene un desgaste considerable debido al poco tiempo de uso que tuvo la máquina. Esto indica que puede funcionar adecuadamente a las condiciones de trabajo.

El soporte se encuentra en condiciones óptimas, debido a que el graseo que posee le proporciona la lubricación necesaria durante el tiempo que estuvo en funcionamiento.

En la fotografía 2.8 y fotografía 2.9 se presenta el estado actual de los soportes con sus respectivos bujes.



Fotografía 2.8. Vista superior del soporte

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia



Fotografía 2.9. Soporte y buje soporte

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.1.6. *Volante de inercia y buje volante de inercia*

Como se puede apreciar en la fotografía 2.10, las condiciones que presenta el volante son adecuadas. El tiempo de para de la máquina no a afectado considerablemente ya que su superficie en su mayoría no necesita ser lubricado debido a las bandas que transmiten el movimiento, por lo tanto no necesita ser remplazado. En la superficie del diámetro interior va el bocín, por lo que no existen signos de desgaste.

Por lo antes expuesto, éste elemento no debe ser remplazado.



Fotografía 2.10. Estado actual del volante de inercia

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.1.7. Bandas

La máquina a ser repotenciada no posee las bandas respectivas que transmitan el movimiento del motor eléctrico al eje excéntrico; por lo tanto, deben ser seleccionadas más adelante el capítulo 3 correspondiente al diseño de los elementos de la troqueladora.

2.2.1.1.8. Tapa del volante de inercia

La función de éste elemento no es de esencial importancia, ya que no afecta al funcionamiento general de la máquina al ser un elemento de seguridad. Por las condiciones que se pueden apreciar en la fotografía 2.11.; por lo tanto, éste elemento no es remplazado.



Fotografía 2.11. Estado actual de la tapa del volante de inercia

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

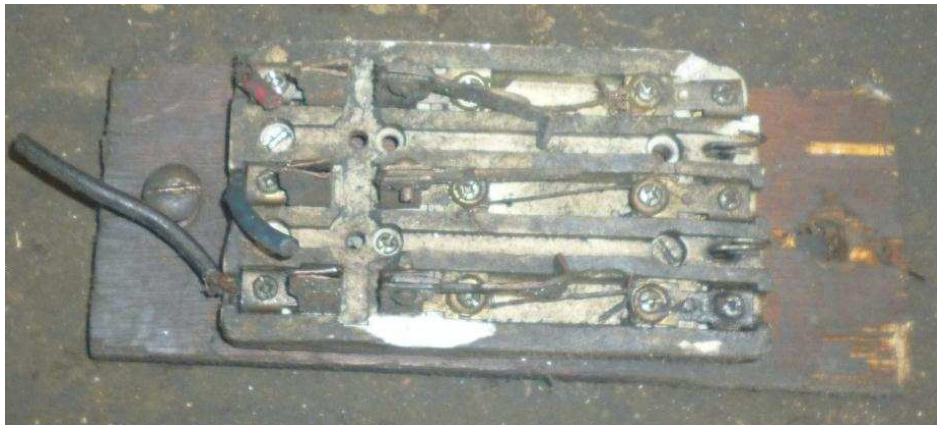
2.2.1.1.9. Motor

La máquina no posee motor eléctrico, por lo cuál debe ser seleccionado mas adelante en el capitulo 3 correspondiente al diseño de los elementos a ser repotenciados de la troqueladora.

2.2.1.1.10. Interruptor de encendido

Como se puede apreciar claramente la fotografía 2.12, el interruptor de encendido no está apto para transportar la energía eléctrica para el funcionamiento del motor. Por lo tanto, este elemento debe ser remplazado.

Cabe recalcar que se necesita de todo el cableado eléctrico para conectar desde la fuente trifásica hacia el interruptor y el motor eléctrico de la troqueladora.



Fotografía 2.12. Estado actual del interruptor de encendido

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

En la Tabla 2.1 se agrupan los elementos del conjunto motriz con el fin identificar el estado actual de cada uno de ellos. Con esto se identifica los elementos dañados y faltantes que se toman en cuenta para remplazarlos.

Tabla 2.1. Estado actual de los elementos del conjunto motriz

CONJUNTO MOTRIZ			
ELEMENTO	ESTADO		
	DAÑADO	FALTANTE	ÓPTIMO
Biela			X
Buje de la biela			X
Buje del soporte			X
Eje Excéntrico			X
Lengüeta del eje excéntrico			X
Manzana			X
Soporte			X
Volante de inercia			X
Tapa del volante de inercia			X
Buje del volante de inercia			X
Bandas		X	
Motor		X	
Interruptor de encendido	X		

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.2.1.2. Conjunto porta-herramientas.

2.2.1.2.1. Martillo

Existen signos considerables de deterioro del martillo en toda la superficie debido al tiempo que no estuvo en uso y al mal manejo que se dio a la máquina cuando estaba en operación.

En la fotografía 2.13 se representa el estado actual del martillo.



Fotografía 2.13. Estado actual del martillo

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en la fotografía 2.14, la rosca interior que se acopla al tornillo de regulación está desgastada y con abundante corrosión a lo largo de la rosca.



Fotografía 2.14. Rosca del martillo

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en la fotografía 2.15, existe una fractura considerable en la base del martillo, donde se sujeta la matriz de troquelado, debido a un posible

mal posicionamiento de la misma por parte del operador o por el uso de un material con dureza mayor a la permitida.



Fotografía 2.15. Zona de fractura del martillo

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Además, en toda la superficie del martillo existen signos considerables de corrosión y desgaste debido a que éste se encuentra separado de la máquina y expuesto al ambiente sin protección.

En la fotografía 2.16 se representa las zonas de corrosión en la base del martillo.



Fotografía 2.16. Corrosión en la base del martillo

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Con lo antes expuesto, este elemento debe ser construido en el capítulo 3 correspondiente al diseño de los elementos de la troqueladora y remplazado.

2.2.1.2.2. Tornillo de regulación

El tornillo de regulación se encuentra en estado óptimo, no existe signos de fatiga o corrosión debido a que éste se encontraba posicionado en la máquina con

lubricante, lo cuál no permitió el deterioro durante el tiempo que la máquina no estuvo en funcionamiento. Por lo tanto éste elemento no debe ser remplazado.

El estado actual del tornillo de regulación se representa en la fotografía 2.17.



Fotografía 2.17. Estado actual del tornillo de regulación

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.2.3. Refuerzos de las guías laterales

Los refuerzos de las guías laterales se encuentran en buen estado debido a que están sometidos a pequeñas cargas, las mismas que posicionan y nivelan a las guías laterales sirviendo como un respaldo. Por lo tanto, estos elementos no son remplazados.

En la fotografía 2.18 se puede apreciar el estado actual de uno de los refuerzos de las guías laterales. Ambas guías se encuentran en iguales condiciones.



Fotografía 2.18. Estado actual del refuerzo de la guía lateral

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.2.4. Guías laterales

Por el largo tiempo de paro y las condiciones en las que se encuentra la máquina, existen deficiencia de algunos elementos.

La máquina no posee las guías laterales que permitan el alineamiento y desplazamiento del martillo; por lo tanto, estos elementos deben ser diseñados y construidos.

2.2.1.2.5. Mordaza

Como se puede apreciar en la fotografía 2.19 y fotografía 2.20, no existen signos de desgaste y corrosión. Por lo tanto, este elemento no es remplazado.



Fotografía 2.19. Vista frontal de la mordaza

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia



Fotografía 2.20. Vista trasera de la mordaza

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

A continuación en la Tabla 2.2 se agrupan a los elementos del conjunto porta-herramientas con el fin identificar el estado actual de cada uno de ellos. Esto ayuda a identificar los dañados y faltantes que se tomaron en cuenta para remplazarlos.

Tabla 2.2. Estado actual de los elementos del conjunto porta-herramientas

CONJUNTO PORTA-HERRAMIENTAS			
ELEMENTO	ESTADO		
	DAÑADO	FALTANTE	ÓPTIMO
Martillo	X		
Tornillo de regulación			X
Refuerzos de las guías laterales			X
Guías laterales		X	
Mordaza			X

Fuente: Propia

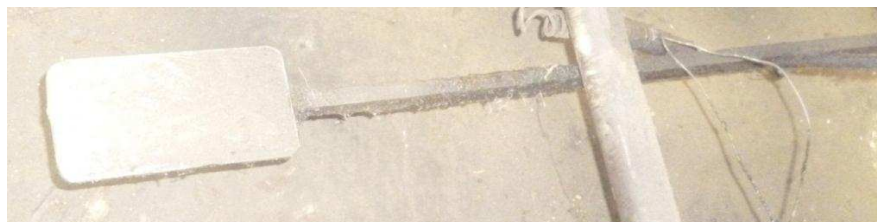
Elaboración: Propia

2.2.1.3. Conjunto accionamiento

2.2.1.3.1. Pedal

El pedal de accionamiento se encuentra en óptimas condiciones, por lo tanto, éste elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.21 se representa el estado actual del pedal.



Fotografía 2.21. Estado actual del pedal

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.2. Barra de accionamiento

Inicialmente, la barra de accionamiento fue reducida la longitud para adecuarla al pedal de accionamiento, y como se puede apreciar esta en óptimas condiciones; además, éste no está sometido a grandes cargas de tracción ya que únicamente permite el movimiento de una cuña. Por lo tanto, este elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.22 se representa el estado actual de la barra de accionamiento del pedal.



Fotografía 2.22. Estado actual de la barra de accionamiento

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.3. Accionador de la cuña

En el interior del accionador de la cuña, existe un resorte que hace que la cuña se acople a la manzana, y ésta es la función de éste elemento. Éste resorte se encuentra en óptimas condiciones, ya que no tiene signos de corrosión y estuvo lubricado en la máquina. Por lo tanto, este elemento no debe ser remplazado.

En la fotografía 2.23 se representa el estado actual del accionador de la cuña.



Fotografía 2.23. Estado actual del accionador de la cuña

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.4. Guía superior

Como se puede apreciar, éste elemento se encuentra en buen estado, no se existen signos de corrosión en toda la superficie. Por lo tanto, este elemento no es remplazado.

En la fotografía 2.24 se representa el estado actual de la guía superior.



Fotografía 2.24. Estado actual de la guía superior

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.5. Guía de la cuña

Como se puede apreciar la guía de la cuña está en buen estado y no existen signos de corrosión. Este elemento no está sometido a grandes impactos, por lo que existen signos de fatiga del mismo. Por lo tanto, este elemento no es reemplazado.

En la fotografía 2.25 se representa el estado actual de la guía de la cuña.



Fotografía 2.25. Estado actual de la guía de la cuña

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.6. Cuña

La cuña no muestra signos de deterioro o desgaste debido a que no está sometido a grandes cargas. Por lo tanto, no es necesario que sea reemplazado.

En la fotografía 2.26 se representa el estado actual de la cuña.



Fotografía 2.26. Estado actual de la cuña

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.3.7. Regulador del accionamiento de la cuña

Pese al paso del tiempo el regulador de accionamiento de la uñeta se encuentra en perfectas condiciones y no es necesario que sea remplazado, ya que no muestra signos de deterioro o desgaste.

En la fotografía 2.27 se representa el estado actual del regulador del accionamiento de la cuña.



Fotografía 2.27. Estado actual del regulador del accionamiento de la cuña

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

A continuación en la Tabla 2.3 se agrupan a los elementos del conjunto accionamiento con el fin identificar el estado de cada uno de ellos. Esto ayuda a identificar los dañados y faltantes que se tomaron en cuenta para remplazarlos.

Tabla 2.3. Estado actual de los elementos del conjunto accionamiento

CONJUNTO ACCIONAMIENTO			
ELEMENTO	ESTADO		
	DAÑADO	FALTANTE	ÓPTIMO
Pedal			X
Barra de accionamiento			X
Accionador de la cuña			X
Guía superior			X
Guía de la cuña			X
Cuña			X
Regulador del accionamiento de la cuña			X

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.2.1.4. CONJUNTO ESTRUCTURA

2.2.1.4.1. Estructura (Cuerpo)

La Estructura (cuerpo) se encuentra en perfecto estado no muestra signos de desgaste ni fractura además por ser construido por fundición tiene un alto grado de factor de seguridad, lo que nos permite utilizarlo perfectamente para la repotenciación de la máquina.

En la fotografía 2.28 se representa el estado actual de la estructura completa con los soportes.



Fotografía 2.28. Estado actual de la estructura

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.4.2. Soporte Derecho

El soporte Derecho al ser construido mediante fundición es un elemento el cual tiene un alto factor de seguridad, además no muestra signos de fractura y deterioro por lo cual no es necesario que se lo remplace.

En la fotografía 2.29 se representa el estado actual del soporte derecho.



Fotografía 2.29. Estado actual del soporte derecho

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.4.3. Soporte Izquierdo

El soporte Izquierdo al ser construido mediante fundición es un elemento el cual tiene un alto factor de seguridad, además no muestra signos de fractura y deterioro por lo cual no es necesario que se lo remplace.

En la fotografía 2.30 se representa el estado actual del soporte izquierdo.



Fotografía 2.30. Estado actual del soporte izquierdo

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.4.4. Base del motor

La base del motor se encuentra en óptimas condiciones ya que durante el tiempo de funcionamiento de la máquina no se encontraba sometida a grandes esfuerzos, por esta razón este elemento no necesita ser remplazado.

En la fotografía 2.31 se representa el estado actual de la base del motor.



Fotografía 2.31. Estado actual de la base del motor

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

2.2.1.4.5. Mesa

La Mesa se encuentra en perfectas condiciones, debido a que no muestra signos de deterioro por lo cual no es necesario que sea remplazada.

En la fotografía 2.2 se representa el estado actual de la mesa.



Fotografía 2.32. Estado actual de la mesa

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

A continuación en la Tabla 2.4 se agrupan a los elementos del conjunto estructura con el fin identificar el estado de cada uno de ellos. Esto ayuda a identificar los dañados y faltantes que se toman en cuenta para remplazarlos.

Tabla 2.4. Estado actual de los elementos del conjunto estructura

CONJUNTO ESTRUCTURA			
ELEMENTO	ESTADO		
	DAÑADO	FALTANTE	ÓPTIMO
Estructura (cuerpo)			X
Soporte derecho			X
Soporte izquierdo			X
Base del motor			X
Mesa			X

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.2.1.5. ELEMENTOS DE SUJECIÓN

El estado general de los pernos no es bueno, ya que mas del setenta por ciento debe ser cambiado.

Entre los pernos que se tomaron para el análisis están los que van con los refuerzos de las guías laterales, los mismos que como se pueden apreciar en la fotografía 2.33, tienen signos de corrosión, ya que los refuerzos de la guías no fueron separados de la máquina generando estos defectos.



Fotografía 2.33. Estado actual de los pernos de los refuerzos de las guías laterales

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Como se puede observar en la figura 2.34, existen arandelas fracturadas debido al desmontaje realizado en la máquina, las mismas que por tiempo que la máquina estuvo en paro, éstas estuvieron adheridas fuertemente a los pernos o a los elementos a los que fueron acoplados. En otros casos se pudo observar que las arandelas se encontraban deterioradas debido al tiempo. Por lo tanto, éstas deben ser remplazadas.

En la fotografía 2.34 se representa el estado actual de una de las arandelas fracturadas.



Fotografía 2.34. Estado actual de la arandela fracturada

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Para lubricar el eje excéntrico una de las formas es con el uso de un perno con graseo que va acoplado con la tapa del volante de inercia, este perno se encuentra en óptimas condiciones ya que la rosca no se encuentra desgastada y el graseo puede cumplir adecuadamente su función de lubricar. Además este tipo de pernos es difícil conseguir en el mercado local; por lo tanto, éste elemento no debe ser remplazado.

Las condiciones de este perno se observa en la fotografía 2.35.



Fotografía 2.35. Estado actual del perno con graseo del volante de inercia

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Con lo anteriormente expuesto se puede concluir que se remplazan todos los elementos de sujeción, como pernos, arandelas, etc. A excepción del perno con graseo que va en el volante de inercia.

2.3. ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA

La máquina a ser repotenciada se adecúa a la geometría de la estructura original y consta de los conjuntos o sistemas antes mencionados, siendo la única alternativa una troqueladora de volante lateral con accionamiento por pedal.

En la figura 2.1 se muestra la única alternativa para máquina a ser repotenciada.

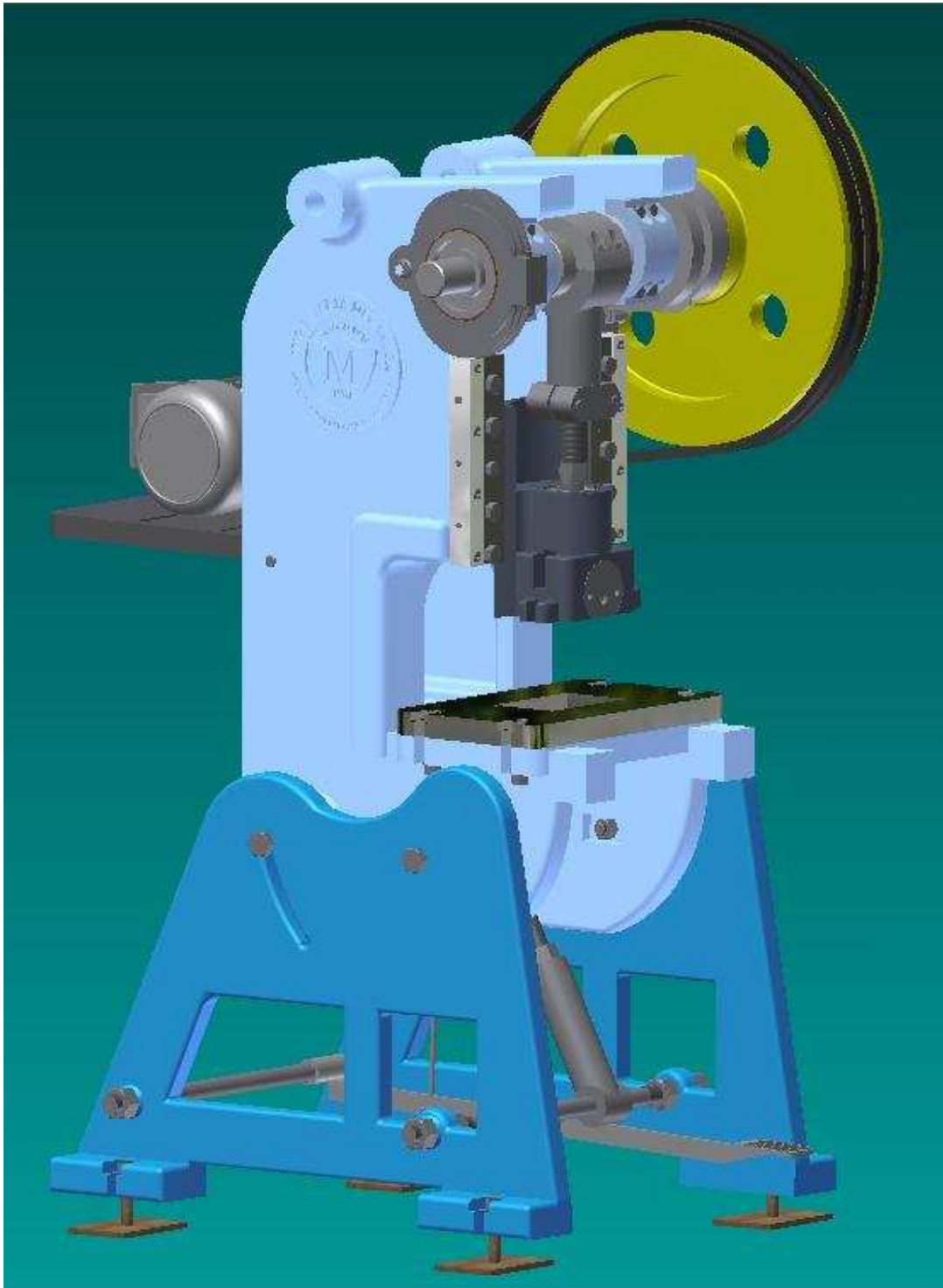


Figura 2.1. Troqueladora de volante lateral con accionamiento por pedal.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

Para realizar las pruebas respectivas en la máquina se utiliza una matriz de corte y punzonado para verificar que la máquina satisfaga los requerimientos planteados en el protocolo de pruebas

En la figura 2.2 se muestra la matriz de corte y punzonado a utilizarse.

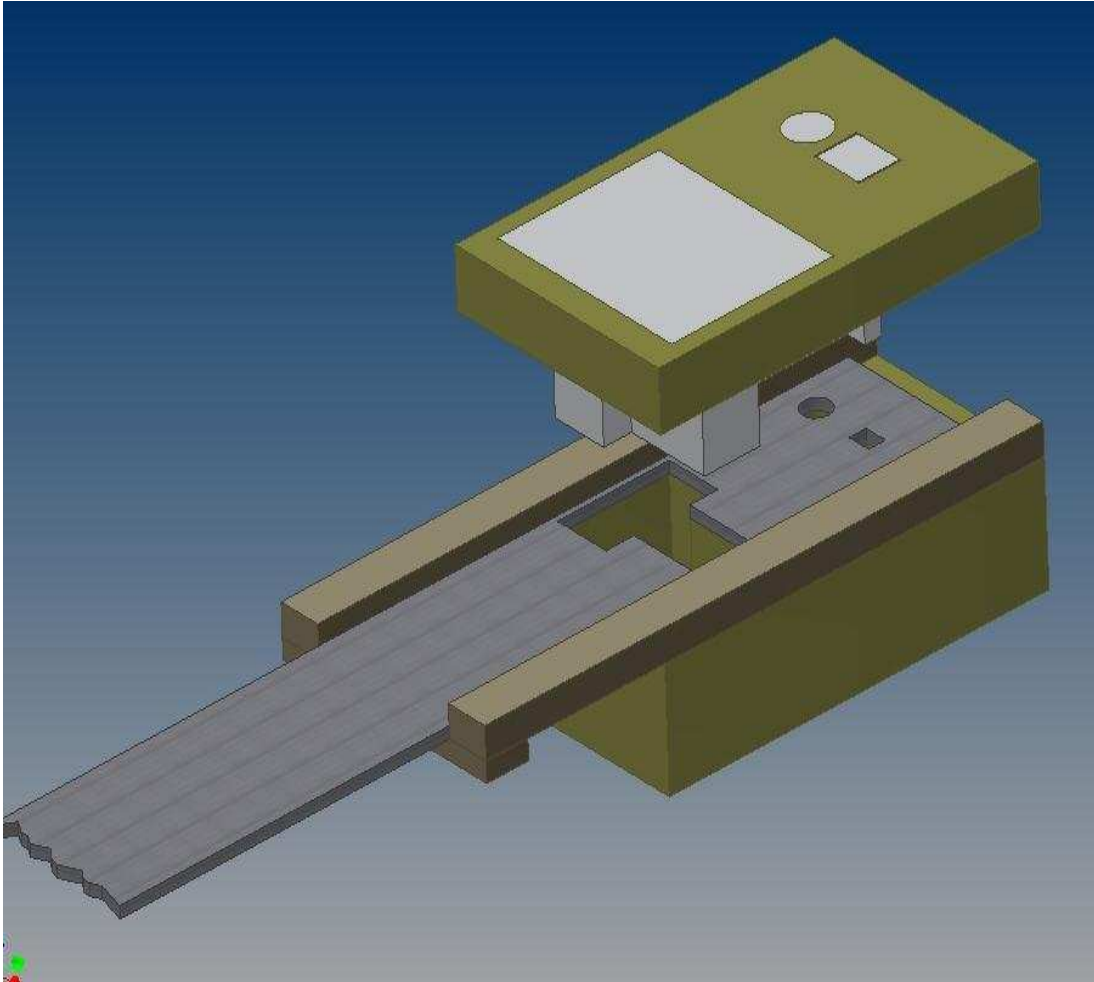


Figura 2.2. Punzones y lámina de material

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En la figura 2.3 se muestra el ensamble total con todos los elementos que componen la matriz.

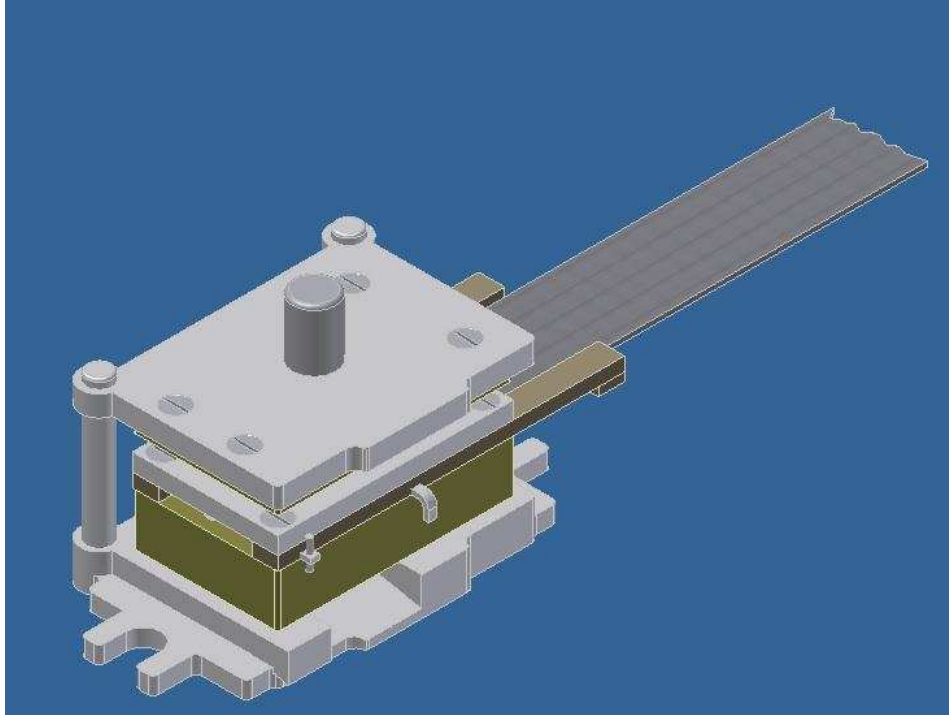


Figura 2.3. Ensamble total de la matriz

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

2.4. PROTOCOLO DE PRUEBAS

Antes de dar por finalizado el proceso de repotenciación de la troqueladora, se debe realizar una serie de pasos importantes que afiancen un correcto funcionamiento de la máquina, para lo cual, se procede a comprobar los siguientes aspectos:

- Dimensiones generales y peso
- Montaje de la máquina
- Alineación y paralelismo
- Funcionamiento en vacío
- Funcionamiento con carga

2.4.1. VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES Y PESO

Es importante verificar que las dimensiones de la máquina satisfagan los requerimientos del cliente y los establecidos en la fase de diseño, por eso se debe asegurar que tanto el área que ocupa la máquina como su altura no sobrepasen los límites máximos preestablecidos; y, además comprobar su peso aproximado.

2.4.2. VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DE LA MÁQUINA

Es uno de los factores más importantes, en el que se debe asegurar la correcta ubicación de los elementos que componen la máquina repotenciada. Además se debe revisar que los elementos móviles tengan la adecuada lubricación, pintura y limpieza, los cuales determinarán el tiempo de vida útil.

2.4.3. VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO

Es importante comprobar la alineación y paralelismo de los ejes, poleas, guías y soportes, asegurando así la transmisión de potencia necesaria para el proceso de troquelado. Además, la estructura principal y secundaria deben ser paralelas para asegurar la estabilidad de la máquina con el piso.

2.4.4. FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

Una vez que se han superado los pasos anteriores satisfactoriamente, se procede a hacer las pruebas en vacío, es decir puesta en marcha de la máquina pero sin carga, esto es muy importante para verificar: el correcto funcionamiento del sistema de transmisión, la velocidad angular, trabajo normal de cada parte y que exista el adecuado ajuste de pernos para que no haya ruidos extraños; además, verificar que no haya fallas de ensamble.

2.4.5. FUNCIONAMIENTO CON CARGA

Posteriormente se debe realizar las pruebas con carga, para ello se utilizan diferentes tipos de espesores y materiales con lo cuales se trabajan en la empresa, y mediante inspección visual verificar que los materiales estén correctamente cortados. Con esto se puede determinar si la capacidad es la correcta y evaluar las características del material troquelado, las cuales deben satisfacer los deseos de la empresa. Es importante percatarse si las vibraciones pueden afectar el funcionamiento normal del equipo o si esto es despreciable.

El formato para el protocolo de pruebas debe poseer un membrete en el cual se señale toda la información necesaria para identificar la prueba de campo realizada y además se deben registrar firmas de responsabilidad. En la tabla 2.5 se muestra el formato que se utilizará para realizar las pruebas de campo.

Tabla 2.5. Formato del Protocolo de Pruebas del Prototipo.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA			
1.- DATOS GENERALES			
EQUIPO:	Máquina troqueladora de 25 toneladas		
REPOTENCIACIÓN:	Pablo Muzo Danny Vásquez		
DIRECTOR:	Ing. Jaime Vargas		
CO-DIRECTOR:	Ing. Jorge Escobar		
LUGAR DE LA PRUEBA:			
FECHA DE LA PRUEBA:			
2.- VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES GENERALES Y PESO			
PARÁMETRO	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Alto			
Largo			
Ancho			

.../

Tabla 2.5. Formato del Protocolo de Pruebas del Prototipo (continuación).

Peso			
3.- VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DE LA MÁQUINA			
CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Ubicación correcta de elementos			
Asegurar lubricación de elementos			
Comprobar montaje del motor			
Verificar templado de las bandas			
4.- VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO			
CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Comprobar que ejes, soportes y guías estén paralelos y alineados			
Verificar el paralelismo entre el soporte y la base del motor			
Verificar el paralelismo entre la estructura principal y secundaria			
Verificar el paralelismo entre la estructura principal y las guías			
Verificar el paralelismo entre el volante de inercia y la polea motriz			
5.- FUNCIONAMIENTO EN VACÍO			
SISTEMA O CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Estructural			
Motriz			
Porta herramientas			
Accionamiento			
Eléctrico			
PARÁMETRO	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Velocidad angular			

.../

Tabla 2.5. Formato del Protocolo de Pruebas del Prototipo (continuación).

6.- FUNCIONAMIENTO CON CARGA			
SISTEMA O CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Estructural			
Motriz			
Porta herramientas			
Accionamiento			
Calidad del material cortado			
Nivel de vibraciones			
PARÁMETRO	RESULTADO	TROQUELADO	
MATERIAL	ESPESOR(mm)	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Capacidad			
7.- CONCLUSIÓN			
MÁQUINA		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
8.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD			
CARGO	OPERADOR 1	OPERADOR 2	DIRECTOR DEL PROYECTO
NOMBRE	Danny Vásquez	Pablo Muzo	Ing. Jaime Vargas
FIRMA			
FECHA			
NOTAS:			

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CAPITULO 3

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS A SER REPOTENCIADOS DE LA MÁQUINA

En las tablas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 se determinaron los elementos a ser remplazados en la troqueladora, y para diseñarlos se determinan primero las piezas a construirse y los elementos a seleccionarse. Para ello se deben realizar una serie de iteraciones que involucran optimización de materiales, costos, fabricación, disponibilidad en el mercado, etc. De acuerdo a este principio se obtiene la mejor solución tomando en cuenta que lo más importante es que se cumpla satisfactoriamente con la funcionalidad del equipo y a continuación se presentan dichos resultados.

Es importante identificar que sistemas están involucrados en la máquina, ya que de esto depende el enfoque que tenga el diseño.

3.1. CÁLCULO DE ESPESORES A CORTAR¹⁷

Para el cálculo de la capacidad de corte de la troqueladora se procede a analizar tres diferentes materiales con los que trabajan generalmente la Mecánica Industrial.

- Acero inoxidable
- Aceros con 0,3% de carbono
- Aluminio

Además se toma para el corte y el punzonado la matriz para los diferentes materiales antes mencionados.

¹⁷ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 15-36

3.1.1. DIMENSIONES DE LA MATRIZ DE CORTE

En el caso del corte por troquelado, es necesario tener presente que se trata de obtener una pieza recortada, por lo que la matriz ha de tener la medida exacta y el juego se ha de aplicar al punzón, es decir la holgura (juego) se deduce del punzón, con lo que los perfiles exteriores de la pieza cortada quedan a la medida de la matriz.

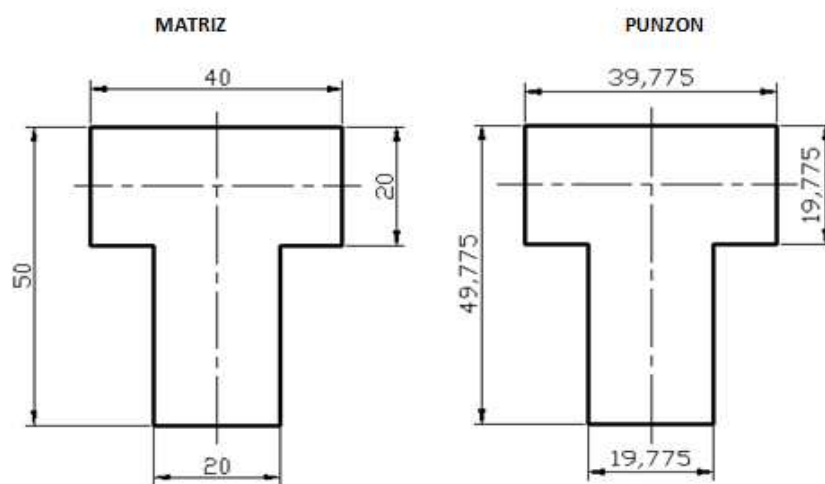


Figura 3.1. Matriz de corte

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.1.2. DIMENSIONES DE LA MATRIZ DE PUNZÓN

Si se trata de un conjunto interior la holgura debe ser sumada al contorno de la figura matriz, dejando el punzón con sus dimensiones exactas.

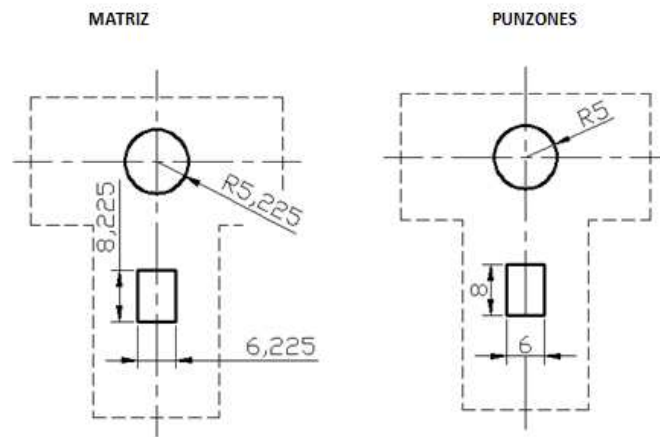


Figura 3.2. Matriz de punzonado

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.1.3. CÁLCULO DEL PERÍMETRO DEL PUNZÓN

Para determinar el perímetro de la matriz, se suman sus diferentes lados.

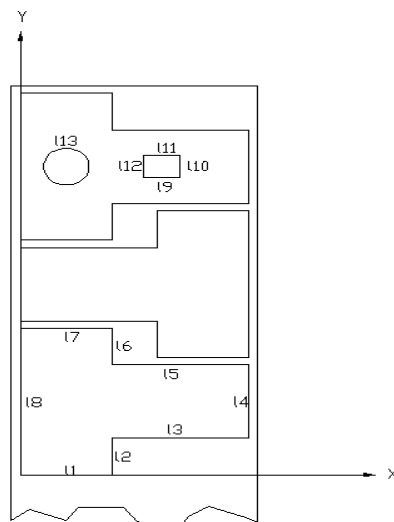


Figura 3.3 Dimensiones de la matriz

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En la tabla 3.1, se establecen las medidas de cada longitud y al final sumando todos éstos, se obtiene el perímetro.

Tabla 3.1. Determinación del perímetro de matriz

Longitud	Li(mm)
L1	20
L2	10
L3	30
L4	20
L5	30
L6	10
L7	20
L8	40
L9	8
L10	6
L11	8
L12	6
L13	31,42
Perímetro	239,42

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

El perímetro de la matriz a utilizarse debe ser 239,42 [mm].

3.1.4. CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA EL ACERO INOXIDABLE.

Para determinar el espesor de corte, se emplea la siguiente ecuación:

$$S = \frac{P}{K \times \sigma \times l} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

$$K = \text{coeficiente de reserva} = 1,3$$

$$\sigma = 0,8\sigma_T \quad (\text{Ec. 3.2})$$

$$\sigma_T = \text{resistencia del material al corte} = 55 \left[\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$l = \text{perímetro del punzonado} = 239,42 \text{ [mm]}$$

$$S = \text{espesor del material [mm]}$$

$$P = \text{capacidad de la Troqueladora} = 25000 \text{ [kgf]}$$

Remplazando la ecuación 3.2 y los valores numéricos en la 3.1, tenemos:

$$S = \frac{25000}{1,3 \times 0,8 \times 55 \times 239,42} \text{ [mm]}$$

$$S = 1,83 \text{ [mm]}$$

3.1.5. CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA EL ALUMINIO

El aluminio tiene la siguiente propiedad:

$$\sigma_T = \text{resistencia del material al corte} = 16 \left[\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right]$$

Utilizando la ecuación 3.1 y remplazando la resistencia al corte del aluminio con los otros valores numéricos que son comunes para determinar los espesores en cualquier tipo de material, tenemos:

$$S = \frac{25000}{1,3 \times 0,8 \times 16 \times 239,42} \text{ [mm]}$$

$$S = 6,28 \text{ [mm]}$$

3.1.6. CÁLCULO DEL ESPESOR DE CORTE PARA ACEROS CON 0,3% DE CARBONO

Se utiliza aceros con este porcentaje de carbono ya que estos aceros son los más comúnmente utilizados en la industria y dentro de este grupo se encuentran los aceros dulces. Utilizando la ecuación 3.1 con su respectiva resistencia al corte, se tiene:

$$\sigma_T = \text{resistencia del material al corte} = 40 \left[\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$S = \frac{25000}{1,3 \times 0,8 \times 40 \times 239,42} \text{ [mm]}$$

$$S = 2,51 \text{ [mm]}$$

En la tabla 3.2, se especifican los espesores que se puede cortar con los distintos tipos de materiales. Cabe recalcar que se debe utilizar la misma matriz para los tres materiales.

Tabla 3.2. Espesores a cortar

MATERIAL	RESISTENCIA AL CORTE [kgf/mm ²]	PERIMETRO DEL PUNZONADO [mm]	ESPESOR A CORTAR [mm]
Acero inoxidable	55	239,42	1,83
Aceros con 3% de carbono	40	239,42	2,51
Aluminio	16	239,42	6,28

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.2. TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Para el análisis, ya que se utiliza el volante de inercia existente en la máquina, en la figura 3.1 se aprecian las dimensiones del volante de inercia, las mismas que sirven en el análisis para determinar la potencia del motor eléctrico a utilizarse y con esto la selección de bandas. Además, se tiene como dato la capacidad deseada para la troqueladora que es 25 toneladas.

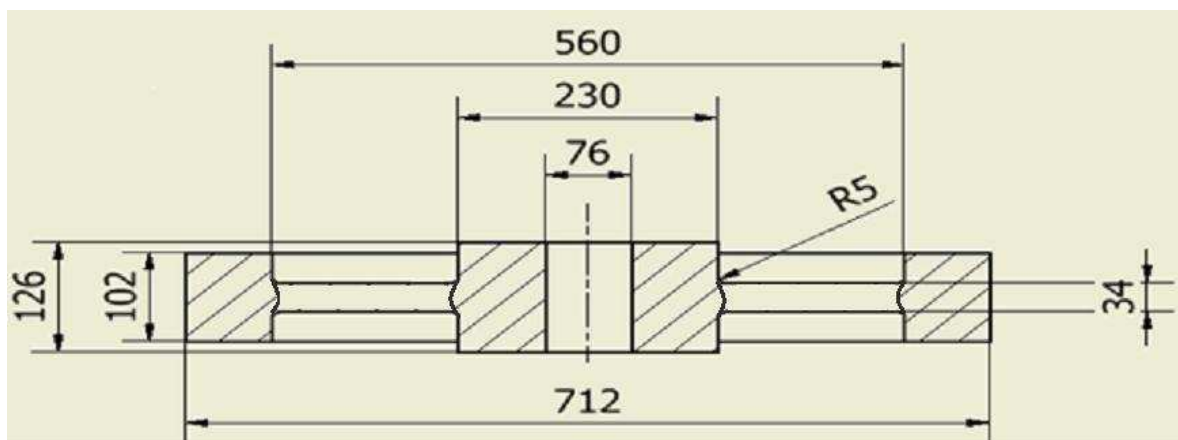


Figura 3.4. Esquema del volante de Inercia.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Datos

$$P = \text{fuerza aplicada} = 245250[\text{N}]$$

$$h_1 = \text{velocidad que entrega el motor eléctrico} = 1200 [\text{rpm}]$$

$$d_{\text{volante}} = \text{diámetro del volante de inercia} = 712 [\text{mm}]$$

$$e_{\text{ext.}} = \text{espesor de la corona exterior} = 102 [\text{mm}]$$

$$e_{\text{int.}} = \text{espesor de la corona exterior} = 126 [\text{mm}]$$

$$u = \text{espesor de la cartela} = 34 [\text{mm}]$$

3.2.1. CÁLCULO DEL PESO DE LA CORONA

$$G = \frac{\pi}{4}(D_{ce}^2 - d_{ci}^2)e_{ext.} \times P_s \quad (\text{Ec. 3.3})^{18}$$

Donde:

$$G = \text{Peso de la corona [N]}$$

$$D_{ce} = \text{Diámetro exterior de la corona} = 7,12 \text{ [dm]}$$

$$d_{ci} = \text{Diámetro interior de la corona} = 5,6 \text{ [dm]}$$

$$e_{ext.} = \text{espesor de la corona exterior} = 1,02 \text{ [dm]}$$

$$P_s = \text{peso específico de la fundición gris} = 73,5 \left[\frac{\text{N}}{\text{dm}^3} \right]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.3, se tiene:

$$G = \frac{\pi}{4}(7,12^2 - 5,6^2)1,02 \times 73,5 \text{ [N]}$$

$$G = 1138,43 \text{ [N]}$$

La masa de la corona de la corona se calcula siguiendo la siguiente ecuación:

$$M_c = \frac{G}{g} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde:

$$M_c = \text{masa de la corona [kg]}$$

$$G = \text{peso de la corona} = 1138,43 \text{ [N]}$$

$$g = \text{gravedad} = 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

¹⁸ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 221

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.4, se tiene:

$$M_c = \frac{1138,43}{9,81} [kg]$$

$$M_c = 116,04 [kg]$$

3.2.2. CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CORONA

Para el cálculo del radio medio de la corona, se utiliza la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{D_{ce} + d_{ci}}{4} \quad (\text{Ec. 3.5})^{19}$$

Donde:

$$R_c = \text{radio medio de la corna} [m]$$

$$D_{ce} = \text{diámetro externo de la corna} = 0,712 [m]$$

$$d_{ci} = \text{diámetro interno de la corna} = 0,56 [m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.5, tenemos:

$$R_c = \frac{0,712 + 0,56}{4} [m]$$

$$R_c = 0,318 [m]$$

3.2.3. CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CORONA

Para el cálculo del momento de inercia de la corona, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_c = M_c \times R_c^2 \quad (\text{Ec. 3.6})$$

¹⁹ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 221

Donde:

$$I_c = \text{momento de inercia de la corona} [kg \times m^2]$$

$$M_c = \text{masa de la corona} = 116,04 [kg]$$

$$R_c = \text{radio medio de la corona} = 0,318 [m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.6, se tiene:

$$I_c = 116,04 \times 0,318^2 [kg \times m^2]$$

$$I_c = 11,73 [kg \times m^2]$$

3.2.4. CÁLCULO DEL PESO DE LA CARTELA

El peso de la cartela viene dado por la siguiente ecuación:

$$G_1 = \frac{\pi}{4} (D_{ce1}^2 - d_{ci1}^2) \times u_1 \times P_s \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Donde:

$$G_1 = \text{peso de la cartela} [N]$$

$$D_{ce1} = \text{diámetro exterior de la cartela} = 5,6 [dm]$$

$$d_{ci1} = \text{diámetro interior de la cartela} = 2,3 [dm]$$

$$u_1 = \text{espesor de la cartela} = 0,34 [dm]$$

$$P_s = \text{peso específico fundición} = 73,5 \left[\frac{N}{dm^3} \right]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.7, se tiene:

$$G_1 = \frac{\pi}{4} (5,6^2 - 2,3^2) \times 0,34 \times 73,5 [N]$$

$$G_1 = 511,68[N]$$

La masa de la cartela se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M_1 = \frac{G_1}{g} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

$$M_1 = \text{masa de la cartela [kg]}$$

$$G_1 = \text{peso de la cartela} = 511,68[N]$$

$$g = \text{gravedad} = 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.8, se tiene:

$$M_1 = \frac{511,68}{9,81} [kg]$$

$$M_1 = 52,16[kg]$$

3.2.5. CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CARTELA

El radio medio de la cartela viene dado por la siguiente ecuación:

$$R_1 = \frac{D_{ce1} + d_{ci1}}{4} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

$$R_1 = \text{radio medio de la cartela [m]}$$

$$D_{ce1} = \text{diámetro externo de la cartela} = 0,56[m]$$

$$d_{ci1} = \text{diámetro interno de la cartela} = 0,23[m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.9, se tiene:

$$R_1 = \frac{0,56 + 0,23}{4} [m]$$

$$R_1 = 0,20 [m]$$

3.2.6. CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CARTELA

Para el cálculo del momento de inercia de la cartela, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_1 = M_1 * R_1^2 \quad (\text{Ec. 3.10})$$

Donde:

$$I_1 = \text{momento de inercia de la cartela} [kg \times m^2]$$

$$M_1 = \text{masa de la cartela} = 52,16[kg]$$

$$R_1 = \text{radio medio de la cartela} = 0,20[m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.10, se tiene:

$$I_1 = 52,16 \times 0,20^2 [kg \times m^2]$$

$$I_1 = 2,03[kg \times m^2]$$

3.2.7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CORONA INTERNA

El peso de la corona interna viene dado por la siguiente ecuación:

$$G_2 = \frac{\pi}{4} (D_{ce2}^2 - d_{ci2}^2) \times e_{int.} \times P_s \quad (\text{Ec. 3.11})$$

Donde:

$G_2 =$ peso de la corona interna [N]

$D_{ce2} =$ diámetro exterior de la corona interna = 2,3[dm]

$d_{ci2} =$ diámetro interior de la corona interna = 0,76 [dm]

$e_{int.} =$ espesor de la corona interna = 1,26[dm]

$P_s =$ peso específico fundición = 73,5 $\left[\frac{N}{dm^3} \right]$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.11, se tiene:

$$G_2 = \frac{\pi}{4} (2,3^2 - 0,76^2) \times 1,26 \times 73,5 \text{ [N]}$$

$$G_2 = 342,76 \text{ [N]}$$

La masa de la corona interna se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M_2 = \frac{G_2}{g} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

Donde:

$M_2 =$ masa de la corona interna [kg]

$G_2 =$ peso de la corona interna = 342,76 [N]

$g =$ gravedad = 9,81 $\left[\frac{m}{s^2} \right]$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.12, se tiene:

$$M_2 = \frac{342,76}{9,81} [kg]$$

$$M_2 = 34,94 [kg]$$

3.2.8. CÁLCULO DEL RADIO MEDIO DE LA CORONA INTERNA

El radio medio de la corona interna viene dado por la siguiente ecuación:

$$R_2 = \frac{D_{ce2} + d_{ci2}}{4} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

Donde:

$$R_2 = \text{radio medio de la corona interna} [m]$$

$$D_{ce2} = \text{diámetro externo de la corona interna} = 0,23 [m]$$

$$d_{ci2} = \text{diámetro interno de la corona interna} = 0,076 [m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.13, se tiene:

$$R_2 = \frac{0,23 + 0,076}{4} [m]$$

$$R_2 = 0,077 [m]$$

3.2.9. CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DE LA CORONA INTERNA

Para el cálculo del momento de inercia de la corona interna, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_2 = M_2 \times R_2^2 \quad (\text{Ec. 3.14})$$

Donde:

$$I_2 = \text{momento de inercia de la corona interna } [kg \times m^2]$$

$$M_2 = \text{masa de la corona interna} = 34,95[kg]$$

$$R_2 = \text{radio medio de la corona interna} = 0,077[m]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.14, se tiene:

$$I_2 = 34,95 \times 0,077^2 [kg \times m^2]$$

$$I_2 = 0,204[kg \times m^2]$$

3.2.10. CÁLCULO DEL PESO DEL VOLANTE DE INERCIA

En el cálculo del peso del volante de inercia se consideran los pesos de la corona, cartela y corona interior, los mismos que fueron calculados en los numerales 3.2.1, 3.2.4 y 3.2.7.

$$G_T = G + G_1 + G_2 \quad (\text{Ec. 3.15})$$

Donde:

$$G_T = \text{peso del volante de inercia } [N]$$

$$G = \text{peso de la corona} = 1138,43[N]$$

$$G_1 = \text{peso de la cartela} = 511,68[N]$$

$$G_2 = \text{peso de la corona interna} = 342,76 [N]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.15, se tiene:

$$G_T = 1138,43 + 511,68 + 342,76 [N]$$

$$G_T = 1992,87[N]$$

La masa del volante de inercia viene dado por la sumatoria de las masas de la corona, cartela y corona interna calculados en los numerales 3.2.1, 3.2.4 y 3.2.7.

$$M_T = M_c + M_1 + M_2 \quad (\text{Ec. 3.16})$$

Donde:

$$M_T = \text{masa del volante de inercia [kg]}$$

$$M_c = \text{masa de la corona} = 116,04[\text{kg}]$$

$$M_1 = \text{masa de la cartela} = 52,16[\text{kg}]$$

$$M_2 = \text{masa de la corona interna} = 34,94 [\text{kg}]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.16, se tiene:

$$M_T = 116,04 + 52,16 + 34,94 [\text{kg}]$$

$$M_T = 203,14 [\text{kg}]$$

3.2.11. CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL VOLANTE

El momento de inercia del volante es la suma de los momentos de inercia de la corona, la corona interna y la cartela calculados en los numerales 3.2.3, 3.2.6, 3.2.9.

$$I_T = I_c + I_1 + I_2 \quad (\text{Ec. 3.17})$$

Donde:

$$I_T = \text{momento de inercia del volante [kg} \times \text{m}^2]$$

$$I_c = \text{momento de inercia de la corona} = 11,73[\text{kg} \times \text{m}^2]$$

$$I_1 = \text{momento de inercia de la cartela} = 2,03[\text{kg} \times \text{m}^2]$$

$$I_2 = \text{momento de inercia de la corona interna} = 0,204 [\text{kg} \times \text{m}^2]$$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.17, se tiene:

$$I_T = 11,73 + 2,03 + 0,204 [\text{kg} \times \text{m}^2]$$

$$I_T = 13,96[\text{kg} \times \text{m}^2]$$

3.2.12. CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE REVOLUCIONES POR MINUTO ANTES DEL ESTAMPADO

Las velocidades lineales (tangenciales) antes del estampado, tanto en el volante de inercia como en la polea del motor eléctrico se consideran iguales ya que el movimiento angular es transmitido por medio de las bandas. Igualando las expresiones de las velocidades tangenciales en el volante de inercia y en la polea, se tiene:

$$v_1 = v_2 \quad (\text{Ec. 3.18})$$

Donde:

$v_1 = \text{velocidad tangencial de la polea del motor eléctrico}$

$v_2 = \text{velocidad tangencial del volante de inercia}$

Se sabe que la velocidad que entrega el eje del motor es 1200[rpm], además se conocen los diámetros del volante de inercia y la polea que se utiliza en el motor. Remplazando las expresiones correspondientes para las velocidades tangenciales mencionadas en la ecuación 3.18, se obtiene la siguiente fórmula:

$$n_1 \times d_{polea} = n_2 \times d_{volante}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \times d_{polea}}{d_{volante}} \quad (\text{Ec. 3.19})$$

Donde:

$n_2 =$ número máximo de revoluciones por minuto antes del estampado [rpm]

$n_1 =$ número de revoluciones por minuto que entrega el motor = 1200 [rpm]

$d_{polea} =$ diámetro de la polea = 100 [mm]

$d_{volante} =$ diámetro del volante de inercia = 712 [mm]

Remplazando los datos en la ecuación 3.19, se tiene:

$$n_2 = \frac{1200 \times 100}{712} \text{ [rpm]}$$

$$n_2 = 168,54 \text{ [rpm]}$$

3.2.13. CÁLCULO DEL NÚMERO MEDIO DE REVOLUCIONES POR MINUTOS

El número medio de revoluciones por minuto viene dado por la siguiente ecuación, además se considera un grado de irregularidad de volantes de inercia para prensas entre 0,05 y 0,2²⁰, por lo que se tiene:

$$n_3 = \frac{n_2 \times 2}{2 + \psi} \quad (\text{Ec. 3.20})^{21}$$

Donde:

$n_3 =$ número medio de revoluciones por minuto [rpm]

²⁰ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 222

²¹ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 222

$n_2 = \text{número máximo de revoluciones antes del estampado} = 168,54[\text{rpm}]$

$\psi = \text{grado de irregularidad del volante de inercia} = 0,2$

Remplazando los datos en la ecuación 3.20, se tiene:

$$n_3 = \frac{168,54 \times 2}{2 + 0,2}$$

$$n_3 = 153,22[\text{rpm}]$$

3.2.14. CÁLCULO DEL NÚMERO MÍNIMO DE REVOLUCIONES POR MINUTOS DESPUÉS DEL RETARDO

El número mínimo de revoluciones por minuto después del retardo viene dado por la siguiente ecuación:

$$n_4 = \frac{n_3 \times (2 - \psi)}{2} \quad (\text{Ec. 3.21})^{22}$$

Donde:

$n_4 = \text{número mínimo de revoluciones por minuto despues del retardo}[\text{rpm}]$

$n_3 = \text{número medio de revoluciones por minuto} = 153,22[\text{rpm}]$

$\psi = \text{grado de irregularidad del volante de inercia} = 0,2$

Al remplazar los valores numéricos en la ecuación 3.21, se tiene:

$$n_4 = \frac{153,22 \times (2 - 0,2)}{2}$$

$$n_4 = 137,90[\text{rpm}]$$

²² ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 222

3.2.15. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MÁXIMA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA

La velocidad tangencial máxima sobre el radio medio de la corona viene dado por la siguiente ecuación:

$$v_2 = \frac{2\pi \times R_c \times n_2}{60} \quad (\text{Ec. 3.22})^{23}$$

Donde:

$$v_2 = \text{velocidad tangencial máxima sobre el radio medio de la corona} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$R_c = \text{radio medio de la corona} = 0,318[m]$$

$$n_2 = \text{número máximo de revoluciones por minuto antes del retardo} = 168,54[rpm]$$

Remplazando los datos en la ecuación 3.22, se tiene:

$$v_2 = \frac{2\pi \times 0,318 \times 168,54}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$v_2 = 5,61 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.2.16. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MEDIA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA

La velocidad tangencial media sobre el radio medio de la corona viene dado por la siguiente ecuación:

$$v_3 = \frac{2\pi \times R_c \times n_3}{60} \quad (\text{Ec. 3.23})^{24}$$

²³ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 224

Donde:

$$v_3 = \text{velocidad tangencia media sobre el radio medio de la corona} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$R_c = \text{radio medio de la corona} = 0,318[m]$$

$$n_3 = \text{número medio de revoluciones por minuto} = 153,22[rpm]$$

Remplazando los datos en la ecuación 3.23, se tiene:

$$v_3 = \frac{2\pi \times 0,318 \times 153,22}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$v_3 = 5,10 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.2.17. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL MÍNIMA SOBRE EL RADIO MEDIO DE LA CORONA

La velocidad tangencial mínima sobre el radio medio de la corona viene dado por la siguiente ecuación:

$$v_4 = \frac{2\pi \times R_c \times n_4}{60} \quad (\text{Ec. 3.24})^{25}$$

Donde:

$$v_4 = \text{velocidad tangencial mínima sobre el radio medio de la corona} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$R_c = \text{radio medio de la corona} = 0,318[m]$$

$$n_4 = \text{número mínimo de revoluciones por minuto antes del retardo} = 137,90[rpm]$$

²⁴ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 224

²⁵ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 224

Al remplazar los valores numéricos en la ecuación 3.24, se tiene:

$$v_4 = \frac{2\pi \times 0,318 \times 137,90}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$v_4 = 4,59 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.2.18. VERIFICACIÓN DEL GRADO DE IRREGULARIDAD

Para verificar si el grado de irregularidad escogido para las ecuaciones 3.6 y 3.7, se tiene la siguiente ecuación:

$$\psi = \frac{v_2 - v_4}{v_3} \quad (\text{Ec. 3.25})^{26}$$

Donde:

ψ = grado de irregularidad del volante de inercia

v_2 = velocidad tangencial máxima sobre el radio medio de la corona = $5,61 \left[\frac{m}{s} \right]$

v_3 = velocidad tangencial media sobre el radio medio de la corona = $5,10 \left[\frac{m}{s} \right]$

v_4 = velocidad tangencial mínima sobre el radio medio de la corona = $4,59 \left[\frac{m}{s} \right]$

Remplazando los datos en la ecuación 3.25, se tiene:

$$\psi = \frac{5,61 - 4,59}{5,10}$$

$$\psi = 0,2$$

²⁶ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 222

3.2.19. CÁLCULO DE LA CARRERA DEL MARTILLO DURANTE LA CUAL SE EJERCE LA PRESIÓN MÁXIMA

La carrera del martillo durante la cuál se ejerce la presión máxima nos ayuda para poder determinar el espesor máximo que se puede cortar con una potencia de 25 toneladas.

Para el cálculo se considera solo el peso de la corona ya que ésta se encuentra en condiciones de acumular una energía máxima y cederla en el momento oportuno. Para una mayor exactitud sería conveniente considerar también los pesos y momentos de inercia de las partes internas (cartela, corona interior, discos, embragues, etc.). A fines de simplificación consideramos solo la masa de la corona, admitiendo que ésta sea preponderante.²⁷

La carrera del martillo durante la cuál se ejerce la presión máxima viene dado por la siguiente ecuación:

$$Cp_{m\acute{a}x} = \frac{G \times v_3^2 \times \psi}{g \times P} \quad (\text{Ec. 3.26})^{28}$$

Donde:

$Cp_{m\acute{a}x}$ = carrera del martillo durante la cuál se ejerce la presión máxima [m]

G = peso de la corona = 1138,43[N]

v_3 = velocidad tangencial media sobre el radio medio de la corona = 5,10 $\left[\frac{m}{s}\right]$

ψ = grado de irregularidad del volante de inercia = 0,2

g = gravedad = 9,81 $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

²⁷ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 221

²⁸ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 226

$$P = \text{fuerza aplicada} = 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Remplazando los valores en la ecuación 3.26, se tiene:

$$Cp_{m\acute{a}x} = \frac{1138,43 \times 5,10^2 \times 0,2}{9,81 \times 245250} [m]$$

$$Cp_{m\acute{a}x} = 2,46 \times 10^{-3} [m] \approx 2,5 [mm]$$

Prácticamente, con una troqueladora de 25 toneladas, se puede cortar hasta espesores de 2,5 [mm].

3.2.20. DETERMINACION DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA EL VOLANTE

La potencia requerida para el volante de inercia se determina cuando se ejerce la máxima presión; es decir, casi al final de la carrera inferior del carro, y viene dado por la siguiente ecuación:

$$Pot_{req.} = \frac{Q \times Cp_{m\acute{a}x.} \times n_2}{4500 \times n_v \times \Omega} \quad (\text{Ec. 3.27})^{29}$$

Donde:

$Pot_{req.}$ = potencia para el volante de inercia [Hp]

Q = carga actuante [kg]

$Cp_{m\acute{a}x.}$ = carrera del martillo durante la cuál se ejerce la presión máxima =
 $2,46 \times 10^{-3} [m]$

n_v = número de revoluciones del volante por una vuelta de eje excéntrico = 1

n_2 = número máximo de revoluciones antes del estampado = 168,54 [rpm]

²⁹ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 226

Para prensas excéntricas, el rendimiento mecánico esta entre 0,85 y 0,9³⁰, entonces se tiene:

$$\Omega = \text{rendimiento mecánico} = 0,85$$

$$Q = \frac{P}{g}$$

$$Q = \frac{245250}{9,81} [kg]$$

$$Q = 25000 [kg]$$

Reemplazando los valores numéricos en la ecuación 3.27, se tiene:

$$Pot_{.req.} = \frac{25000 \times 0,00246 \times 168,54}{4500 \times 1 \times 0,85} [Hp]$$

$$Pot_{.req.} = 2,71 [Hp]$$

En pro de satisfacer el torque de arranque necesario, se incrementa la potencia calculada en un factor del 20%, obteniéndose una potencia requerida de 3.25 [Hp].

3.2.21. SELECCIÓN DEL MOTOR

El primer análisis se basa en la disponibilidad energética. El motor seleccionado necesita corriente eléctrica trifásica de 220 [V], entonces mediante la visita a la empresa (trabajo de campo) se constata que existe toma corrientes de este tipo, ya que en el lugar se utilizan otras máquinas para trabajos en chapas metálicas y utilizan motores del mismo tipo.

Conociendo la potencia requerida para el volante de inercia, calculada en el apartado anterior, se selecciona uno con las siguientes características:

³⁰ ROSSI, Mario; Trabajo en Frio de la Chapa; página 222

Velocidad del motor: 1200 [rpm]

Potencia: 3 [Hp]

Amperaje: 220 [A]

Velocidad nominal: 1175 [rpm]

Peso motor: 45 [Kg]

Las especificaciones del motor seleccionado se encuentran en el anexo A y en la fotografía 3.1 se muestra el motor eléctrico utilizado en la repotenciación de la máquina.



Fotografía 3.1. Motor utilizado en la repotenciación de la máquina

Fuente: Comercial “Mejía”

Elaboración: Propia

3.3. TRANSMISIÓN DE POTENCIA

3.3.1. SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

En el sistema poleas y bandas, se cuenta con las dimensiones de la polea que transmite el movimiento, el volante de inercia y la potencia del motor eléctrico.

La selección de la banda a emplear y su cantidad se realizan siguiendo el procedimiento desarrollado en el catálogo de la empresa DAYCO considerando que este es el tipo de bandas más comunes encontradas en el mercado ecuatoriano (Anexo B).

3.3.1.1. Determinación del factor de servicio.

Para determinar el factor de servicio primero se ubica en el manual de bandas el tipo de motor que se puede utilizar en la industria metalmecánica. De acuerdo a la tabla 2 del manual de bandas, página 7 se observa que para máquinas herramientas, específicamente prensas troqueladoras se aplica un factor tipo B. Con la ayuda del cálculo de la potencia del motor que es de 3 [Hp], 1200 [rpm] y el factor tipo B determinado anteriormente. En la tabla 3, página 8 del mismo manual, NEMA recomienda un motor del tipo Jaula de ardilla con una caída sobre el 250%.

En la figura 3.2 se puede apreciar la matriz del factor de servicio, en la que se ubica el literal “D” con un régimen de trabajo sobre el 250%, cruzando estos dos valores de forma diagonal se obtiene el factor de servicio que es igual a:

$$f_s = 1,5$$

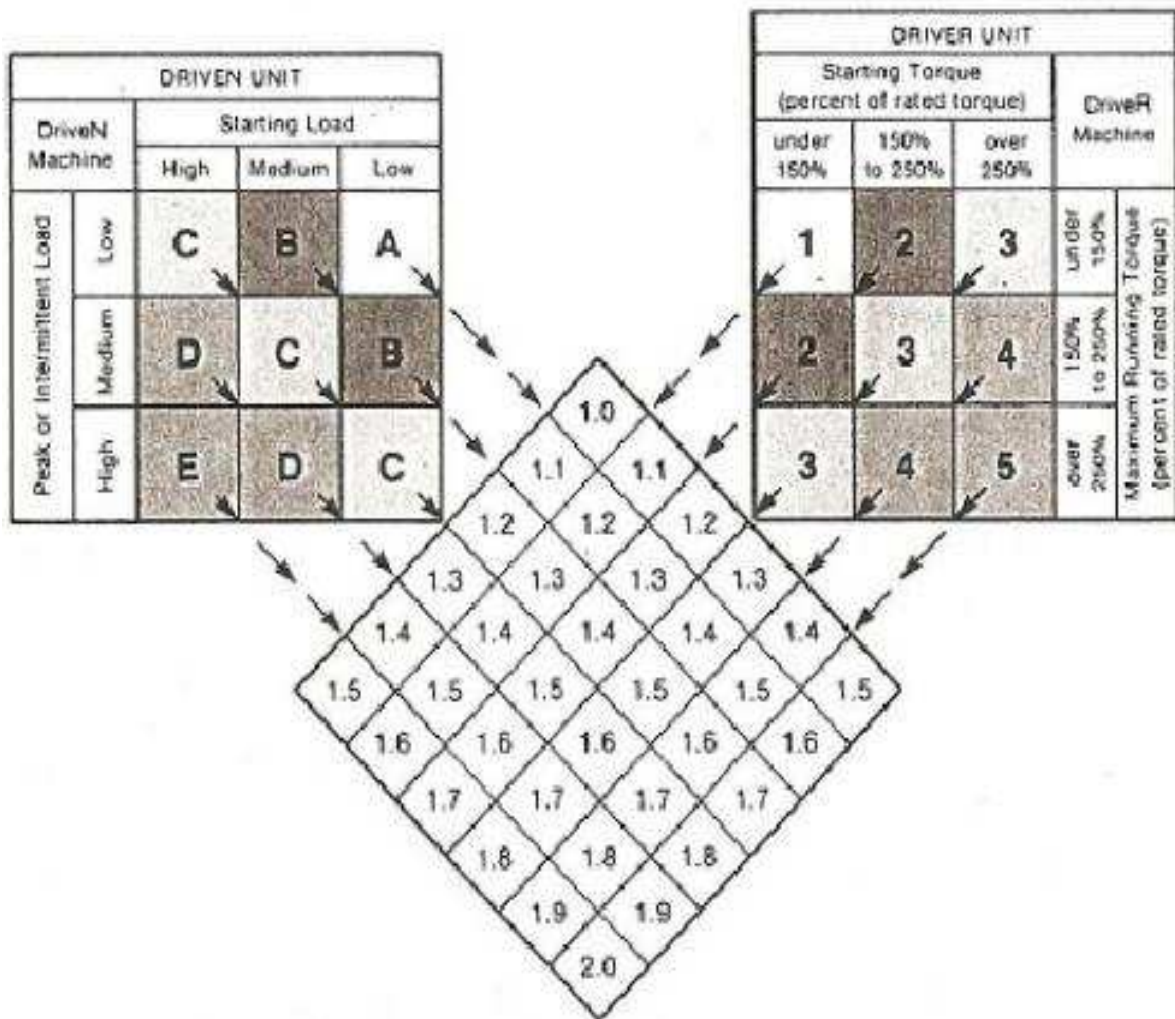


Figura 3.5. Matriz de factor de servicio

Fuente: DAYCO, Engineering Guide for Industrial V-Belt Drives

Elaboración: Propia

3.3.1.2. Cálculo de la potencia de diseño

$$P_{dis.} = P_{nom.} \times f_s \quad (\text{Ec. 3.28})^{31}$$

Donde:

$$P_{dis.} = \text{potencia de diseño [Hp]}$$

³¹ DAYCO, Engineering Guide for Industrial V-Belt Drives, página 4.

$P_{nom.}$ = potencia nominal entregada por el motor eléctrico = 3[Hp]

f_s = factor de servicio = 1,5

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.28, se tiene:

$$P_{dis.} = 3 \times 1,5 \text{ [Hp]}$$

$$P_{dis.} = 4,5 \text{ [Hp]}$$

3.3.1.3. Determinación del tipo de bandas y diámetro de las poleas

Con el dato calculado de la potencia de diseño y conocida la velocidad angular que entrega el motor eléctrico que es 1200[rpm], se usa el Manual de bandas para determinar el tipo de banda a utilizar y se tiene como resultado una banda tipo 3VX.

3.3.1.3.1. Cálculo de la relación de transmisión

La relación de transmisión está dada entre el volante de inercia cuyo diámetro es conocido y una polea motriz.

Para el cálculo de la relación de transmisión se consideran las revoluciones que entregan el motor eléctrico por medio de la polea y las que se reducen en el volante de inercia que son el número máximo de revoluciones por minuto antes del retardo, el mismo que se calculó en el numeral 3.2.12.

$$i = \frac{n_i}{n_2} \quad (\text{Ec. 3.29})$$

Donde:

i = relación de transmisión

n_i = número de revoluciones por minuto que entrega el motor eléctrico = 1200[rpm]

$$n_2 = \text{número máximo de revoluciones por minuto antes del retardo}$$

$$= 168,54[\text{rpm}]$$

Remplazando los valores en la ecuación 3.29, se tiene:

$$i = \frac{1200}{168,54}$$

$$i = 7,12 \approx 7$$

El diámetro de la polea se encuentra partiendo de la relación de transmisión deseada y los diámetros existentes en el mercado local.

La relación de reducción 7 a 1 se encuentra con los diámetros 712[mm] (conocido) y 100[mm] que existe en el mercado.

3.3.1.4. Selección del número de revoluciones por minuto del eje rotor y potencia por banda

De acuerdo a la relación de transmisión y la velocidad angular que entrega el motor eléctrico que es 1200[rpm], en la página 22 del manual de bandas se obtiene también el valor de las revoluciones del eje rotor que es igual a 163[rpm] y una potencia por banda que es igual a:

$$HP_b = 3,93$$

3.3.1.5. Determinación del factor de corrección por arco de contacto

Para determinar el factor de corrección por arco de contacto se observa la enmarcación señalada en el catálogo de bandas que se utilizó como factor tipo B (punch press) analizado anteriormente para determinar el factor de servicio. Posteriormente, en la página 23, con la enmarcación mencionada se elige un factor de corrección igual a:

$$f_1 = 0,9$$

3.3.1.6. Cálculo de la potencia corregida por banda

$$HP_{cb} = HP_b \times f_1 \quad (\text{Ec. 3.30})$$

Donde:

$$HP_{cb} = \text{potencia corregida por banda [Hp]}$$

$$HP_b = \text{potencia por banda} = 3,93[\text{Hp}]$$

$$f_1 = \text{factor de corrección por arco de contacto} = 0,9$$

Remplazando los valores en la ecuación 3.30, se tiene:

$$HP_{cb} = 3,93 \times 0,9$$

$$HP_{cb} = 3,5[\text{Hp}]$$

3.3.1.7. Cálculo del número de bandas

$$Z = \frac{P_{dis.}}{HP_{cb}} \quad (\text{Ec. 3.31})$$

Donde:

$$Z = \text{número de bandas}$$

$$P_{dis.} = \text{potencia de diseño} = 4,5[\text{Hp}]$$

$$HP_{cb} = \text{potencia corregida por banda} = 3,5[\text{Hp}]$$

Remplazando los valores en la ecuación 3.31, se tiene:

$$Z = \frac{4,5}{3,5}$$

$$Z = 1,3$$

Por aproximaciones realizadas en los cálculos, y por consideraciones de seguridad, durabilidad, y ancho del volante de inercia, se acepta el montaje de 2 bandas.

3.3.1.8. Determinación de la longitud de las bandas

La distancia entre centros está en función del espacio que ocupa la máquina y la posición en la que se requiere que se encuentre ubicado el motor eléctrico; además, tomando en cuenta que los ejes tanto del motor como del volante de inercia se encuentren paralelos y la polea se encuentren alineada correctamente al volante.

La longitud de la banda se calcula mediante la ecuación:

$$L = 2 \times C + 1,57(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4 \times C} \quad (\text{Ec. 3.32})^{32}$$

Donde:

$L = \text{longitud de la banda [mm]}$

$C = \text{distancia entre centros} = 910[\text{mm}]$

$D = \text{diámetro de la polea mayor (volante de inercia)} = 712[\text{mm}]$

$d = \text{diámetro de la polea menor} = 100[\text{mm}]$

Remplazando los valores numéricos en la ecuación 3.32, tenemos:

$$L = 2 \times 910 + 1,57(712 + 100) + \frac{(712-100)^2}{4 \times 910} [\text{mm}]$$

$$L = 3197,74[\text{mm}]$$

³² SHIGLEY, Diseño en Ingeniería Mecánica, McGraw-Hill, Quinta Edición, pg. 762.

3.4. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA

Para determinar el factor de seguridad primero se deben determinar las cargas externas actuantes sobre la estructura.

3.4.1. CARGAS ACTUANTES SOBRE LA ESTRUCTURA

Las cargas actuantes sobre la estructura son las debidas a los pesos de los elementos constitutivos de la máquina.

El peso de los elementos que ejercen las fuerzas sobre la estructura se encuentra mediante el software Autodesk Inventor debido a la complejidad de su geometría.

3.4.1.1.1. Cargas debido al peso del volante de inercia

Se considera el peso del volante de inercia con su respectiva tapa.

Como se observa en la figura 3.6 y 3.7, entre las propiedades físicas del volante de inercia, se encuentra su masa.



Figura 3.6. Volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

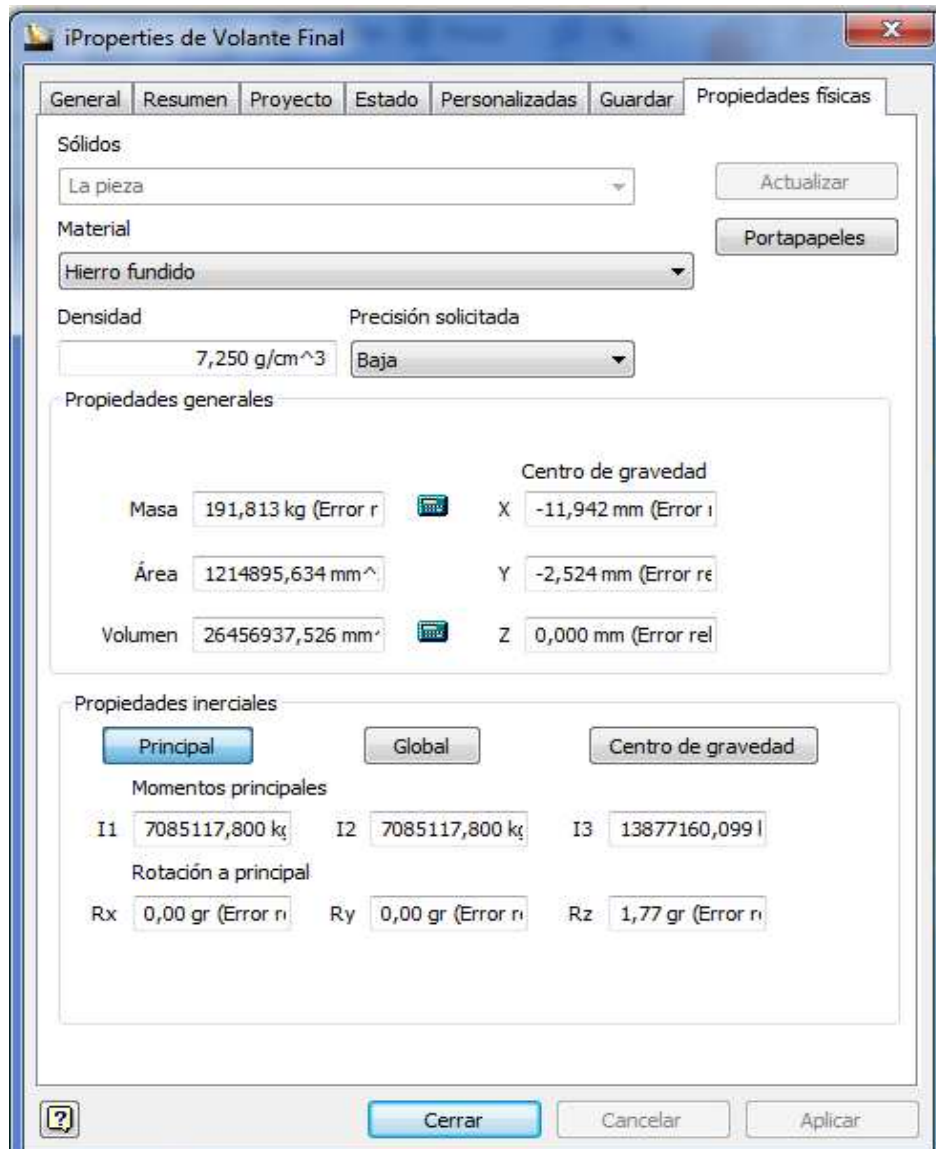


Figura 3.7. Propiedades físicas del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.7, la masa del volante de inercia es:

$$m_{1a} = 191,813[kg]$$

Por lo tanto el peso del volante de inercia es:

$$P_{1a} = m_{1a} \times g \quad (\text{Ec. 3.33})$$

$$P_{1a} = 191,813 \times 9,81 = 1881,69[N]$$

Como se observa en la figura 3.8 y 3.9, entre las propiedades físicas de la tapa del volante de inercia, se encuentra su masa.

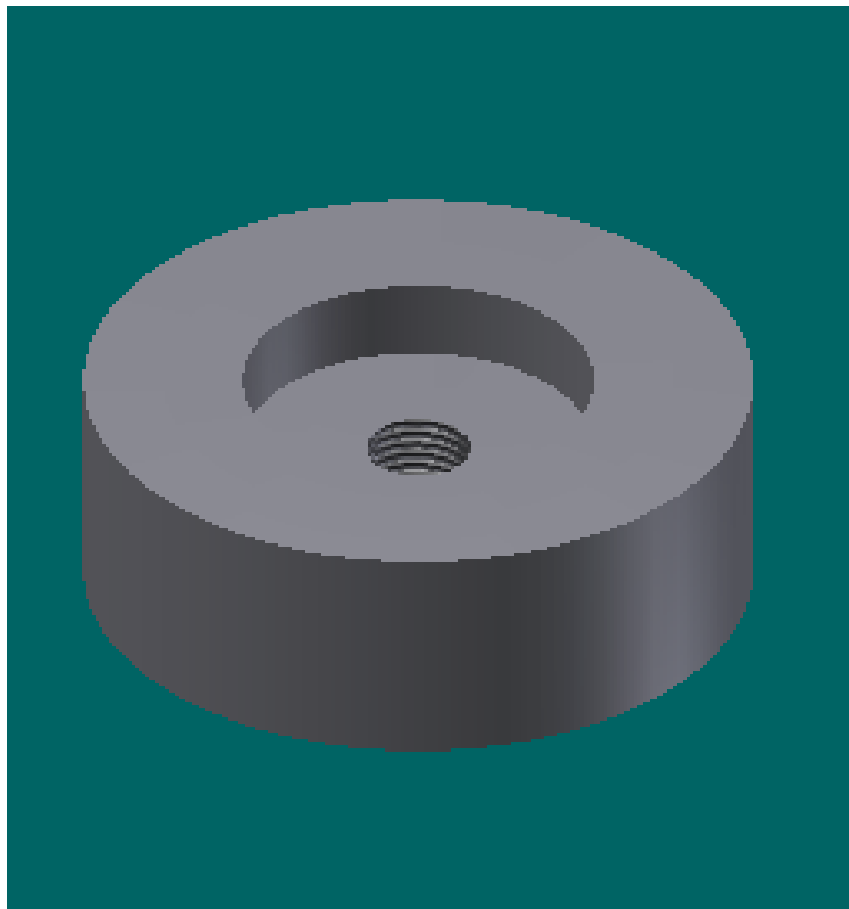


Figura 3.8. Tapa del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

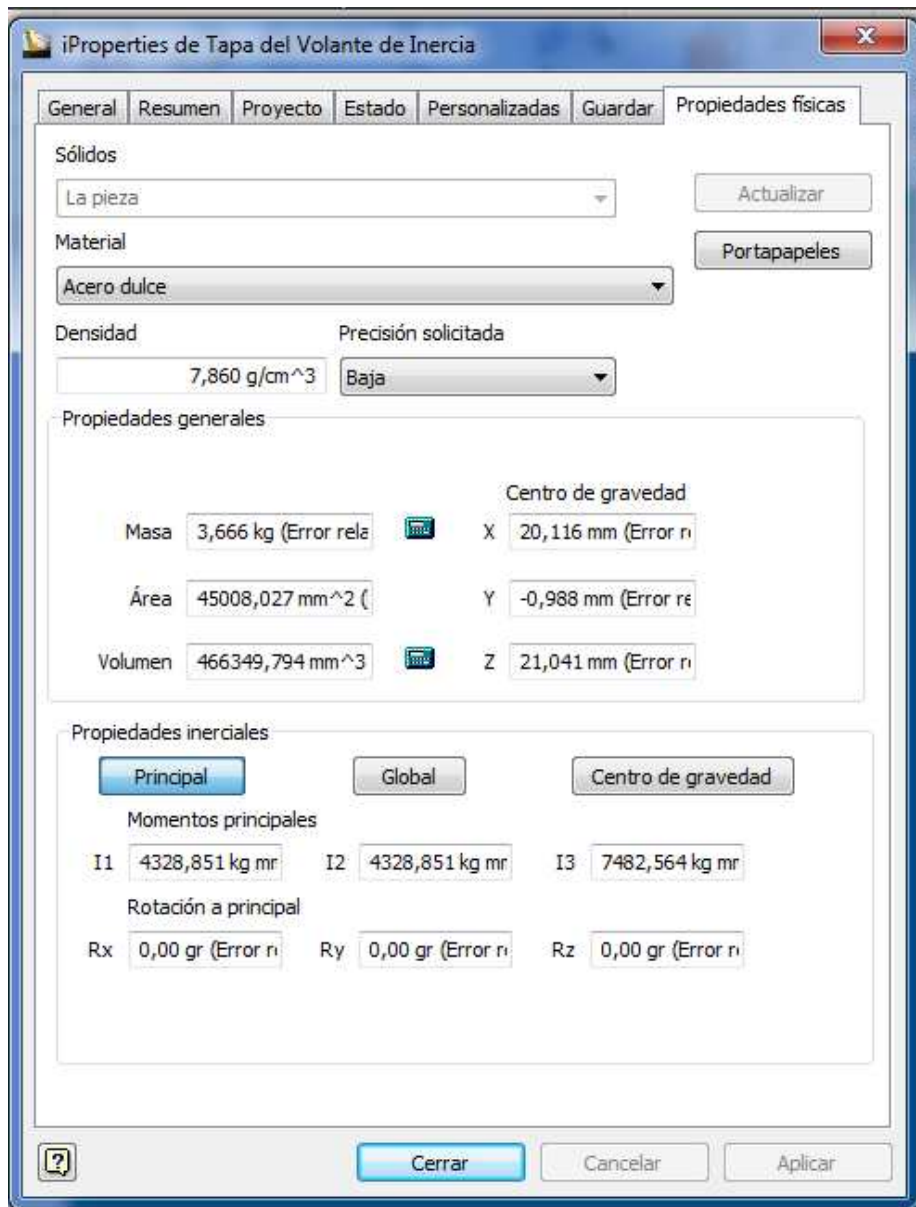


Figura 3.9. Propiedades físicas de la tapa del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.9, la masa de la tapa del volante de inercia es:

$$m_{2a} = 3,637[kg]$$

Por lo tanto el peso de la tapa del volante de inercia es:

$$P_{2a} = m_{2a} \times g \quad (\text{Ec. 3.34})$$

$$P_{2a} = 3,667 \times 9,81 = 35,97[N]$$

El peso total del conjunto volante de inercia-tapa es igual a la suma de los pesos encontrados anteriormente, por lo tanto:

$$P_a = P_{1a} + P_{2a} \quad (\text{Ec. 3.35})$$

$$P_a = 1881,69 + 35,97 = 1917,66[N]$$

3.4.1.1.2. Cargas debido al peso del eje excéntrico

Se considera los pesos de todos los componentes del eje excéntrico, como son la manzana, freno y eje excéntrico.

Como se observa en la figura 3.10 y 3.11, entre las propiedades físicas del eje excéntrico y la manzana, se encuentra su masa.

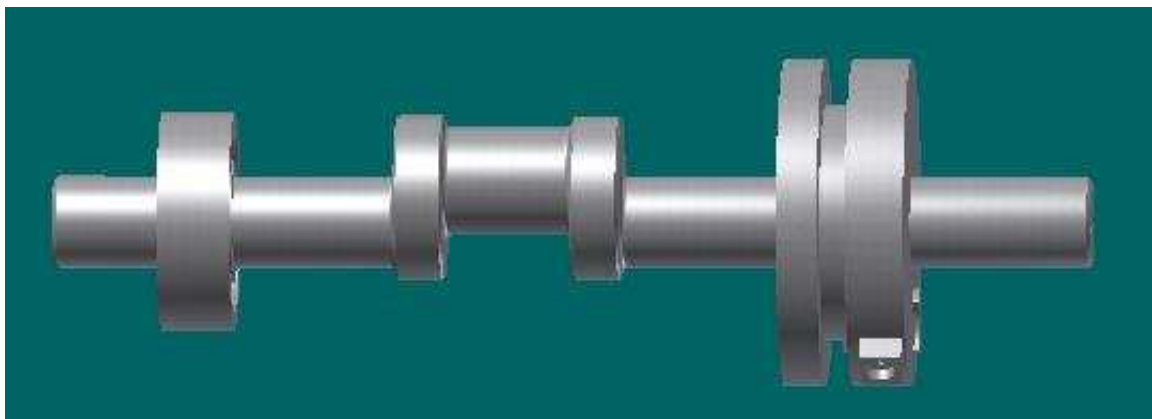


Figura 3.10. Eje excéntrico y manzana

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

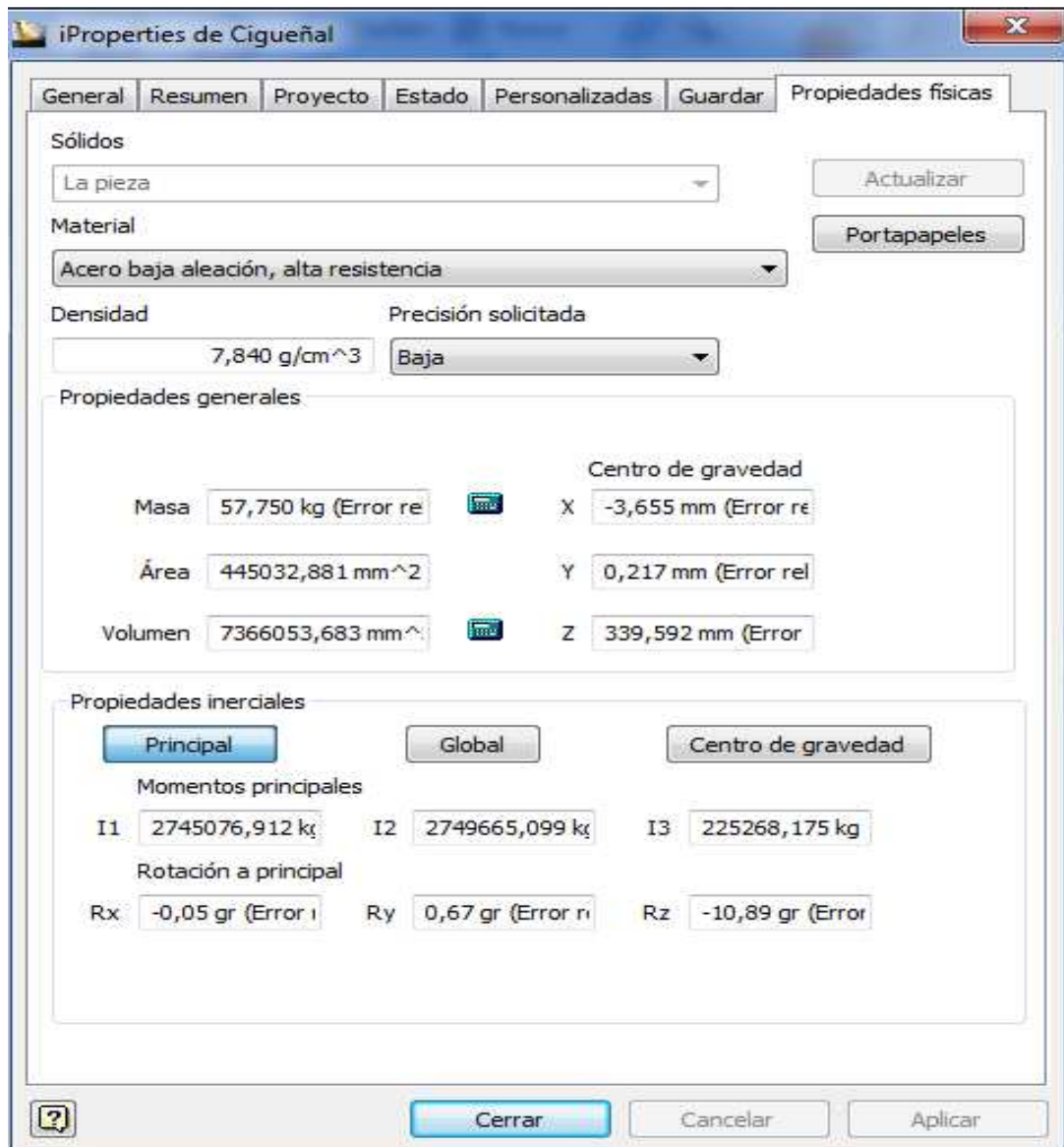


Figura 3.11. Propiedades físicas del eje excéntrico y manzana

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.11, la masa del conjunto eje excéntrico y manzana es:

$$m_{1b} = 57,750[kg]$$

Por lo tanto el peso de este conjunto es:

$$P_{1b} = m_{1b} \times g \quad (\text{Ec. 3.36})$$

$$P_{1b} = 57,750 \times 9,81 = 566,53[N]$$

Como se observa en la figura 3.12 y 3.13, entre las propiedades físicas del freno se encuentra su masa. Cabe mencionar que se tiene dos partes iguales que constituyen el freno en sí.



Figura 3.12. Freno

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

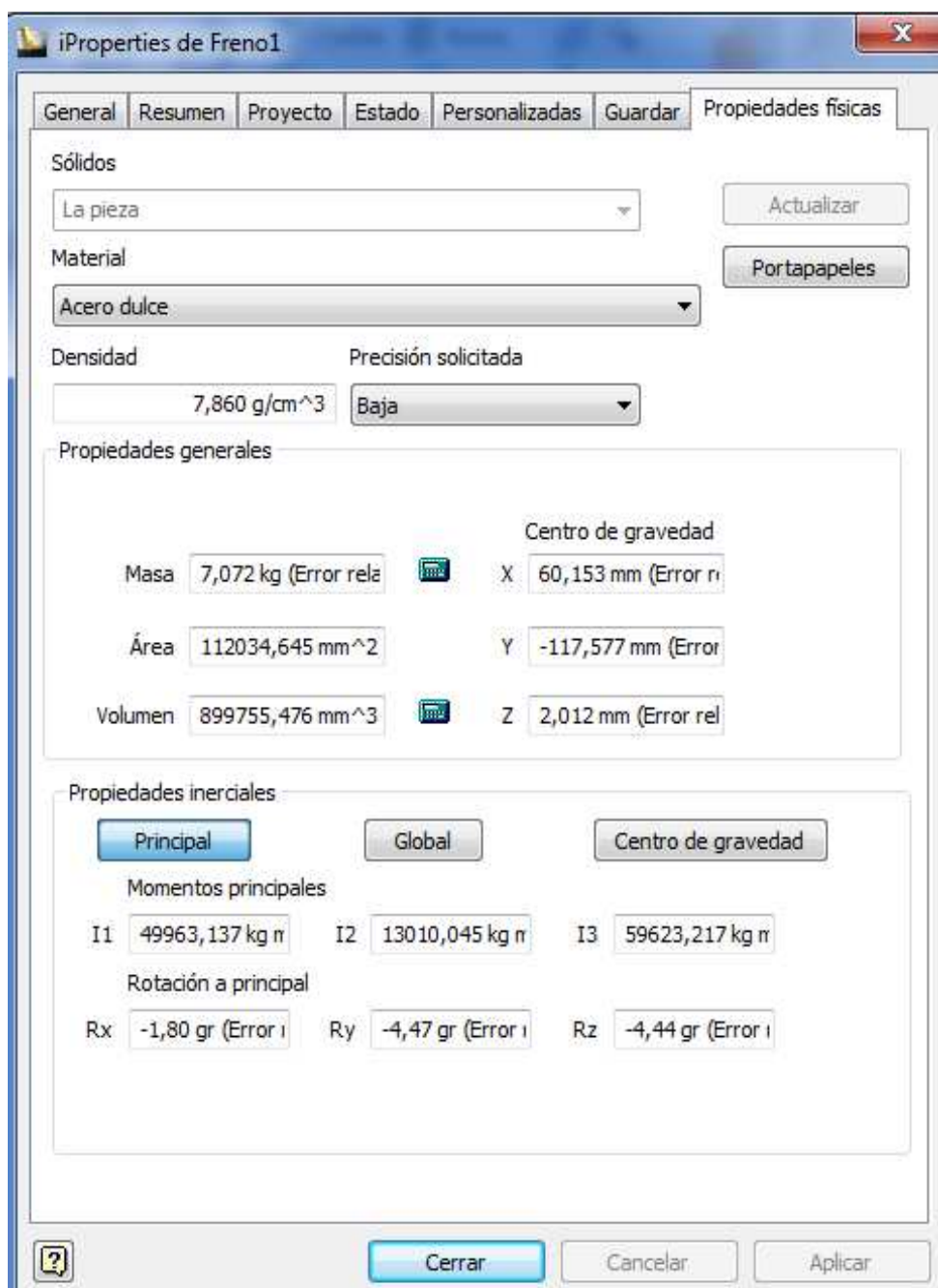


Figura 3.13. Propiedades físicas del freno

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.13, la masa del freno es:

$$m_{2b} = 7,072[kg]$$

Por lo tanto el peso del freno es:

$$P_{2b} = m_{2b} \times g \quad (\text{Ec. 3.37})$$

$$P_{2b} = 7,072 \times 9,81 = 69,38[N]$$

Como el freno se divide en dos partes, tenemos:

$$2P_{2b} = 2 \times 69,38 = 138,75[N]$$

El peso total del conjunto eje excéntrico-manzana-freno es igual a la suma de los pesos respectivos del conjunto, por lo tanto:

$$P_b = P_{1b} + 2P_{2b} \quad (\text{Ec. 3.38})$$

$$P_b = 566,53 + 138,75 = 705,28[N]$$

3.4.1.1.3. Cargas debido al peso de la biela

Para determinar el peso de la biela, también se considera a la tapa dentro de éste.

Como se observa en la figura 3.14 y 3.15, entre las propiedades físicas de la biela, se encuentra su masa.

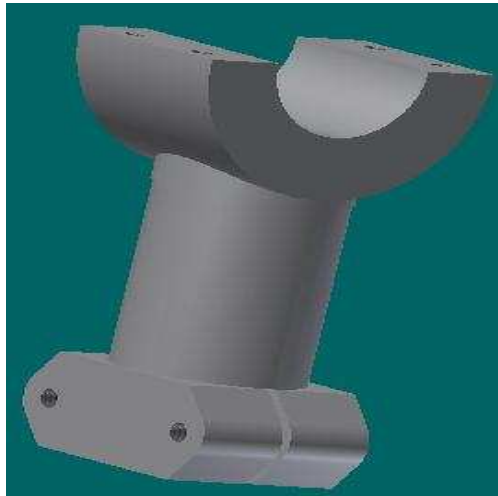


Figura 3.14. Biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

The screenshot shows the 'iPropiedades de biela' dialog box with the following data:

Propiedades físicas	
Sólidos	La pieza
Material	Acero dulce
Densidad	7,860 g/cm ³
Precisión solicitada	Baja
Propiedades generales	
Masa	16,250 kg (Error re)
Área	176805,953 mm ²
Volumen	2067407,611 mm ³
Centro de gravedad	
X	-7,087 mm (Error re)
Y	99,323 mm (Error n)
Z	50,000 mm (Error n)
Propiedades inerciales	
Principal (seleccionado)	
Global	
Centro de gravedad	
Momentos principales	
I1	123125,351 kg
I2	37414,400 kg m ²
I3	130498,027 kg
Rotación a principal	
Rx	0,00 gr (Error n)
Ry	0,00 gr (Error n)
Rz	0,00 gr (Error n)

Figura 3.15. Propiedades físicas de la biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.15, la masa de la biela es:

$$m_{1c} = 16,250[kg]$$

Por lo tanto el peso de la biela es:

$$P_{1c} = m_{1c} \times g \quad (\text{Ec. 3.39})$$

$$P_{1c} = 16,250 \times 9,81 = 159,41[N]$$

En las figuras 3.16 y 3.17 entre las propiedades físicas de la tapa de la biela, se encuentra su masa.

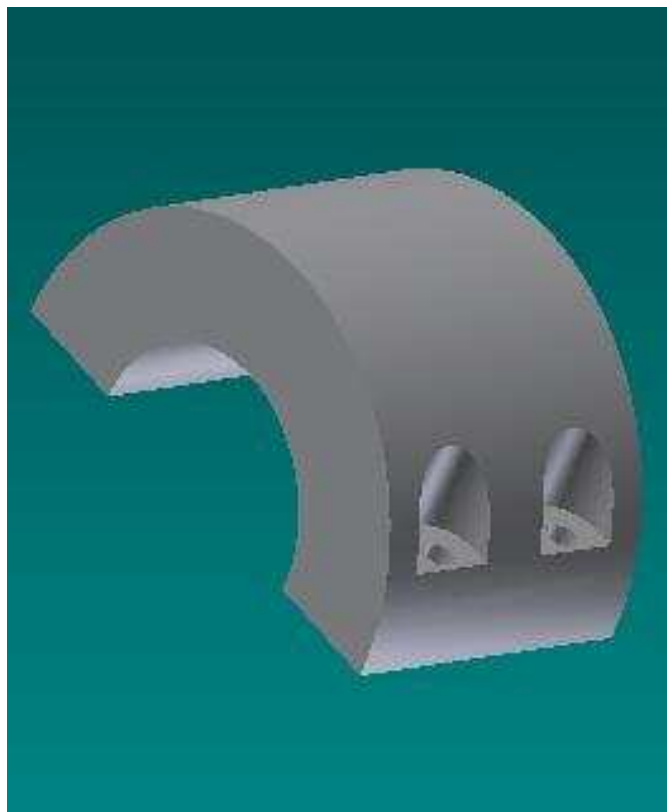


Figura 3.16. Tapa de la biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

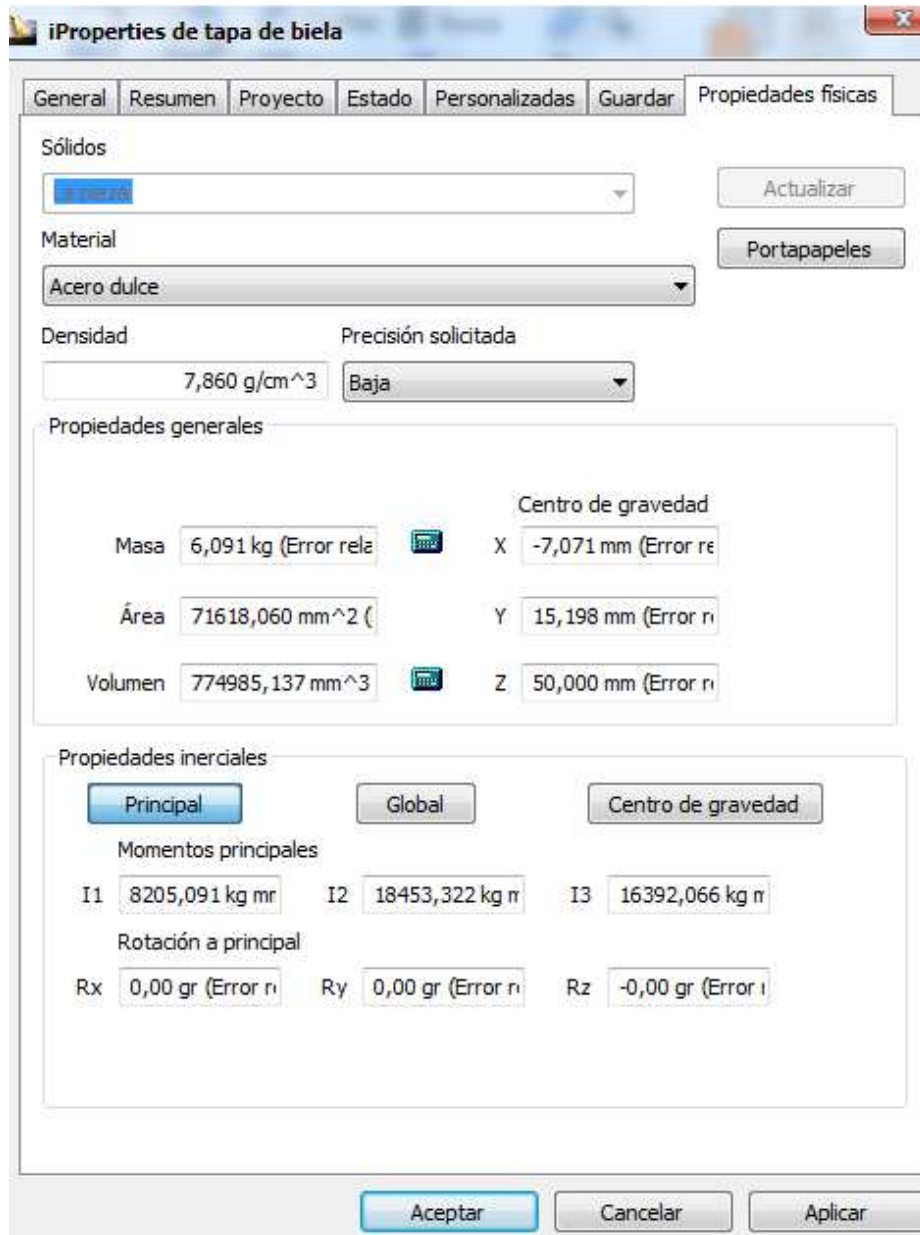


Figura 3.17. Propiedades físicas de la tapa de la biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.17, la masa de la tapa de la biela es:

$$m_{2c} = 6,091[kg]$$

Por lo tanto el peso de la tapa de la biela es:

$$P_{2c} = m_{2c} \times g \quad (\text{Ec. 3.40})$$

$$P_{2c} = 6,091 \times 9,81 = 59,75[N]$$

El peso total del conjunto biela-tapa es igual a la suma de los pesos respectivos del conjunto, por lo tanto:

$$P_c = P_{1c} + P_{2c} \quad (\text{Ec. 3.41})$$

$$P_c = 159,41 + 59,75 = 219,16[N]$$

3.4.1.1.4. Cargas debido al peso del tornillo de regulación

En las figuras 3.18 y 3.19 entre las propiedades físicas del tornillo de regulación, se encuentra su masa.

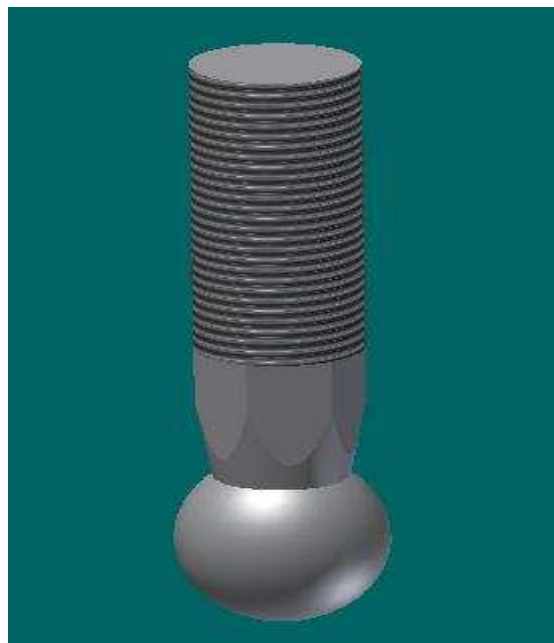


Figura 3.18. Tornillo de regulación

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

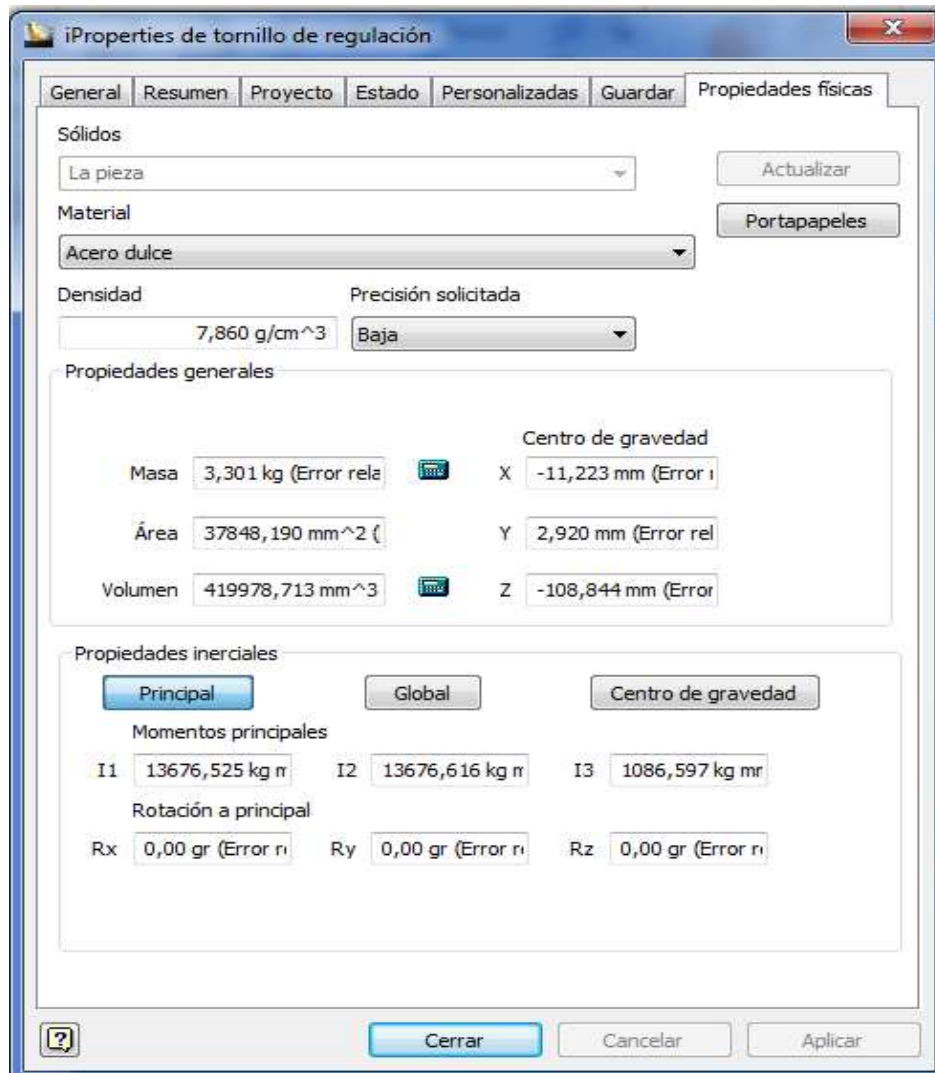


Figura 3.19. Propiedades físicas del tornillo de regulación

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.19, la masa del tornillo de regulación es:

$$m_a = 3,301[kg]$$

Por lo tanto el peso del tornillo de regulación es:

$$P_d = m_d \times g \quad (\text{Ec. 3.42})$$

$$P_d = 3,301 \times 9,81 = 32,38[N]$$

3.4.1.1.5. Cargas debido al peso de la mesa

En las figuras 3.20 y 3.21 entre las propiedades físicas de la mesa, se encuentra su masa.

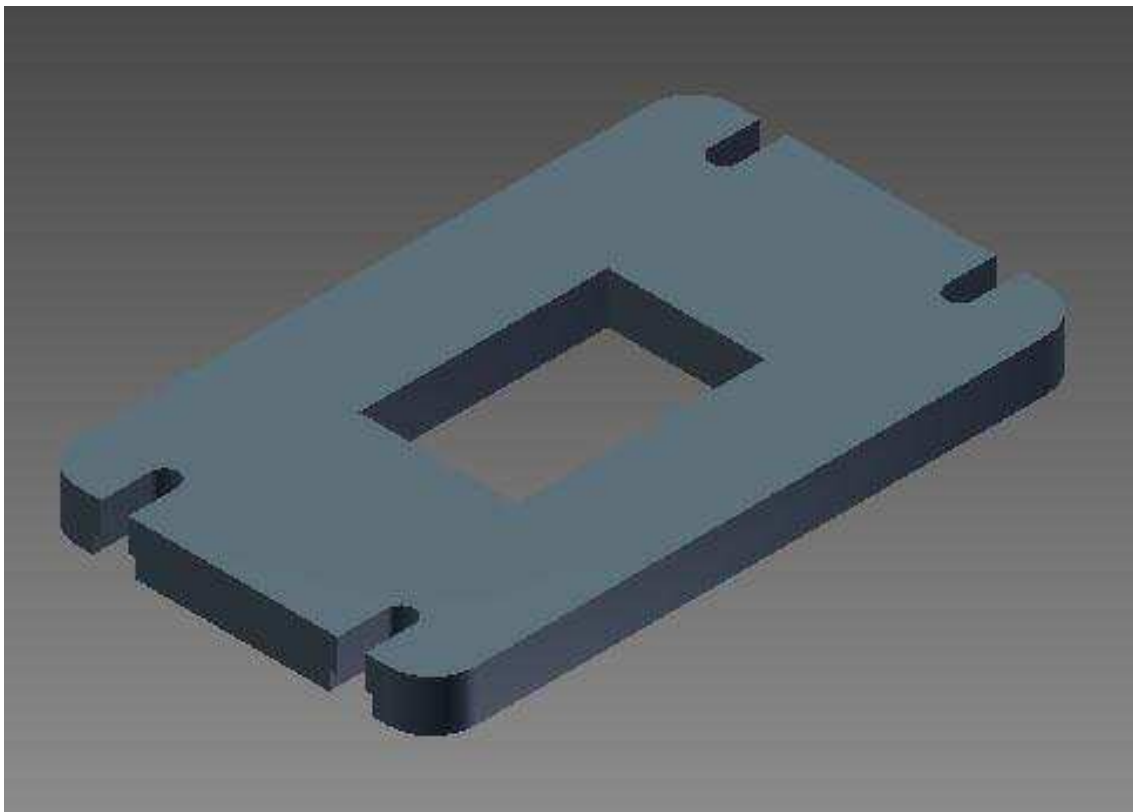


Figura 3.20. Mesa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

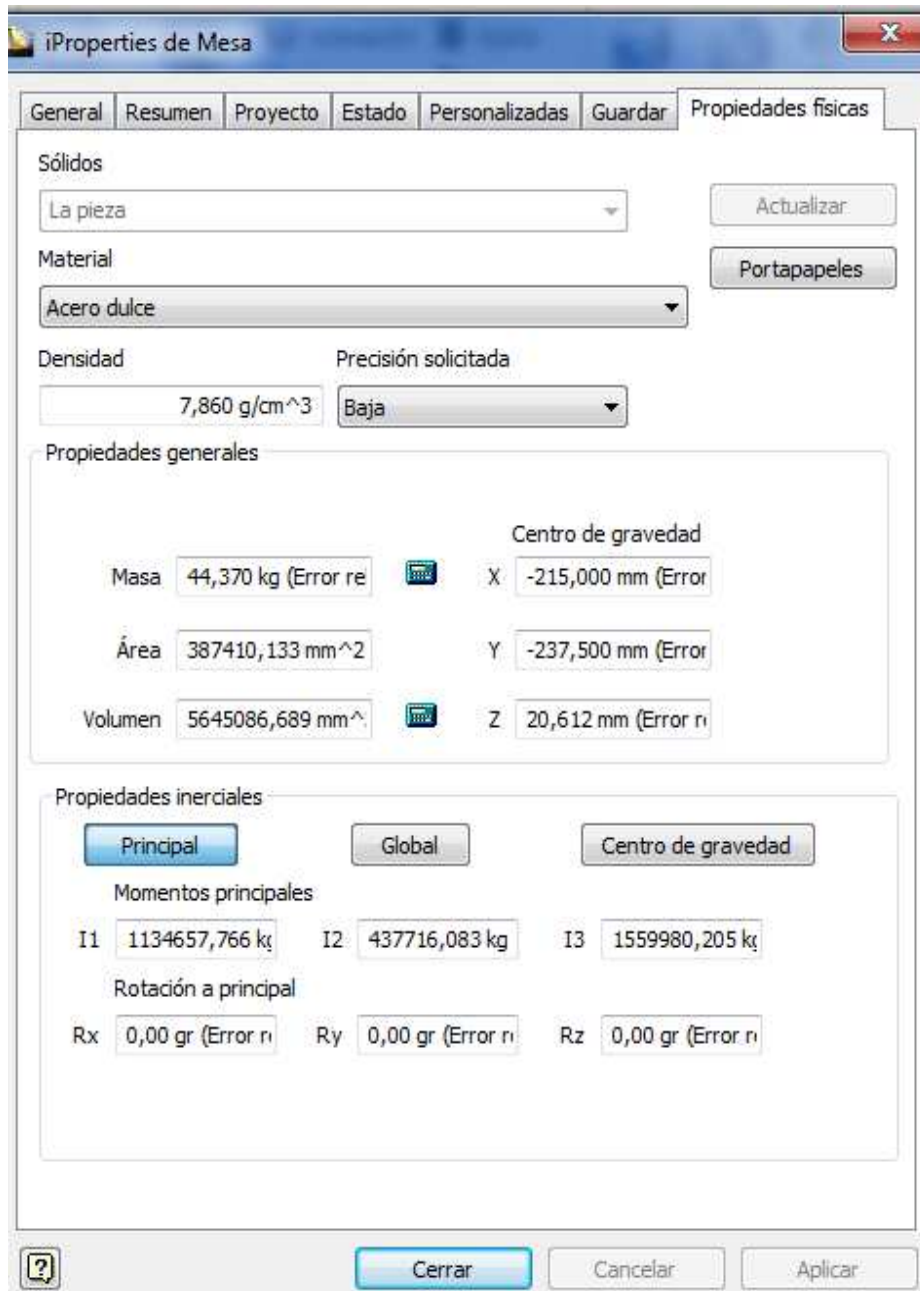


Figura 3.21. Propiedades físicas de la mesa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.21, la masa de la mesa es:

$$m_e = 44,370[kg]$$

Por lo tanto el peso de la mesa es:

$$P_e = m_e \times g \quad (\text{Ec. 3.43})$$

$$P_e = 44,370 \times 9,81 = 435,27[N]$$

3.4.1.1.6. Cargas debido al peso del martillo

Para encontrar el peso del martillo, se considera un conjunto troquel-mordaza-inserto.

En las figuras 3.22 y 3.23, entre las propiedades físicas del martillo, se encuentra su masa.

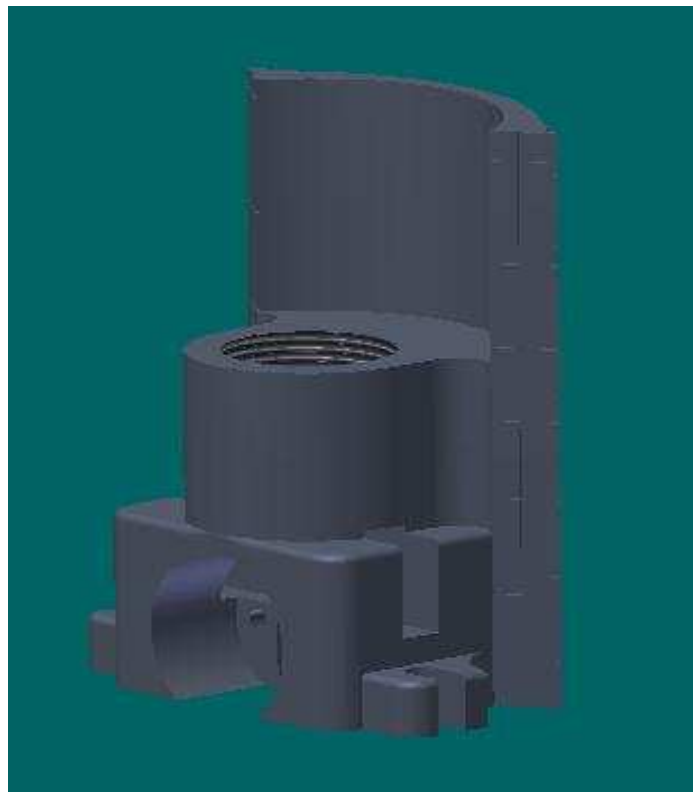


Figura 3.22. Martillo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

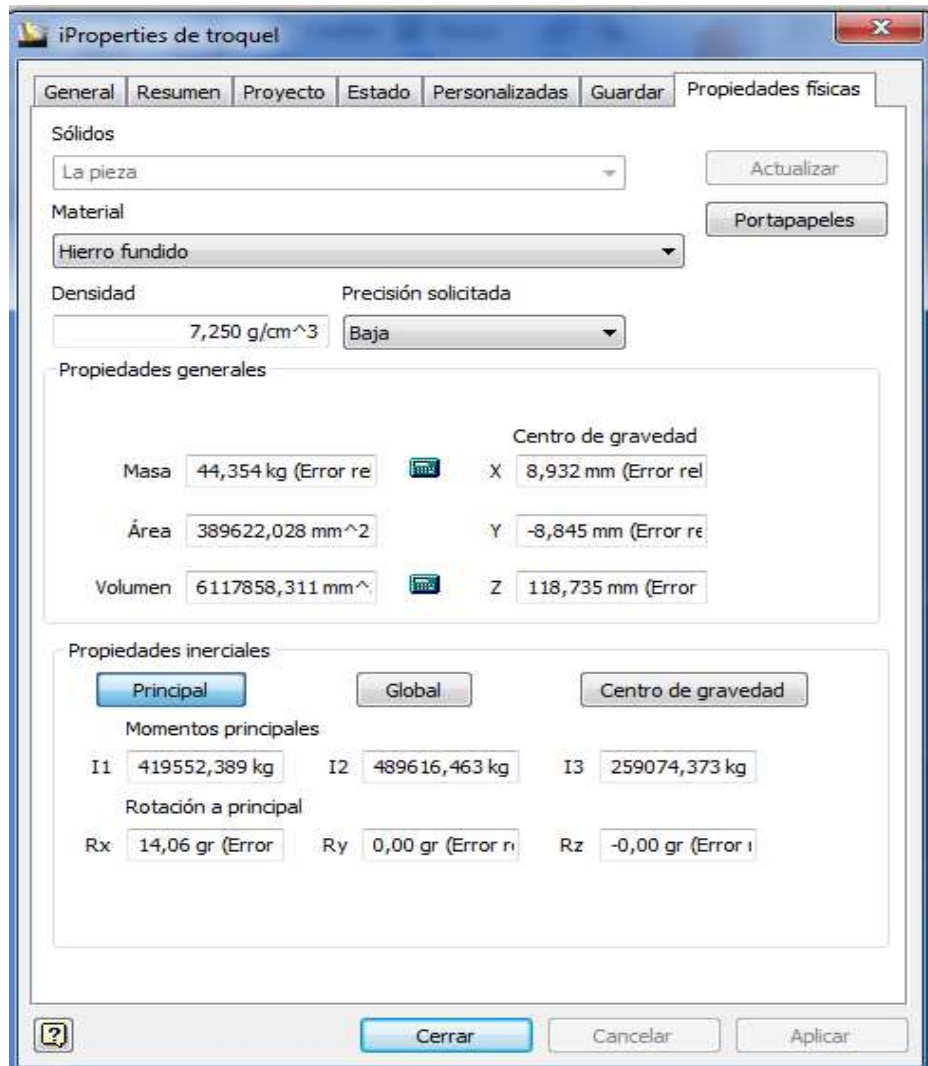


Figura 3.23. Propiedades físicas del troquel

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.23, la masa del martillo es:

$$m_{1f} = 44,354[kg]$$

Por lo tanto el peso del troquel es:

$$P_{1f} = m_{1f} \times g \quad (\text{Ec. 3.44})$$

$$P_{1f} = 44,354 \times 9,81 = 435,11[N]$$

En las figuras 3.24 y 3.25, entre las propiedades físicas del inserto, se encuentra su masa.



Figura 3.24. Inserto

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

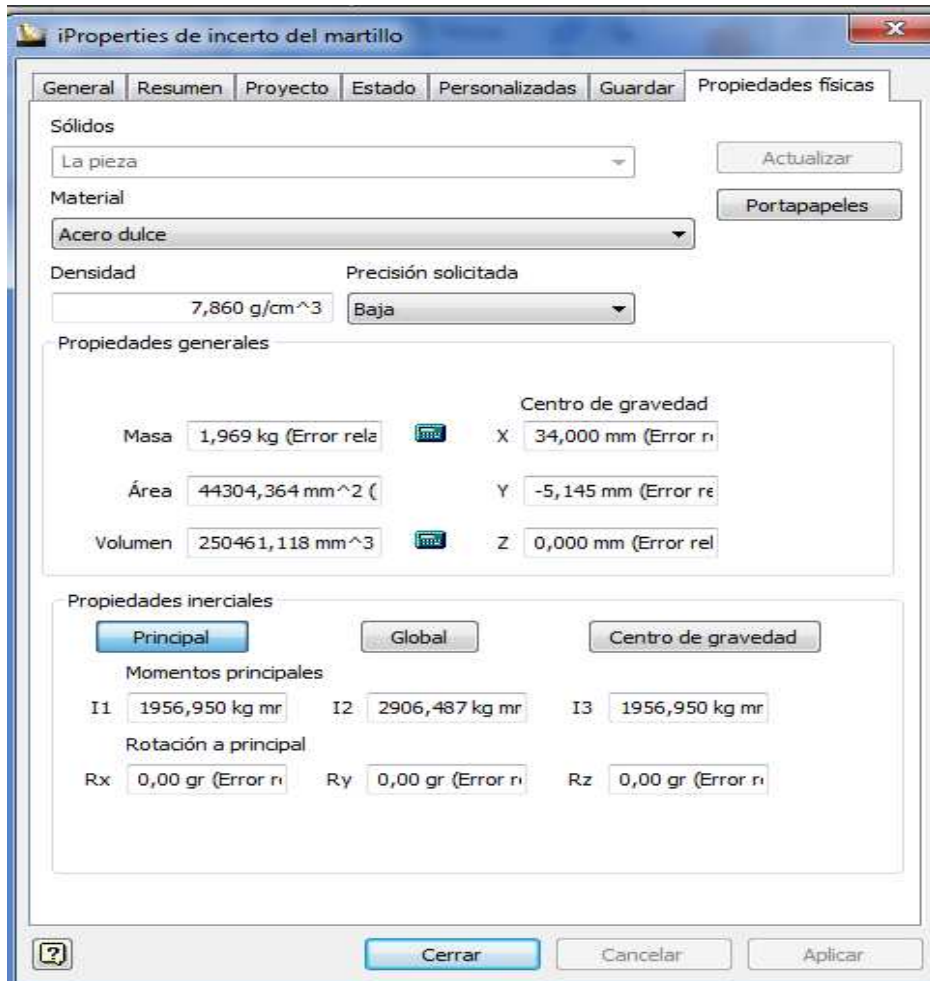


Figura 3.25. Propiedades físicas del inserto

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.25, la masa del inserto del martillo es:

$$m_{2f} = 1,969[\text{kg}]$$

Por lo tanto el peso del inserto del martillo es:

$$P_{2f} = m_{2f} \times g \quad (\text{Ec. 3.45})$$

$$P_{2f} = 1,969 \times 9,81 = 19,32[N]$$

En las figuras 3.26 y 3.27 entre las propiedades físicas de la mordaza, se encuentra su masa.

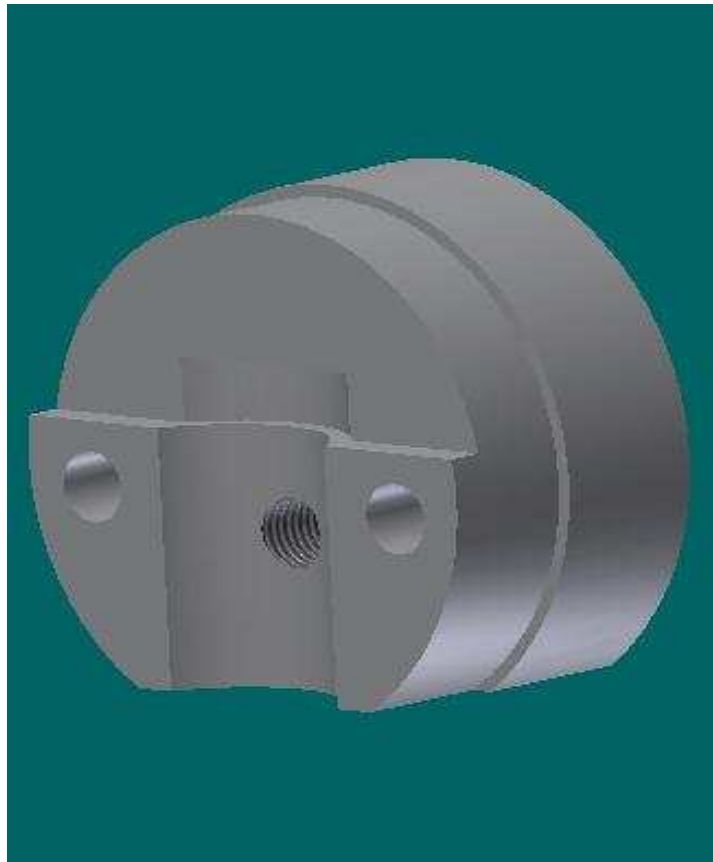


Figura 3.26. Mordaza

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

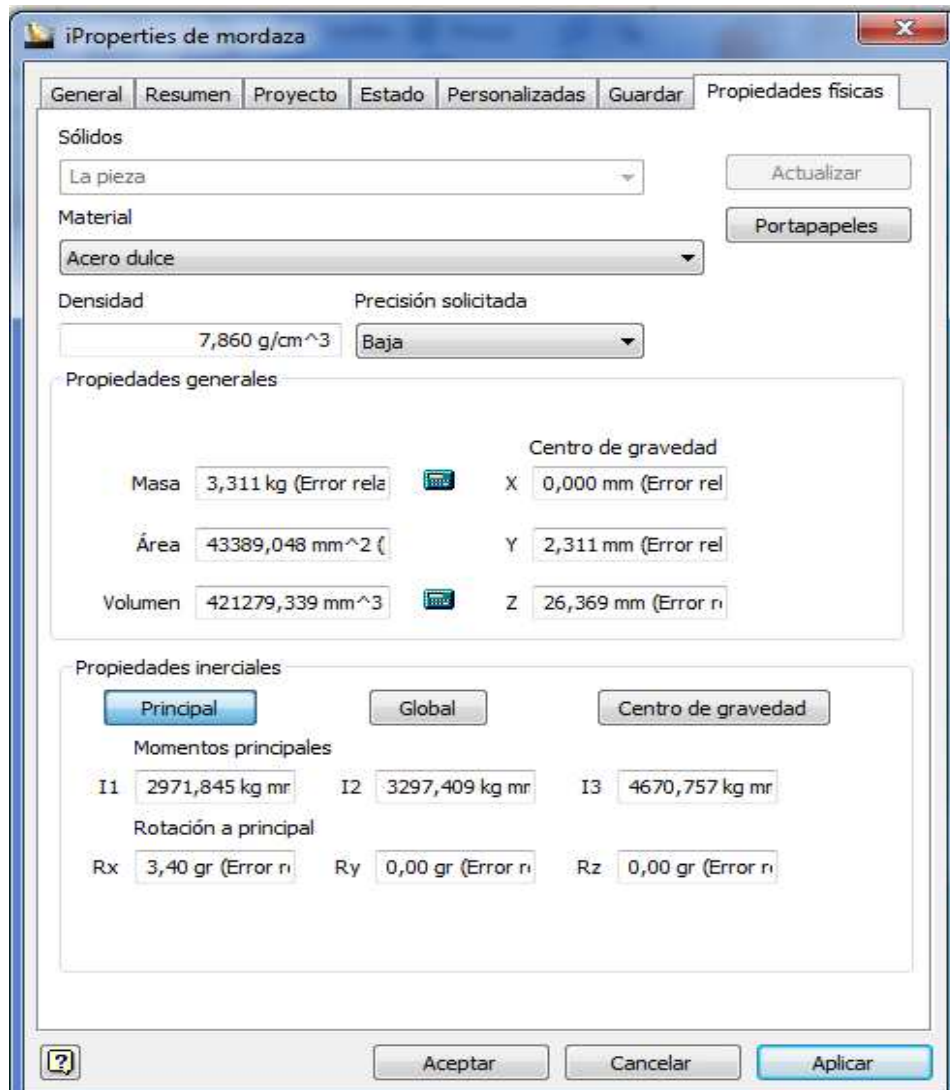


Figura 3.27. Propiedades físicas de la mordaza

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.27, la masa de la mordaza es:

$$m_{3f} = 3,311[kg]$$

Por lo tanto el peso de la mordaza es:

$$P_{3f} = m_{3f} \times g \quad (\text{Ec. 3.46})$$

$$P_{3f} = 3,311 \times 9,81 = 32,48[N]$$

El peso total del martillo es igual a la suma de los pesos respectivos del conjunto, por lo tanto:

$$P_f = P_{1f} + P_{2f} + P_{3f} \quad (\text{Ec. 3.47})$$

$$P_f = 435,11 + 19,32 + 32,48 = 486,91[N]$$

3.4.1.1.7. Cargas debido al peso del motor

Para el cálculo del peso del motor eléctrico a utilizarse, se considera el conjunto motor-polea con sus respectivas masas.

Como se puede apreciar en el numeral 3.2.21, la masa del motor eléctrico seleccionado para transmitir la potencia es 45 [kg]; por lo tanto, el peso del motor es:

$$P_m = m_m \times g \quad (\text{Ec. 3.48})$$

$$P_m = 45 \times 9,81 = 441,45[N]$$

En las figuras 3.28 y 3.29, entre las propiedades físicas de la polea, se encuentra su masa.

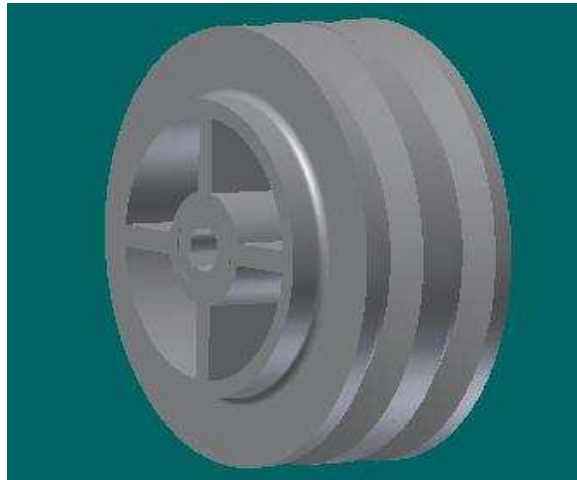


Figura 3.28. Polea

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

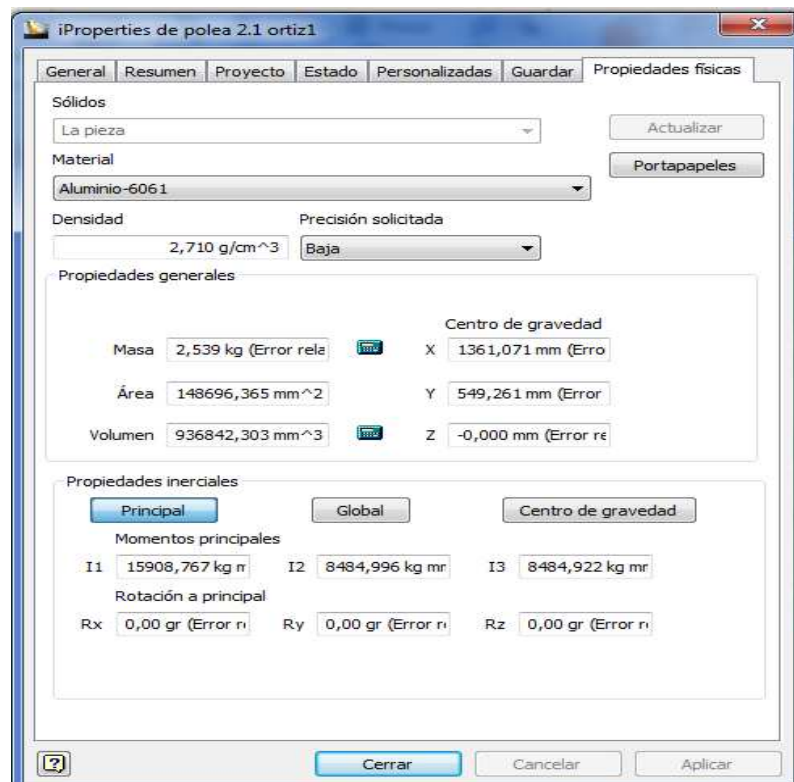


Figura 3.29. Propiedades físicas de la polea

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.29, la masa de la polea es:

$$m_p = 2,539[kg]$$

Por lo tanto el peso de la polea es:

$$P_p = m_p \times g \quad (\text{Ec. 3.49})$$

$$P_p = 2,539 \times 9,81 = 24,91[N]$$

El peso total del conjunto motor es igual a la sumatoria de los pesos del motor y polea, por lo tanto:

$$P_g = P_m + P_p \quad (\text{Ec. 3.50})$$

$$P_g = 441,45 + 24,91 = 466,36[N]$$

3.4.1.1.8. Cargas debido al peso de los bocines

Se consideran todos los bocines que componen la máquina, los mismos que corresponden a la biela, cigüeñal, freno, tornillo de regulación y volante de inercia.

En las figuras 3.30 y 3.31 se muestran tanto el bocín de biela como sus propiedades físicas.

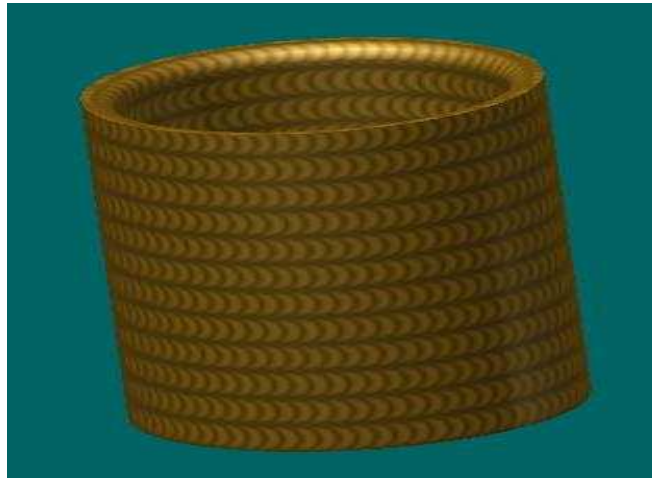


Figura 3.30. Bocín de biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

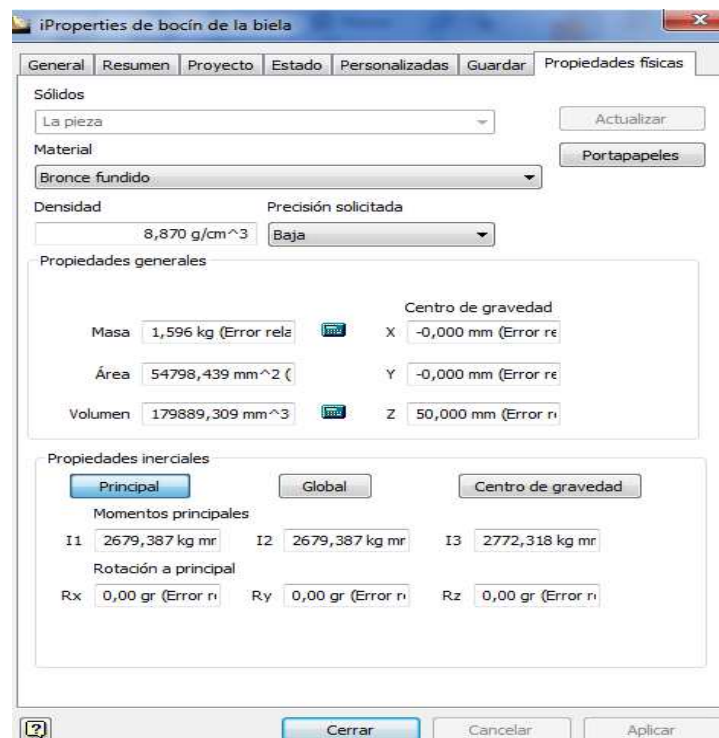


Figura 3.31. Propiedades físicas del bocín de biela

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.31, la masa del bocín de biela es:

$$m_{1h} = 1,596[kg]$$

Por lo tanto el peso del bocín de biela es:

$$P_{1h} = m_{1h} \times g \quad (\text{Ec. 3.51})$$

$$P_{1h} = 1,596 \times 9,81 = 15,66[N]$$

En las figuras 3.32 y 3.33 se muestran tanto el bocín del cigüeñal como sus propiedades físicas.



Figura 3.32. Bocín del cigüeñal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

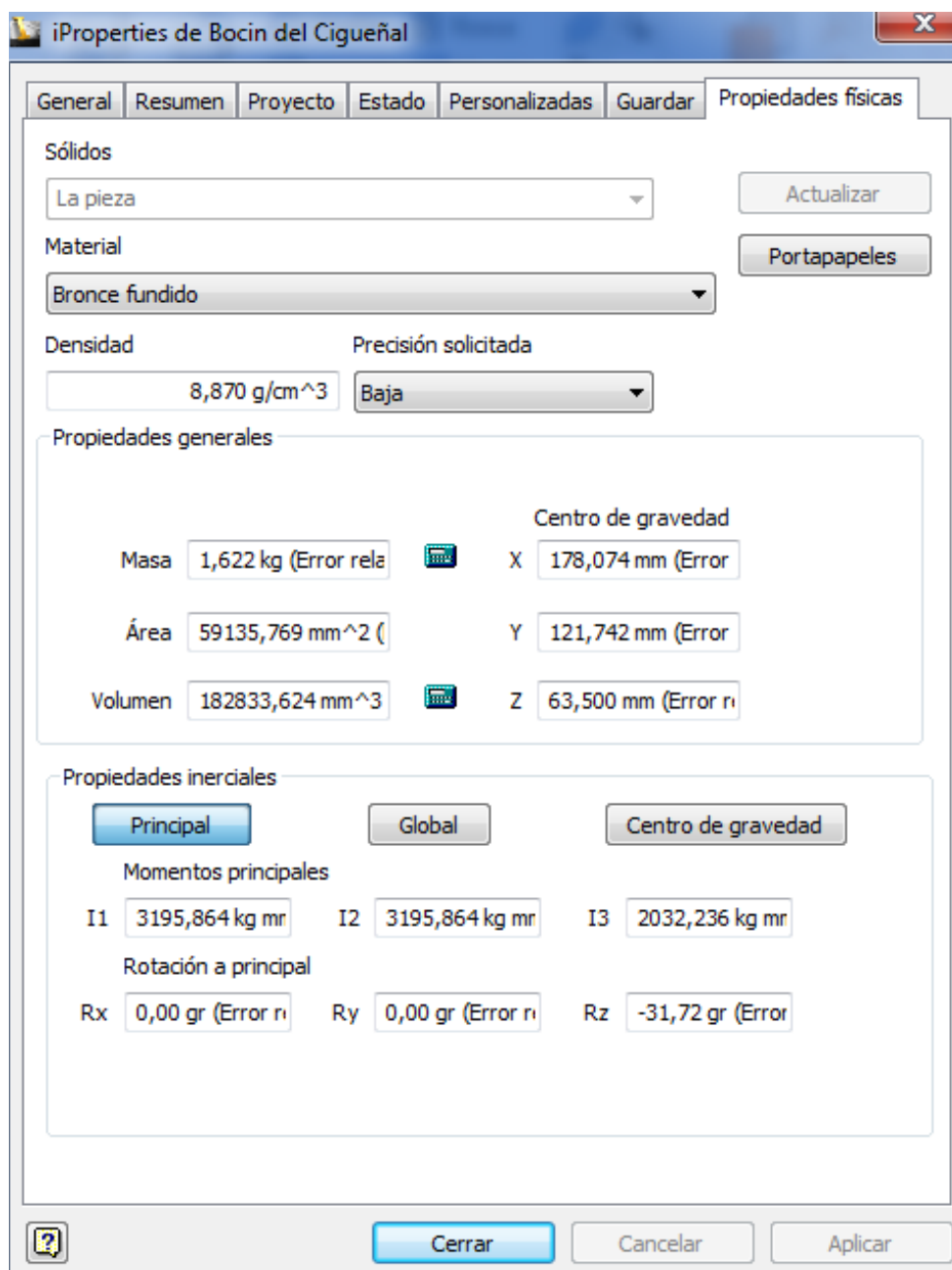


Figura 3.33. Propiedades físicas del bocín del cigüeñal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.33, la masa del bocín del cigüeñal es:

$$m_{2h} = 1,622[kg]$$

Por lo tanto el peso del bocín del cigüeñal es:

$$P_{2h} = m_{2h} \times g \quad (\text{Ec. 3.52})$$

$$P_{2h} = 1,622 \times 9,81 = 15,91[N]$$

En las figuras 3.34 y 3.35 se muestran tanto una mitad el bocín de freno como sus propiedades físicas. Se debe tener en cuenta que existen dos partes similares que componen el bocín de freno y unidos cubren el eje excéntrico para realizar su función antifricción.



Figura 3.34. Mitad de bocín de freno

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

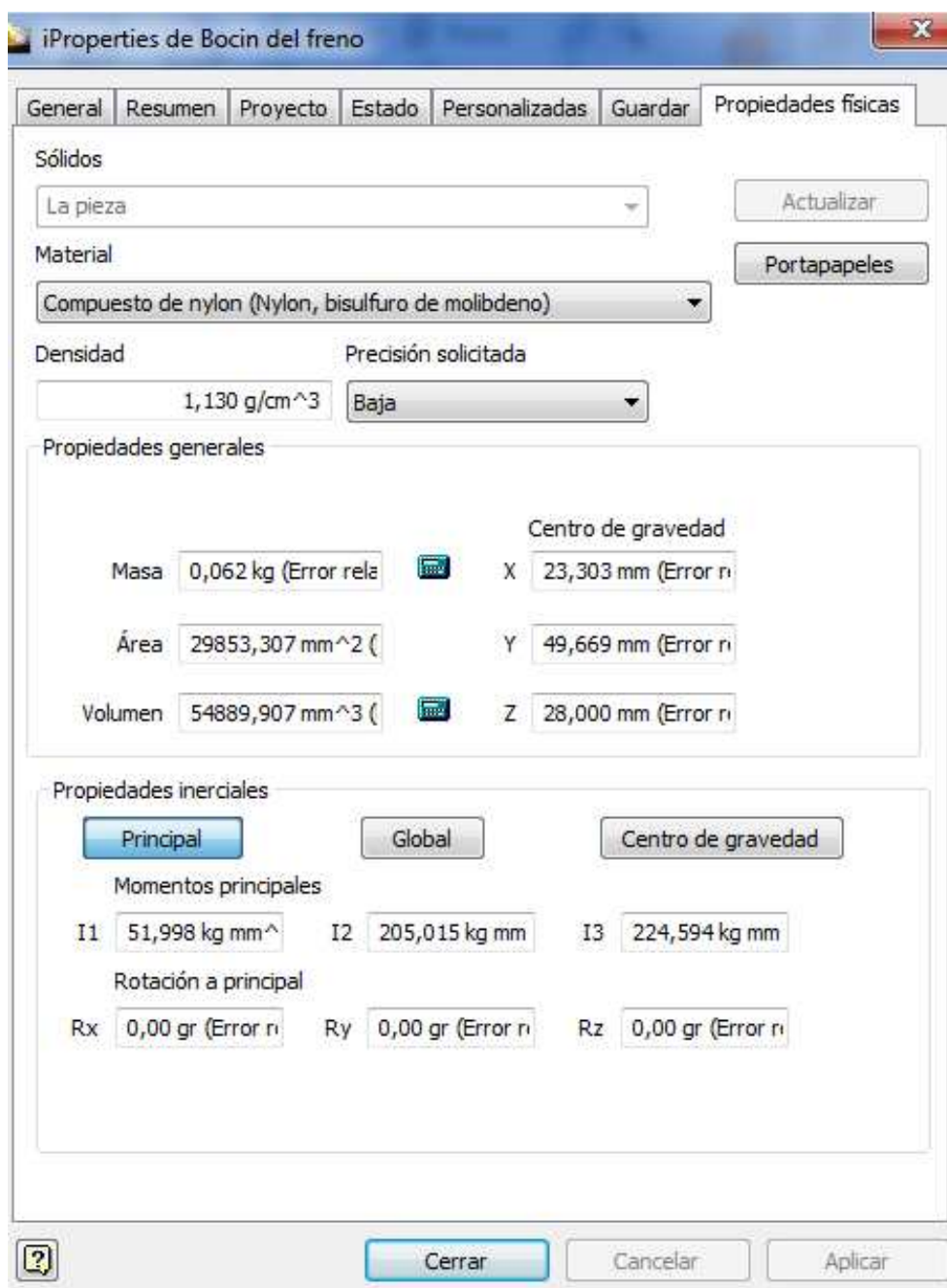


Figura 3.35. Propiedades físicas de la mitad del bocín de freno

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.35, la masa de una mitad del bocín del freno es:

$$m_{3h} = 0,062[kg]$$

Por lo tanto el peso de una parte del bocín de freno es:

$$P_{3h} = m_{3h} \times g \quad (\text{Ec. 3.53})$$

$$P_{3h} = 0,062 \times 9,81 = 0,61[N]$$

Cabe recalcar que el peso de las partes es pequeño ya q el material es un compuesto de nylon de baja densidad. Entonces el peso del bocín de freno es:

$$2P_{3h} = 1,22[N]$$

En las figuras 3.36 y 3.37 se muestran tanto el bocín del tornillo de regulación como sus propiedades físicas.

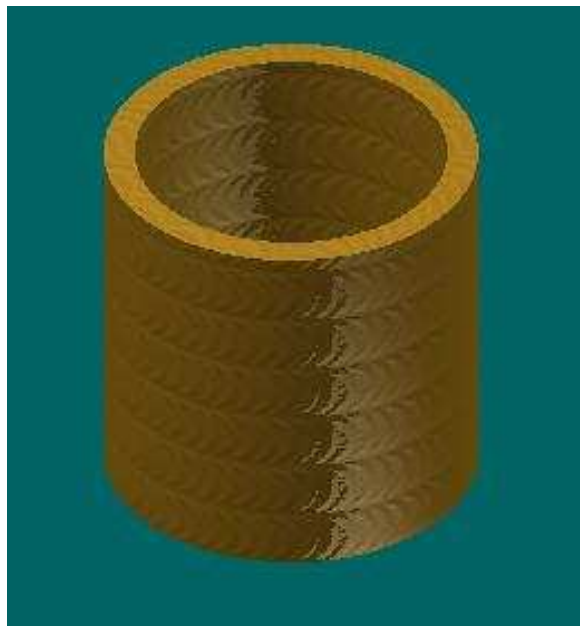


Figura 3.36. Bocín del tornillo de regulación

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

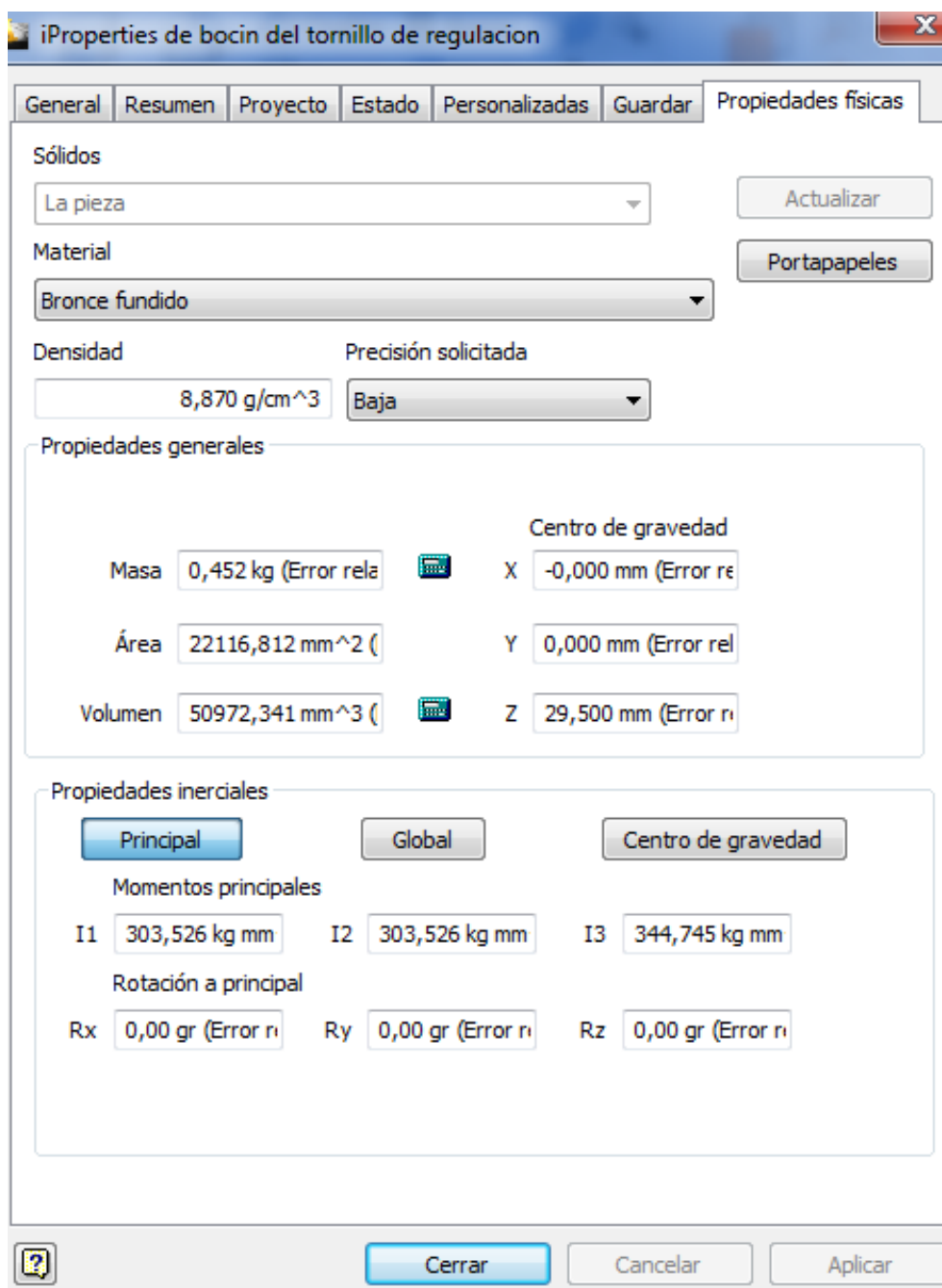


Figura 3.37. Propiedades físicas del bocin del tornillo de regulación

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.34, la masa del bocin del tornillo de regulación es:

$$m_{4h} = 0,452[kg]$$

Por lo tanto el peso del bocín del tornillo de regulación es:

$$P_{4h} = m_{4h} \times g \quad (\text{Ec. 3.54})$$

$$P_{4h} = 0,452 \times 9,81 = 4,43[N]$$

En las figuras 3.38 y 3.39 se muestran tanto el bocín del volante de inercia como sus propiedades físicas.



Figura 3.38. Bocín del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

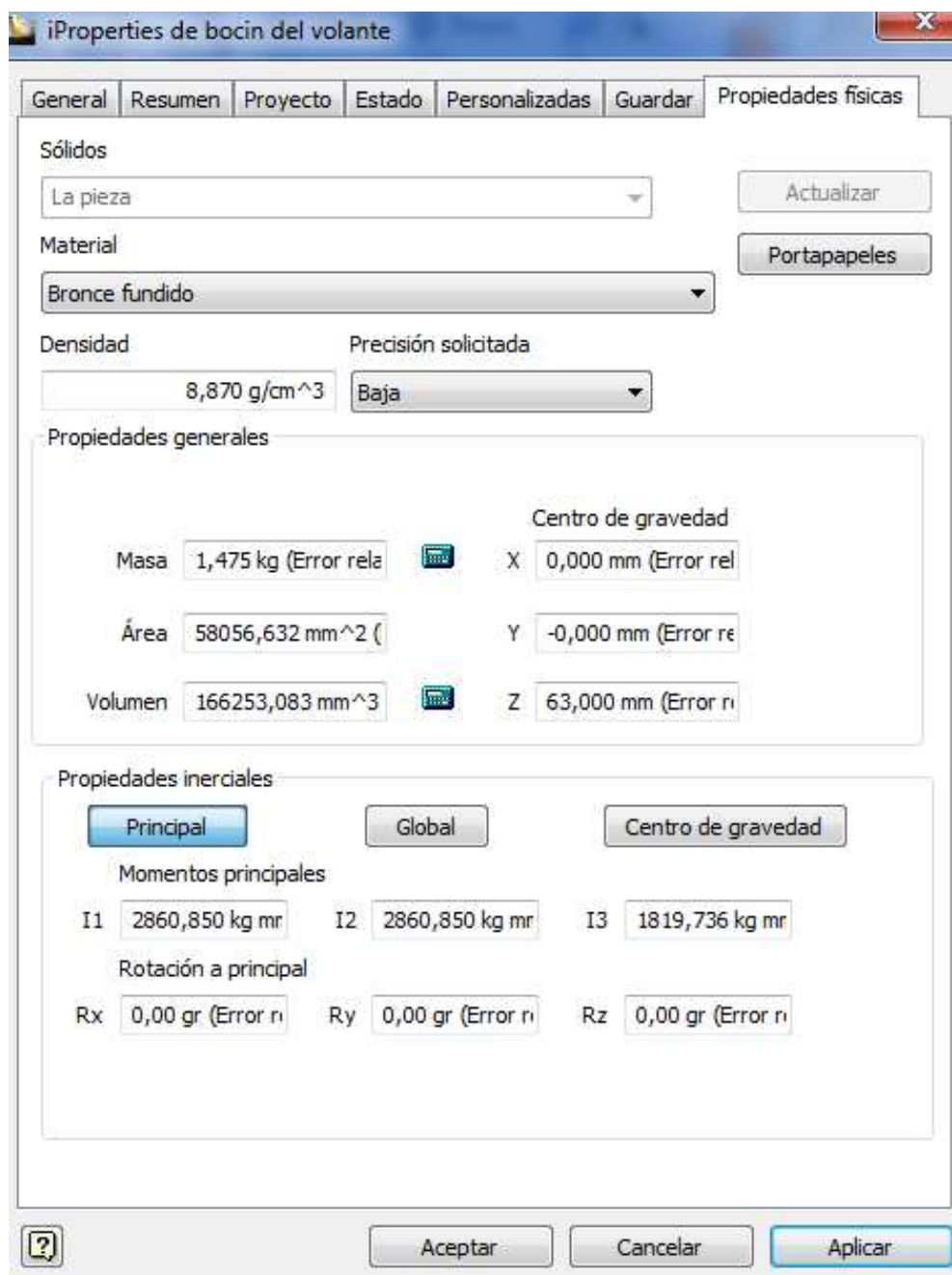


Figura 3.39. Propiedades físicas del bocín del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (Autodesk Inventor)

En base a los resultados obtenidos en la figura 3.39, la masa del bocín del volante de inercia es:

$$m_{5h} = 1,475[kg]$$

Por lo tanto el peso del bocín del volante de inercia es:

$$P_{5h} = m_{5h} \times g \quad (\text{Ec. 3.55})$$

$$P_{5h} = 1,475 \times 9,81 = 14,47[N]$$

El peso total de todos los bocines que constituyen la troqueladora es:

$$P_h = P_{1h} + P_{2h} + P_{3h} + P_{4h} + P_{5h} \quad (\text{Ec. 3.56})$$

$$P_h = 15,66 + 15,91 + 1,22 + 4,43 + 14,47 = 51,44[N]$$

3.4.2. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE LA ESTRUCTURA

Las cargas que se describen en el acápite 3.4.1 se aplican directamente en tres zonas de la estructura, las mismas que se representan en la figura 3.40.

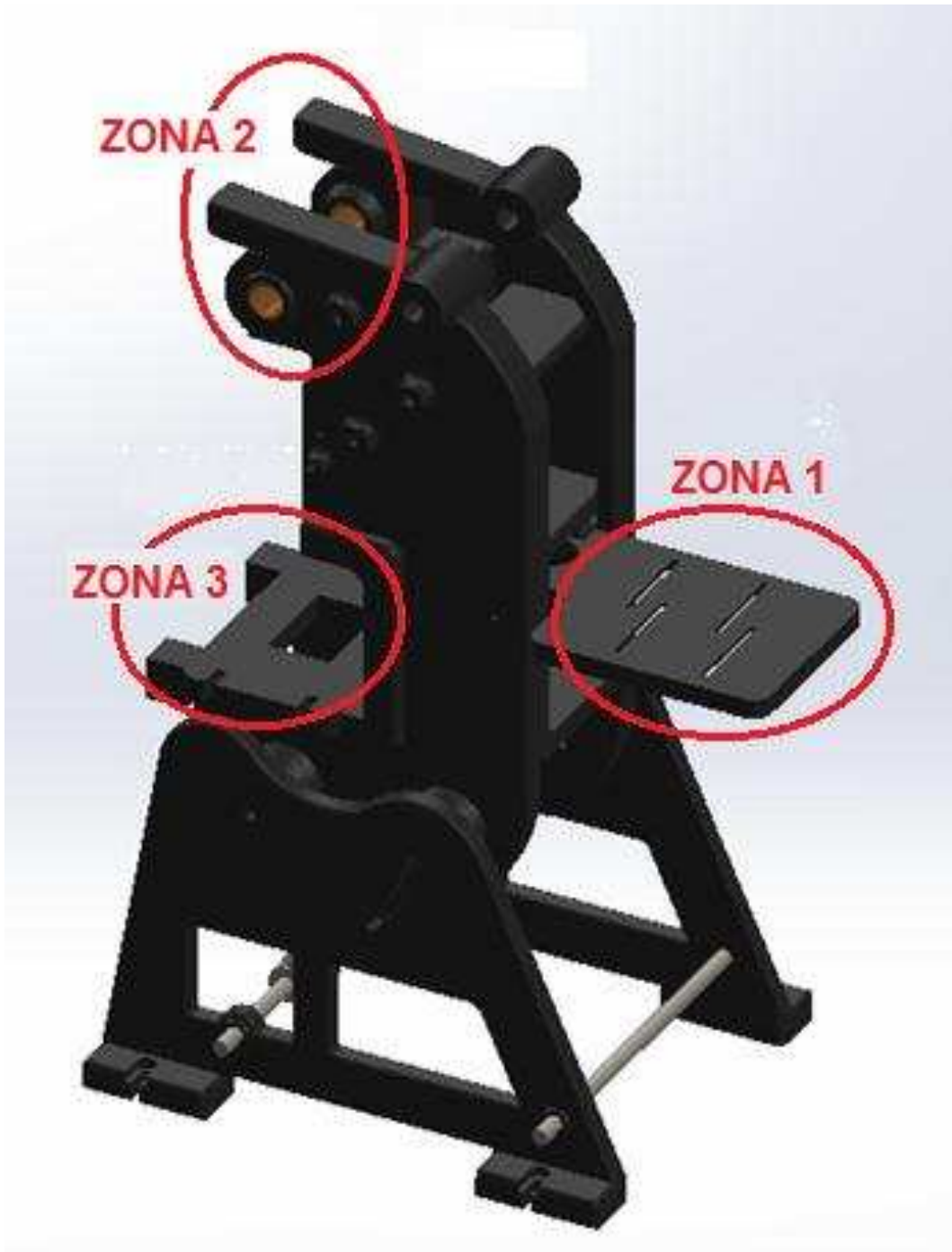


Figura 3.40. Zonas de aplicación de las cargas

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En la zona 1 se aplican las cargas debido al peso del volante de inercia, eje excéntrico, biela, tornillo de regulación, martillo y todos los bocines constituyentes de la máquina; por lo tanto el peso que se aplica en esta zona es:

$$P_1 = P_a + P_b + P_c + P_d + P_f + P_h \quad (\text{Ec. 3.57})$$

$$P_h = 1917,66 + 705,28 + 219,16 + 32,38 + 486,91 + 51,44 = 3412,83[N]$$

En la zona 2 se aplican las cargas debido al peso de la mesa donde se realiza la operación de troquelado; por lo tanto el peso que se aplica en esta zona es:

$$P_1 = P_e \quad (\text{Ec. 3.58})$$

$$P_1 = 435,27[N]$$

En la zona 3 se aplican las cargas debido al peso del motor eléctrico; por lo tanto el peso que se aplica en esta zona es:

$$P_1 = P_g \quad (\text{Ec. 3.59})$$

$$P_1 = 466,36[N]$$

Por lo tanto la carga total debido al peso sobre la estructura es la sumatoria de los pesos que se aplican en cada zona. Por efectos de simplificación de cálculos, no se consideraron los pesos de las poleas y elementos de sujeción ya que además, estos nos son muy significativos; por lo tanto la carga que se aplica sobre la estructura es:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \quad (\text{Ec. 3.60})$$

$$P_t = 3412,83 + 435,27 + 466,36 = 4314,46[N]$$

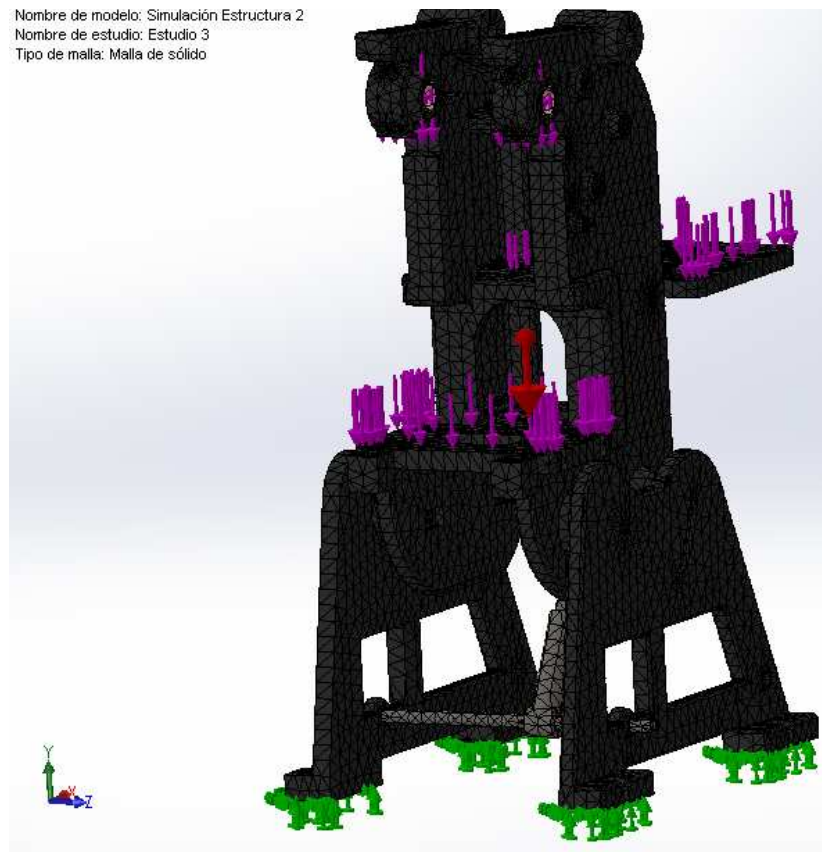


Figura 3.41. Diagrama de cuerpo libre de la estructura

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (SOLID WORKS)

3.4.3. FACTOR DE SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA

La estructura esta dividida en tres partes, las mismas que son:

- Cuerpo,
- Soporte derecho y
- Soporte izquierdo

Para garantizar que el diseño de la estructura y el material utilizado sean correctos, estos son evaluados mediante un software de análisis de esfuerzos, para éste análisis se usa el programa Solid Works, mediante el cual se evaluó el

factor de seguridad mínimo y máximo en cada parte de la estructura, usando como material la fundición gris. Los resultados del análisis se muestran en la figura 3.42.

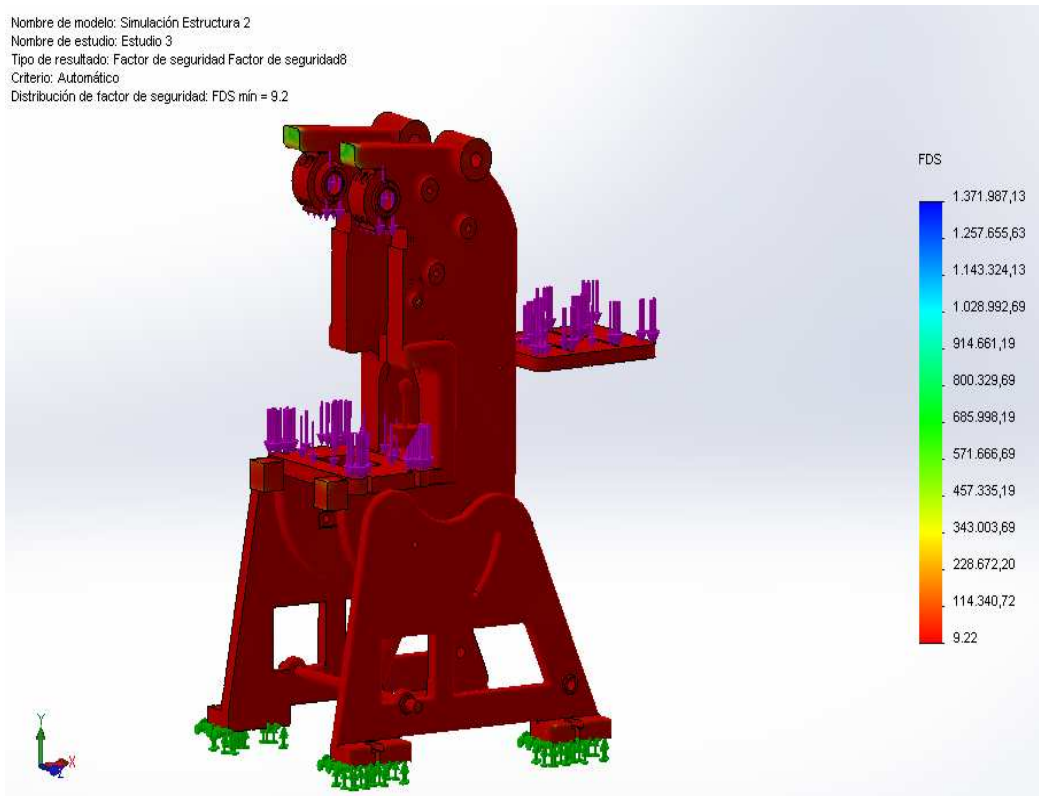


Figura 3.42. Simulación de esfuerzos en la estructura

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (SOLID WORKS)

Luego de efectuar la simulación, se determinó que el factor de seguridad mínimo es 9,2 de esta manera comprobamos que la estructura original tiene una buena resistencia mecánica y su diseño es válido, con lo cuál se comprobó que puede soportar la repotenciación.

El software utilizado requiere de un cierto grado de conocimiento del tipo de análisis que se desea realizar, es la única forma de comprobar si la simulación está bien hecha, ya que cualquier error o condición pasada por alto puede alterar en los resultados.

3.5. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL MARTILLO

Para determinar el factor de seguridad primero se deben determinar las cargas externas actuantes sobre el martillo.

3.5.1. DIMENSIONES

Como se pudo mencionar en el capítulo 2, acápite 2.1.2 del estado actual del martillo, en esta sección se utilizan las medidas existentes para construir el nuevo martillo.

Las dimensiones del martillo se representan en la figura 3.43.



Figura 3.43. Dimensiones del martillo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (SOLID WORKS)

Debido a que la empresa cuenta con un modelo aproximado y con el material adecuado, que es fundición nodular, éste se utiliza para construir el nuevo martillo con las medidas adecuadas.

3.5.2. CARGAS ACTUANTES SOBRE EL MARTILLO

Se considera al martillo como un conjunto del troquel y el inserto roscado. A continuación se definen todas las cargas que actúan sobre la estructura y se las representa en un diagrama de cuerpo libre en la Figura 3.44.

La masa del troquel es $44,354[kg]$, la masa del inserto es $1,969[kg]$; además se considera la carga que se aplica (capacidad) que es $25000[kg]$ y se aplica directamente en la esfera del inserto. Y entonces el peso del martillo corresponde a:

$$P_{martillo} = (44,354 + 1,969) \times 9,81 = 454,43[N] \quad (\text{Ec. 3.61})$$

La carga debido a la capacidad de la troqueladora es:

$$Q = 25000 \times 9,81 = 245250[N] \quad (\text{Ec. 3.62})$$

3.5.3. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL MARTILLO

Con las cargas determinadas en el acápite anterior, se procede a la elaboración del diagrama de cuerpo libre como se describe en la figura 3.44.

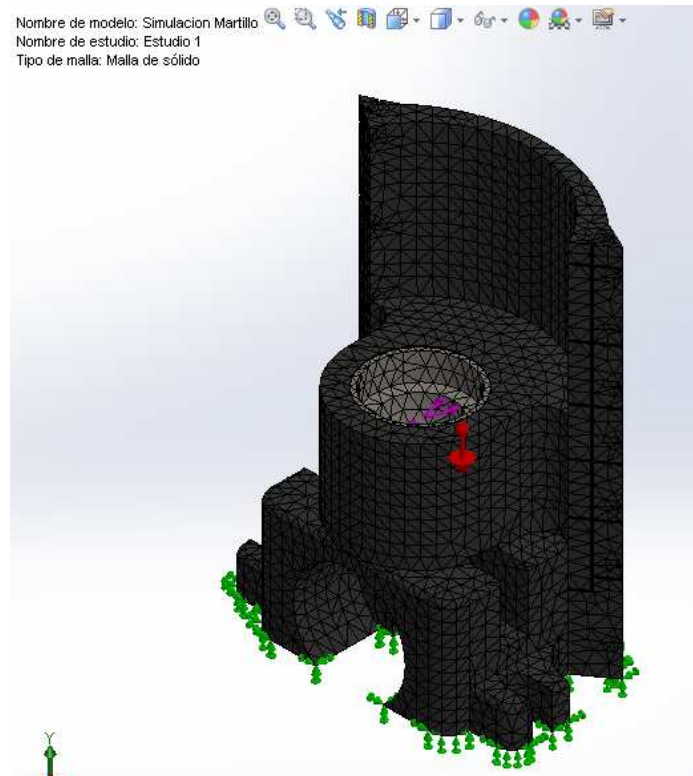


Figura 3.44. Diagrama de cuerpo libre de la estructura

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (SOLID WORKS)

3.5.4. FACTOR DE SEGURIDAD DEL MARTILLO

Para garantizar que el diseño del martillo y el material utilizado sean correctos, estos son evaluados mediante un software de análisis de esfuerzos, para éste análisis se usa el programa Solid Works, mediante el cual se evaluó el factor de seguridad mínimo y máximo en cada parte de la estructura, usando como material fundición nodular y se muestra en la figura 3.45.

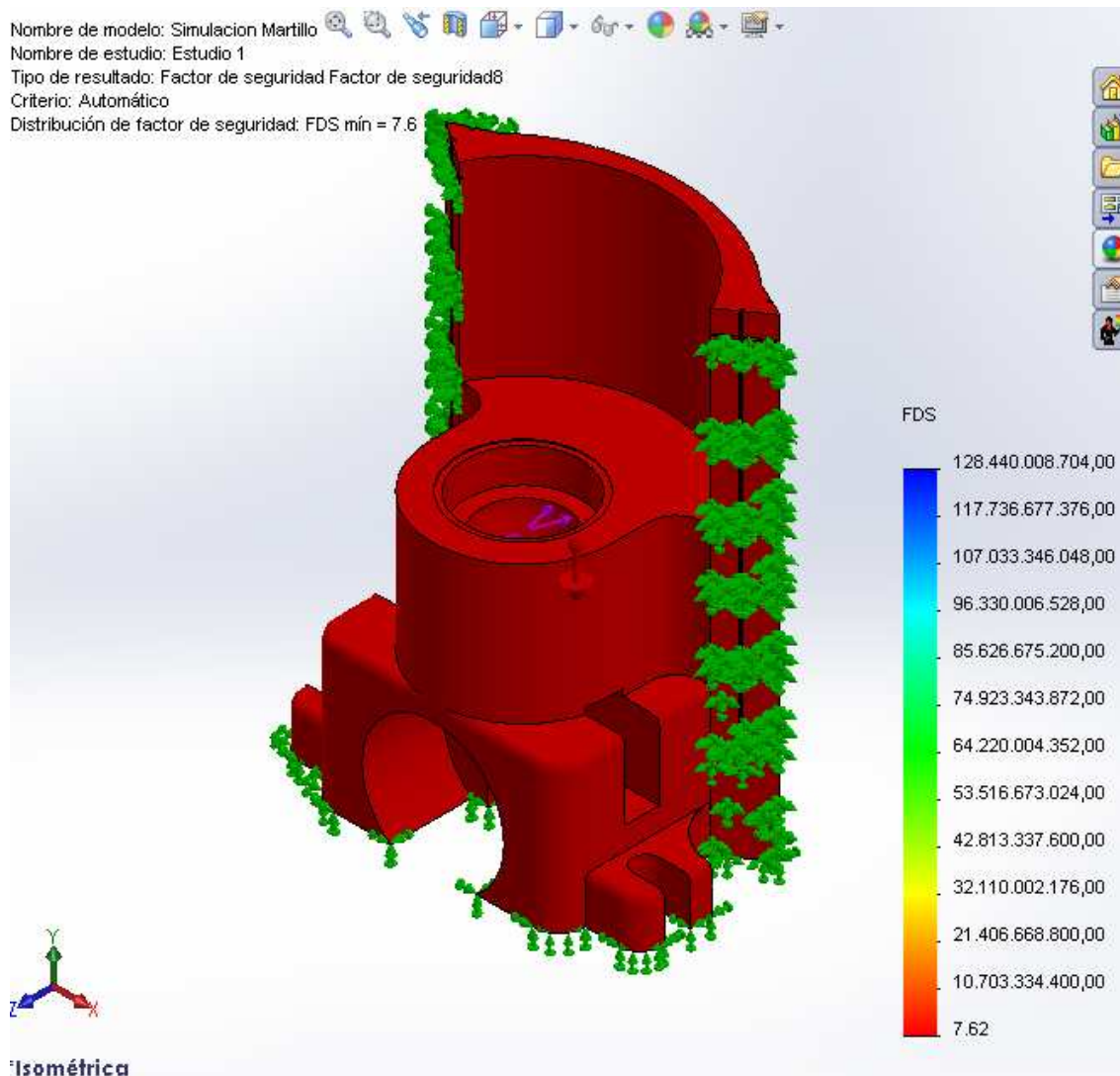


Figura 3.45. Simulación de esfuerzos en el martillo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia (SOLID WORKS)

Como se puede observar en la simulación, el factor de seguridad mínimo es 7,62 de esta manera comprobamos que el martillo tiene una buena resistencia mecánica y su diseño es válido con el material seleccionado.

CAPITULO 4

MONTAJE, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE LA MÁQUINA REPOTENCIADA

4.1. GENERALIDADES

En este capítulo se presentan algunos esquemas mediante los cuales se explica detalladamente cada una de las fases y procesos involucrados tanto en la construcción de los elementos faltantes como de los elementos dañados además se presenta el montaje de la máquina repotenciada y se indican los resultados de las pruebas realizadas. Cabe resaltar que previamente a la realización de las pruebas definitivas se realizaron unas pruebas preliminares con las cuales se corrigió algunos errores de montaje y otros que afectaban la funcionalidad del equipo.

4.2. CONSTRUCCIÓN

Para la construcción tanto de los elementos faltantes como de los elementos dañados es muy importante tener en cuenta algunas consideraciones como es que el taller mecánico conste con todos los equipos, máquinas y herramientas adecuadas para la fabricación de cada uno de los elementos mecánicos que se requieren, además es indispensable la facilidad de adquisición de materiales y elementos que se usa en esta repotenciación, por lo que se construye con los existentes en el mercado.

Además se necesita de personal con capacitación en lectura de planos de taller (ver anexo H), esto es vital, ya que facilita y optimiza la construcción de la máquina.

La construcción se realiza en dos diferentes Metalmecánicas debido a la complejidad de fabricación de algunos elementos.

En las instalaciones donde se encuentra ubicada la máquina a ser repotenciada se realizan la mayoría procesos mecánicos.

Esta mecánica presenta las siguientes condiciones de trabajo.

- Máquinas herramientas adecuadas
- Materia prima suficiente
- Adecuado espacio de trabajo
- Personal capacitado

Las instalaciones se pueden observar en la fotografía 4.1.



Fotografía 4.1. Instalaciones donde se encuentra la máquina.

Fuente: Propia

Para fabricar elementos que poseen un mayor grado de dificultad, se requiere de procesos mecánicos más sofisticados y que las instalaciones anteriores no cuentan.

Esta mecánica presenta las siguientes condiciones de trabajo.

- Máquinas herramientas adecuadas
- Maquinaria de última generación
- Tornos CNC
- Tornos verticales
- Centros de mecanizado CNC
- Adecuado espacio de trabajo
- Personal capacitado

Las instalaciones se pueden observar en la fotografía 4.2.



Fotografía 4.2. Instalaciones secundarias para la construcción.

Fuente: Propia

Bajo estos parámetros y un buen criterio de diseño, se consigue el resultado esperado.

4.2.1. MÁQUINAS, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

En la fabricación de las diferentes partes que son necesarias para la repotenciación de la máquina Troqueladora es necesario la utilización de algunas máquinas herramientas como son: torno, fresadora, esmeril, cortadora de sierra, amoladora, rectificadora, taladro. Entre los instrumentos de medición a utilizar son calibrador digital, flexómetro, micrómetro y escuadras. Y finalmente las herramientas utilizadas son: útiles de torneado, útiles de fresar, martillo, lima, llaves y copas, entenalla, brocas, sierra, playo manual, pinzas, rachas.

En la Tabla 4.1 se agrupan las diferentes máquinas herramientas, instrumentos de medición con el fin de ayudar a identificar cada una y así simplificar los flujogramas de construcción de los diferentes elementos para poder repotenciar la máquina.

Tabla 4.1. Listado de máquinas, herramientas e instrumentos de medición

MÁQUINA HERRAMIENTA	HERRAMIENTAS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Torno	Útiles de torneado	Calibrador digital
Fresadora	Útiles de fresar	Flexómetro
Limadora	Discos de desbaste	Calibrador pie de rey
Esmeril	Llaves	Nivel
Amoladora	Entenalla	Micrómetro
Taladro de Banco	Brocas	
Sierra de vaivén	Sierra	
Rectificadora	Playo	

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.2.2. PROCESOS TECNOLÓGICOS

En la Tabla 4.2 se describen los procesos tecnológicos que son necesarios para la fabricación de cada parte de la máquina.

Tabla 4.2. Procesos tecnológicos

PROCESOS TECNOLÓGICOS
Corte de material
Amolado
Taladrado
Torneado
Fresado
Nitrurado
Rectificado
Roscado
Pintado
Fundición
Mandrinado

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.2.3. MATERIA PRIMA

En la Tabla 4.3 se muestran los materiales que se utilizan en la fabricación de los elementos necesarios para poder repotenciar la máquina.

Tabla 4.3. Materia prima a utilizarse

MATERIA PRIMA
Acero AISI 1045 Cuadrado 70X70X760 mm
Martillo de Fundición Nodular (pieza en Bruto)
Acero SAE 4340 D 125X 70

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.2.4. ELEMENTOS A CONSTRUIR

La máquina repotenciada tiene varios elementos a construir los cuales están detallados adecuadamente en la Tabla 4.5 a continuación:

Tabla 4.4. Elementos a construir

ELEMENTO	CANTIDAD	PLANO
Guía izquierda	1	1.2925.104
Guía derecha	1	1.2925.105
Martillo	1	1.2925.102
Polea	1	1.2925.106
Inserto	1	1.2925.110

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.2.5. ELEMENTOS MECÁNICOS Y PIEZAS A CONSTRUIR

Tabla 4.5. Procesos de fabricación

ELEMENTO MECÁNICO	PROCESO DE FABRICACIÓN
Guías del martillo (derecha e izquierda)	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- de acuerdo a las especificaciones de los planos se corta el acero AISI 1045 cuadrado 70X70X760 mm. • Limpieza.- eliminación de viruta y aristas vivas. • Maquinado.- se realizan operaciones en la fresadora, rectificadora para obtener el canal con las dimensiones requeridas de las guías del martillo. • Taladrado.- se realizan las respectivas perforaciones para permitir la sujeción en la estructura y regular el ajuste con el martillo. Además, se realiza una perforación de diámetro pequeño para su respectiva lubricación. • Pintura.- se pinta todo el elemento.
Martillo	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinado.- de acuerdo a las especificaciones de los planos, en el martillo de Fundición Nodular (pieza en Bruto) se realizan operaciones en la mandrinadora, torno vertical, fresadora y rectificadora para obtener las dimensiones que se especifican en los planos. • Limpieza.- eliminación de viruta y aristas vivas. • Taladrado.- se realizan las respectivas perforaciones • Roscado.- se realizan operaciones a mano y en el torno vertical sobre las perforaciones para sujetar la mordaza y el inserto.

.../

Tabla 4.5. Procesos de fabricación (continuación)

Inserto del martillo	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- de acuerdo a las especificaciones de los planos se corta el acero SAE 4340 D 125X70 mm. • Limpieza.- eliminación de viruta y aristas vivas. • Maquinado.- se realizan operaciones en la fresadora, torno vertical para obtener las dimensiones requeridas. • Taladrado.- se realizan las respectivas perforaciones. • Roscado.- se realizan operaciones a mano y en el torno vertical sobre las perforaciones como se especifica en los planos. • Nitrurado.- se realizan operaciones en el horno eléctrico sobre toda la superficie. • Pintura.- se pinta todo el elemento.
----------------------	---

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.2.6. ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de los elementos de la troqueladora es indispensable cumplir con las etapas de construcción que se rigen a una cierta secuencia.

- Adquisición de la materia prima.
- Almacenamiento de la materia prima.
- Trazos sobre la materia prima.
- Ejecución de los procesos tecnológicos de fabricación.
- Eliminación de virutas de los procesos tecnológicos de fabricación.
- Verificación de dimensiones, perpendicularidad, paralelismos y estabilidad.

- Pintado de superficies externas que se encuentran en contacto con el ambiente.

En la fotografía 4.3, fotografía 4.4, fotografía 4.5, fotografía 4.6 y fotografía 4.7, se muestra la etapa de construcción de algunos elementos de la troqueladora.



Fotografía 4.3. Maquinado de las guías (fresado).

Fuente: Propia

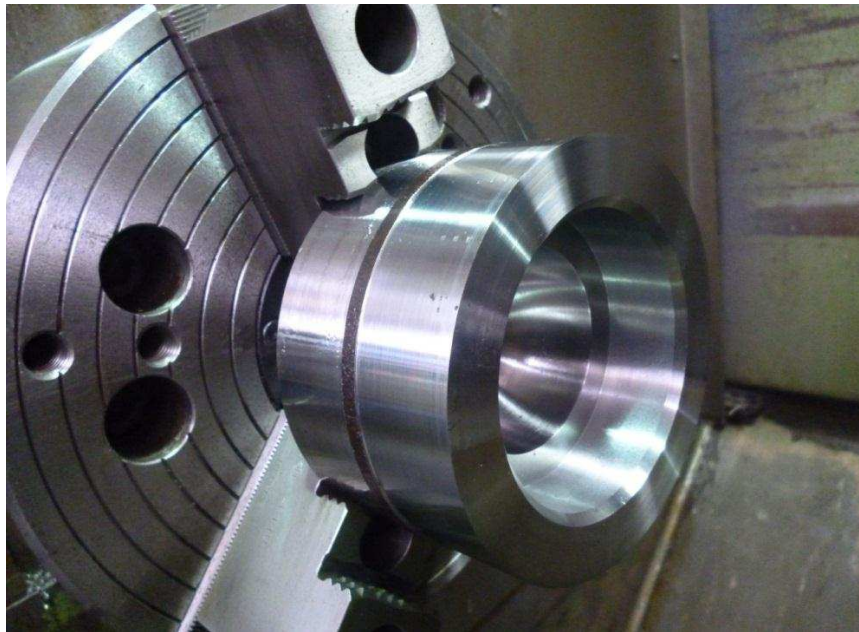
Elaboración: Propia



Fotografía 4.4. Maquinado del Martillo (Mandrinado)

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.5. Maquinado del inserto (torneado)

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.6. Verificación de medidas del inserto

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.7. Maquinado de la polea (torneado)

Fuente: Propia

Elaboración: Propia





Además, para la construcción de las piezas para la máquina, se debe poseer una guía de procedimientos; por lo cual, se realizan hojas de procesos para ayudar al maquinado de los elementos que presentan dificultad en su fabricación, estas hojas y los planos de taller serán de gran ayuda para el personal encargado de la elaboración.

En el Anexo F se muestran las hojas de procesos de algunos de los elementos a construirse para la repotenciación de la máquina troqueladora.

4.2.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN

El diagrama de flujo de construcción indica la secuencia de fabricación de los elementos de la máquina, para lo cual es necesario utilizar la simbología empleada que se ilustra en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Simbología utilizada en el diagrama de flujo

SÍMBOLO	INTERPRETACIÓN
	Operación
	Transporte
	Inspección
	Almacenamiento

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En la tabla 4.7 se representa el diagrama de flujo para la construcción de los elementos de la troqueladora.

Tabla 4.7. Diagrama de flujo de construcción

Ítem	Actividad	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➔	◇	▽	⊔	
1	GUÍAS DEL MARTILLO (DERECHA E IZQUIERDA)	Transportar acero AISI 1045 a la sección de corte		X				10
2		Cortar acero cuadrado	X					20
3		Eliminar virutas de corte	X					5
4		Transportar a fresadora		X				15
5		Puesta a punto del material en la fresadora	X					15
6		Maquinar las superficie hasta obtener las medidas deseadas	X					960
7		Transporte a taladro mecánico		X				10
8		Puesta a punto en el taladro mecánico	X					25
9		Taladrar respectivas perforaciones con los diferentes diámetros de brocas	X					480
10		Transportar a la rectificadora para obtener las dimensiones deseadas		X				15
11		Inspeccionar			X			10
12		Traslado a zona de pintura		X				15
13		Pintar	X					25
14		Esperar a que seque pintura					X	180
15	MARTILLO	transportar la fundición a la mandrinadora		X				15
16		Puesta a punto de la fundición en la mandrinadora	X					25
17		Maquinar las superficies superior e inferior	X					60
18		Verificar paralelismo y medidas			X			15
19		Transporte a la fresadora		X				15
20		Puesta a punto en la fresadora	X					30
21		Maquinar guías según especificaciones de los planos	X					720

.../

Tabla 4.7. Diagrama de flujo de construcción (continuación)

Ítem	Actividad	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➔	◇	▽	D	
22	MARTILLO	Transportar a la rectificadora para obtener las dimensiones deseadas		X				15
23		Rectificar las guías	X					120
24		Verificar medidas			X			15
25		Transporte a la fresadora		X				15
26		Puesta a punto en la fresadora	X					25
27		Maquinar vaciado para la rosca	X					960
28		Transporte a torno vertical		X				15
29		Maquinar la rosca interior del vaciado	X					300
30		Transporte a fresadora		X				15
31		Puesta a punto en la fresadora	X					25
32		Maquinar vaciado para sujeción de la mordaza	X					720
33		Transporte al taladro mecánico		X				15
34		Puesta a punto en el taladro mecánico	X					20
35		Taladrar respectivas perforaciones	X					75
36		Transporte a mesa de taller		X				15
37		Roscar perforaciones con el machuelo manual		X				120
38		Pulir superficies sin maquinar	X					180
39		INSERTO DEL MARTILLO	Transportar el eje de acero SAE 4340 al torno		X			
40	Puesta a punto en el torno		X					25
41	Maquinar según las especificaciones de los planos el eje de acero SAE 4340.		X					540
42	Transportar el eje de acero SAE 4340 a la fresadora.			X				15
43	Puesta a punto en la fresadora		X					25

.../

Tabla 4.7. Diagrama de flujo de construcción (continuación)

Ítem	Actividad	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➡	◇	▽	D	
44	INSERTO DEL MARTILLO	Maquinar el vaciado para rosca y para el asiento del tornillo de regulación (esférico)	X					720
45		Transportar al torno vertical		X				15
46		Maquinar rosca interior	X					180
47		Transporte al horno de nitrurado		X				15
48		Nitrurar toda la superficie	X					180
49		Esperar enfriamiento de la superficie					X	300

TOTAL (minutos) 7345

TOTAL (horas) 122,4

TOTAL (días) 15,3

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se establece que las horas empleadas para la construcción de los elementos de la troqueladora es de 122,4 horas, de las cuales se trabajaran 8 horas por día, teniendo como resultado la construcción en 15 días aproximadamente.

4.3. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA TROQUELADORA

El montaje consiste de un procedimiento ordenado para ensamblar la troqueladora, mediante una secuencia lógica, garantizando un adecuado acople entre los elementos y su perfecto funcionamiento; optimizando los recursos empleados y utilizando mano de obra calificada.

El montaje se realiza en el siguiente orden:

- Armado y ubicación de la estructura.
- Armado y ubicación de carro porta – matriz en placas.
- Ubicación de placas guía en la estructura.
- Ubicación del motor en la estructura.
- Ubicación matriz fija en la estructura principal.
- Acople de la banda de transmisión.

4.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE MONTAJE

En la tabla 4.8 se presenta una forma resumida de diagrama de flujo para el montaje para disminuir el área de desarrollo, en el que se establecen cortas denominaciones a cada proceso.

Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje

Ítem	Ensamble	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➡	◇	▽	D	
1	Puesta a punto de la estructura	Verificar que la estructura no tenga ningún defecto de fabricación.			X			20
2	Pernos de anclaje	Colocar pernos de anclaje en la base de los soportes de la estructura de tal manera que la máquina quede fija al suelo	X					30
3	Ajuste final de los pernos de anclaje	Ajustar adecuadamente los pernos de anclaje	X					15
4	Pintura	Pintar la estructura y algunos de los elementos constitutivos de la máquina	X					480

.../

Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje (continuación)

Ítem	Ensamble	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➔	◇	▽	D	
5	Soporte del motor	Colocar el soporte del motor en la parte trasera de la máquina	X					10
6	Ajuste final del Soporte del motor	Ajustar con pernos el soporte del motor a la estructura	X					15
7	Eje excéntrico	ensamble del conjunto chumacera, manzana y freno en la estructura con lubricación	X					40
8	Buje del soporte	Colocar los bujes en la posición del soporte	X					15
9	Soportes	Colocar los soportes en la posición sujetando al eje excéntrico	X					5
10	Ajuste final de los soportes	Ajustar los pernos y las arandelas en los soportes de tal manera que quede asegurado el eje excéntrico	X					25
11	Accionador de la cuña	Colocar el accionador de la uñeta en la estructura	X					5
12	Ajuste final del Accionador de la cuña	Ajustar los pernos y las arandelas en el accionador de la uñeta	X					10
13	Cuña	Colocar la cuña en la estructura	X					5

.../

Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje (continuación)

Ítem	Ensamble	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➡	◇	▽	D	
14	Ajuste final de la cuña	Ajustar los pernos y las arandelas en la cuña	X					10
15	Guía de la cuña	Colocar la guía de la cuña en la estructura	X					5
16	Ajuste final de la guía de la cuña	Ajustar los pernos y las arandelas en la guía de la cuña	X					10
17	Regulador del accionamiento de la cuña-pedal	Ensamble del regulador del accionamiento de la cuña con el pedal	X					30
18	Conjunto accionamiento	Montaje de las piezas del regulador del accionamiento de la cuña-pedal en la estructura	X					20
19	Ajuste final del conjunto Accionamiento	verificar el ajuste adecuado en el conjunto accionamiento			X			10
20	Ajuste final del conjunto Accionamiento	Ajustar los pernos y las arandelas los elementos del conjunto accionamiento a la estructura	X					35
21	Buje de biela	Colocar el buje de la biela en el eje excéntrico	X					5

.../

Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje (continuación)

Ítem	Ensamble	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➡	◇	▽	D	
22	biela-tapa	montaje de la biela-tapa sobre el buje de biela ajustando progresivamente los pernos con arandelas	X					40
23	Buje del volante de inercia	Colocar el buje del volante de inercia en el eje excéntrico junto a la manzana	X					10
24	Volante de inercia	Posicionar el volante de inercia sobre el buje	X					45
25	Tapa del Volante de inercia	colocar la tapa del volante de inercia	X					5
26	Ajuste final del conjunto Volante de inercia-tapa-Eje excéntrico	Ajuste de pernos en el eje excéntrico para fijar la tapa y el volante de inercia	X					15
27	Mesa	Colocar la mesa sobre la estructura	X					5
28	Ajuste final de la mesa	Ajustar los pernos y arandelas en la mesa con la estructura	X					10
29	Guías laterales	Colocar las guías laterales en la estructura	X					10

.../

Tabla 4.8. Diagrama de flujo de montaje (continuación)

Ítem	Ensamble	Descripción	Tipo de actividad					t (min)
			○	➡	◇	▽	D	
30	Ajuste final de las guías laterales	Ajustar los pernos y arandelas en las guías con la estructura	X					45
31	Tornillo de regulación	Ensamble del tornillo de regulación en la biela	X					15
32	Inserto-martillo	Ensamble del inserto en el martillo	X					10
33	Ajuste final del Inserto-martillo	Ajustar el inserto con el martillo	X					5
34	Conjunto porta-herramientas	Colocación del inserto-martillo en el tornillo de regulación	X					5
35	Ajuste final del conjunto porta-herramientas	Colocar la sujeción de rosca externa para ensamblar el conjunto inserto-martillo con el tornillo de regulación	X					10
36	Ajuste final de la máquina	Verificar que todos los conjunto y elementos se encuentren con el ajuste adecuado			X			180

TOTAL (minutos) 1210

TOTAL (horas) 20,17

TOTAL (días) 2,52

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Cabe recalcar que en el diagrama de flujo descrito en este acápite no se toma en cuenta el desmontaje ni limpieza de sus elementos constitutivos. Por los tanto, se establece que las horas empleadas en el montaje de la troqueladora es aproximadamente de 19,4 horas, de las cuales se trabajaran 8 horas por día, teniendo como resultado el montaje en 3 días aproximadamente.

En la fotografía 4.8, fotografía 4.9, fotografía 4.10, fotografía 4.11, fotografía 4.12 y fotografía 4.13 se muestran las etapas del montaje de algunos de los elementos de la troqueladora



Fotografía 4.8. Pintado de algunos elementos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.9. Puesta a punto de la estructura

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.10. Montaje del volante de inercia

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.11. Montaje del motor eléctrico

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.12. Montaje de la botonera

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Fotografía 4.13. Inspección general de la máquina

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.4. PRUEBAS DE CAMPO

Las pruebas de campo se realizan según el correspondiente protocolo de pruebas que se detalla en el capítulo 2 en la tabla 2.4, estas verifican el cumplimiento de las condiciones de diseño.

En la tabla 4.9 se detallan los resultados del protocolo de pruebas.

Tabla 4.9. Resultados de las pruebas de campo

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA			
1.- DATOS GENERALES			
EQUIPO:	Máquina troqueladora de 25 toneladas		
REPOTENCIACIÓN:	Pablo Muzo Danny Vásquez		
DIRECTOR:	Ing. Jaime Vargas		
CO-DIRECTOR:	Ing. Jorge Escobar		
LUGAR DE LA PRUEBA:	Instalaciones de la empresa MIALCA C.A.		
FECHA DE LA PRUEBA:	25 de agosto de 2012		
2.- VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES GENERALES Y PESO			
PARÁMETRO	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Alto	1980 [mm]	X	
Largo	1440 [mm]	X	
Ancho	845 [mm]	X	
Peso	1400 [kg]	X	
3.- VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DE LA MÁQUINA			
CRITERIO EVALUADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA	
Ubicación correcta de elementos	X		
Asegurar lubricación de elementos	X		
Comprobar montaje del motor	X		
Verificar templado de las bandas	X		

.../

Tabla 4.9. Resultados de las pruebas de campo (continuación)

4.- VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO			
CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Comprobar que ejes, soportes y guías estén paralelos y alineados		X	
Verificar el paralelismo entre el soporte y la base del motor		X	
Verificar el paralelismo entre la estructura principal y secundaria		X	
Verificar el paralelismo entre la estructura principal y las guías		X	
Verificar el paralelismo entre el volante de inercia y la polea motriz		X	
5.- FUNCIONAMIENTO EN VACÍO			
SISTEMA O CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Estructural		X	
Motriz		X	
Porta herramientas		X	
Accionamiento		X	
Eléctrico		X	
PARÁMETRO	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Velocidad angular		X	
6.- FUNCIONAMIENTO CON CARGA			
SISTEMA O CRITERIO EVALUADO		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Estructural		X	
Motriz		X	
Porta herramientas		X	
Accionamiento		X	
Calidad del material cortado		X	
Nivel de vibraciones		X	
PARÁMETRO	RESULTADO	TROQUELADO	
MATERIAL	ESPESOR(mm)	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Acero inoxidable	1,5	X	
Acero con 0,3% de C.	2	X	
Aluminio	6	X	
Capacidad	25 toneladas	X	

.../

Tabla 4.9. Resultados de las pruebas de campo (continuación)

7.- CONCLUSIÓN			
MÁQUINA		SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
		X	
8.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD			
CARGO	OPERADOR 1	OPERADOR 2	DIRECTOR DEL PROYECTO
NOMBRE	Danny Vásconez	Pablo Muzo	Ing. Jaime Vargas
FIRMA			
FECHA			
NOTAS: Se utilizó la misma matriz para cortar los tres tipos de materiales			

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cada uno de los ítems evaluados en las pruebas de campo poseen un rango de aceptación, esto depende del tipo de función que cumpla la pieza o elemento, ya que mientras unas piezas exigen tolerancias dimensionales y geométricas, en otras esto no es necesario, es por eso que se debe analizar si el margen de error de las mismas ya sea en dimensión o montaje afecta al funcionamiento de la máquina, en base a este criterio se evalúa la máquina llegando a la conclusión que la máquina pasa la prueba; es decir, cada una de las partes ha sido aceptada según el debido protocolo.

Las dimensiones externas de la máquina permiten que la misma sea instalada en un lugar adecuado donde el área de trabajo de las demás operaciones no se vea interferida. Las piezas tanto fabricadas como seleccionadas cumplen todas las exigencias dimensionales y geométricas, cada una con diferentes tolerancias dependiendo de su funcionalidad, además se verificó que su montaje es correcto.

La máquina trabaja satisfactoriamente tanto en vacío como con carga y los espesores cortados satisfacen a los requerimientos de la empresa. La lubricación de la máquina es aceptable y permite alargar la vida útil de los elementos mecánicos.

Se tiene una pequeña variación en la elección de los espesores; pero esta se considera despreciable y satisface lo deseado.

Las pruebas de campo fueron realizadas en la empresa MIALCA C.A., en donde se contó con la presencia del Director del proyecto Ing. Jaime Vargas, Co-Director Ing. Jorge Escobar y alumnos de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

En la fotografía 4. y la Figura 4. se presentan las pruebas de campo realizadas.



Fotografía 4.14. Realización de las pruebas de campo

Fuente: Propia



Fotografía 4.15. Inspección visual de la troqueladora

Fuente: Propia



Fotografía 4.16. Presentación del funcionamiento de la troqueladora

Fuente: Propia

CAPITULO 5

ANÁLISIS DE COSTOS

5.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se plantea un estudio de todos los costos generados durante el proceso de diseño y construcción de los elementos repotenciados además el costo de su puesta en funcionamiento, para esto se debe realizar una revisión total del proyecto, con esto se pretende obtener un valor concreto que permita ubicar el precio de repotenciación de la máquina dentro de determinados límites que dejarían claro cuánto debe ser la inversión para repotenciar la máquina, cabe recalcar que en el presente proyecto se buscó en gran medida obtener una repotenciación accesible económicamente para la Metalmecánica Ángel María Luna. Para alcanzar este objetivo se procede a identificar cada uno de los costos como directos e indirectos, es importante agregar una descripción a cada uno de ellos conjuntamente con el precio.

5.2. COSTOS DE LA MÁQUINA REPOTENCIADA.

En los costos de la máquina repotenciada se tienen:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

5.2.1. COSTOS DIRECTOS

Los costos directos son los gastos que se encuentran directamente involucrados con los materiales directos, elementos normalizados, fabricación y montaje de la máquina a repotenciar.

5.2.1.1. Materiales Directos.

Corresponde a todos los materiales necesarios para la repotenciación de la máquina, es decir los que deben ser maquinados. Estos se presentan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Costo de materiales directos

COSTO DE MATERIALES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN		CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	GUÍAS	AISI 1045 70X70X380	1	31,44	31,44
2	FUNDICIÓN DE MARTILLO	FUNDICIÓN NODULAR	1	341,60	341,60
3	INSERTO	AISI 4340	1	89,46	89,46
SUBTOTAL 1					462,5

Fuente: DIPAC, IVÁN BOHMAN C.A.

Elaboración: Propia

5.2.1.2. Elementos Normalizados.

Para la ejecución de esta repotenciación se necesitan algunos elementos terminados o mas conocidos como elementos normalizados, los cuales se pueden conseguir fácilmente en el mercado nacional. En la tabla 5.2 se detallan estos costos.

Tabla 5.2. Costo de elementos normalizados

COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Pernos de Anclaje	4	0,25	1,00
2	Banda 3VX L=3350mm	2	15,60	31,20
3	Motor Eléctrico 3HP	1	396,14	396,14

.../

Tabla 5.2. Costo de elementos normalizados (continuación)

COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
4	Sistema de Arranque	1	86,31	86,31
5	Tuerca paso normal M33x2,5	4	0,81	3,24
6	Tuerca paso normal M20x2,5	13	0,56	7,28
7	Tuerca paso normal M12x2,5	4	0,36	1,44
8	Tuerca paso normal M10x2,5	2	0,33	0,66
9	Arandela plana SAE (33)	4	0,12	0,48
10	Arandela plana SAE (20)	13	0,1	1,3
11	Arandela plana SAE (12)	4	0,08	0,32
12	Arandela plana SAE (10)	2	0,06	0,12
13	Perno hexagonal M20x2,5x200	4	2,4	9,6
14	Perno hexagonal M20x2,5x150	1	2,13	2,13
15	Perno hexagonal M20x2,5x90	4	1,85	7,4
16	Perno hexagonal M20x2,5x75	10	1,63	16,3
17	Perno hexagonal M6x1,x75	8	0,63	5,04
18	Tornillo forjado de cabeza hueca M12x1,75 x 60	6	0,43	2,58
19	Perno hexagonal M14x2,5x75	8	1,24	9,92
20	Perno hexagonal M10x1,5x100	2	1,12	2,24
21	Perno hexagonal M12x2,5x45	4	0,98	3,92
22	Polea	1	8,64	12,5
			SUBTOTAL 2	608,62

Fuente: Castillo Hermanos, Comercial Mejía, Ivan Bohman C.A.

Elaboración: Propia

5.2.1.3. Costo de Mano de Obra Directa.

Establece el costo de fabricación de las piezas construidas, tomando en cuenta todos los procesos involucrados, considerando el tiempo para fabricar cada pieza y el costo por unidad de tiempo. Además se toma en cuenta el costo de la mano de obra durante el montaje. En la Tabla 5.3 se presentan los costos de la mano de obra directa.

Tabla 5.3. Costos de maquinado y mano de obra

COSTO DE MAQUINADO Y MANO DE OBRA				
OPERACIÓN DE MAQUINADO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
TORNEADO	costo/h	10	15	150
FRESADO	costo/h	30	6	180
MAQUINADO ESPECIAL	Costo Unitario	1	810,54	810,54
MANDRINADO	costo/h	6	6	36
TALADRADO	UNIDAD	10	0,7	7
CORTE	UNIDAD	2	1,2	2,4
PINTURA	Global	1	80,85	80,85
MACHUELADO	costo/h	2	7	14
ESMERILADO	costo/h	2	5	10
			SUBTOTAL 3	1290,79

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

Para el armado y ensamblaje de la máquina se necesitaron tres operarios, los costos ocasionados se detallan a continuación en la tabla 5.4:

Tabla 5.4. Costo de montaje

COSTOS DE MONTAJE			
NUMERO DE OPERARIOS	TIEMPO (h)	HORA (USD/h)	TOTAL (USD)
3	8	2	48
SUBTOTAL 4			48

Fuente: MIALCA C.A.

Elaboración: Propia

5.2.1.4. Costo directo total

El costo directo total comprende la sumatoria de los costos determinados anteriormente. En la Tabla 5.5 se especifican estos costos.

Tabla 5.5. Costo directo total

COSTO DIRECTO TOTAL	
TIPO DE COSTO	SUBTOTAL (USD)
COSTO DE MATERIALES	462,50
COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADO	608,62
COSTO DE MAQUINADO	1290,79
COSTO DE MONTAJE	48
SUBTOTAL	2409,91

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.2.2. COSTOS INDIRECTOS

Estos costos son aquellos que se generan del uso de materiales suplementarios; es decir, son los gastos que no se encuentran vinculados directamente en la fabricación de la máquina, pero son necesarios para su desarrollo.

5.2.2.1. Costos de materiales indirectos

Son por lo general materiales consumibles que sirven para fabricar las piezas pero no se presentan en el producto terminado. En la Tabla 5.6 se resumen estos costos.

Tabla 5.6. Costos de materiales indirectos

COSTO MATERIALES INDIRECTOS			
CANTIDAD	CANT.	COSTO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Guaypes	20	0,3	6
Pintura	1	4,82	4,82
Grasa	2	3	6
Thiñer	1	5,8	5,8
Brocha	3	1,16	3,48
Removedor	2	5,36	10,72
Otros	1	20	20
Lijas	6	0,9	5,4
SUBTOTAL 1			62,22

Fuente: Comercializadoras de Quito

Elaboración: Propia

5.2.2.2. Costos de ingeniería

Corresponden a los costos debido al tiempo en que los ingenieros o diseñadores han dedicado para el estudio, trabajo de campo y diseño de la máquina. Representan un valor agregado a la máquina debido al conocimiento para diseñar y seleccionar los elementos. El estudio se hace en base a la referencia proporcionada por el Colegio de Ingenieros Mecánicos.

En la Tabla 5.7 se detallan todos los costos de ingeniería que intervienen en la construcción de la máquina.

Tabla 5.7. Costos adicionales

COSTOS DE INGENIERÍA			
Descripción	CANT.	Precio Unitario (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Diseño	1	500	500
Estudio	1	350	350
Trabajo de Campo	1	450	470
SUBTOTAL 2			1320

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.2.2.3. Costos de imprevistos

Estos gastos se los describen más detalladamente en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Costos de imprevistos

COSTOS DE IMPREVISTOS	
TIPO DE COSTO	SUBTOTAL (USD)
PAPELERIA	10
MOVILIZACIÓN	20
IMPRESIÓN DE DOCUMENTOS	25
IMPRESIÓN DE PLANOS	15
VARIOS	20
TOTAL	90

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.2.2.4. Costo total indirecto

El costo total indirecto se determina sumando los subtotales anteriores, este costo se detalla en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9. **Costos indirectos**

Costos Indirectos	
TIPO DE COSTO	SUBTOTAL (USD)
MATERIAL IMPROVISTO	62,22
COSTOS ADICIONALES	1320
COSTOS DE IMPREVISTOS	90
TOTAL	1472,22

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.2.3. COSTO TOTAL

Finalmente se puede determinar el costo total de la máquina mediante la suma de los costos directos e indirectos, este resultado puede observarse en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10. Costo total

COSTO TOTAL	
TIPO DE COSTO	SUBTOTAL (USD)
COSTO DIRECTO	2409,91
COSTO INDIRECTO	1472,22
TOTAL	3882,13

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

El costo total de la repotenciación de la máquina es de 3882,13 USD

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- El desarrollo del presente proyecto, es de gran aporte al desarrollo tecnológico del país específicamente en el sector metalmecánico, ya que en la industria nacional la gran mayoría de la maquinaria existente es proveniente de la importación dejando un margen muy corto al desarrollo local.
- Con la repotenciación de la máquina se a logrado utilizar los recursos disponibles de la empresa al menor costo, logrando con esto un ahorro notable y consigo el desarrollo de la empresa
- La máquina repotenciada permite troquelar diferentes tipos de espesores y materiales con una matriz, la misma que recibe la presión necesaria mediante la inercia que acumula el volante y cuya potencia es suministrada por un motor eléctrico que permite cumplir con la capacidad preestablecida, de esta manera se cumple el objetivo principal del proyecto
- La maquina es una alternativa viable para las pequeñas industrias metalmecánicas debido a su bajo costo de Repotenciación y mantenimiento.
- La máquina cumple con los requerimientos y parámetros funcionales planteados.
- En el proceso de repotenciación existen complicaciones fundamentales en lo referente a la precisión exigida en las piezas, sin embargo estos inconvenientes se superan aprovechando la experiencia de operario en el manejo de maquinas herramientas.
- La Totalidad de mecanismos que tiene la maquina son sencillos y desmontables, no se requiere de ninguna preparación especial por

parte del operario para que el mismo pueda dar el mantenimiento adecuado y efectuar una buena operación

- Los valores de fuerza obtenidos experimentalmente guardan relación con los resultados dados teóricamente, con lo cual demuestra la confiabilidad del aparato
- Cabe recalcar que de los elementos y procesos mecánicos utilizados, aproximadamente el cuarenta por ciento existía en la empresa por lo que se obtuvo una inversión relativamente menor al estudiado.
- La mayor inversión, tomando en cuenta el costo total de la repotenciación tiene que ver con el maquinado y fundición del martillo; el cuál se refiere al costo directo del proyecto.
- Durante las pruebas de campos surge un inconveniente debido a un ruido en la uñeta ocasionado por a una distorsión en el accionamiento, que puede ser fácilmente solucionado con un pequeño reajuste en la uñeta.
- Después de realizar las pruebas de campo se logra un resultado satisfactorio, ya que se puede comprobar que la troqueladora corta los espesores deseados, lo que se comprueba en tres tipos de materiales como: acero inoxidable, aluminio y un acero común (AISI 1010); además, cumple con los parámetros de funcionalidad.
- El martillo es construido con fundición nodular debido a las grandes cargas de impacto que se somete; además, posee un inserto el cuál recibe un tratamiento termoquímico (nitruado) debido a que su rosca debe soportar cargas debido al peso e impacto del martillo.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda una adecuada lubricación de las piezas y partes que conforman la maquina.
- Cuando sea necesario soldar elementos, es recomendable trabajarlos sobre medida, soldarlos y luego maquinarlos hasta obtener las medidas necesarias, esto es debido a que la distorsión causada por la soldadura es difícil de controlarlos.
- Es conveniente tomar en cuenta el no sobre cargar a la maquina con materiales de mayor espesor y/o resistencia a la cizalladora, para evitar posibles daños por este motivo.
- La máquina debe cumplir con todos los parámetros de seguridad, puesto que está orientada a ser manipulada directamente por el operario, y éste debe utilizar todos los implementos fundamentales como guantes de cuero, etc. Además debe operarse la máquina con las debidas precauciones ya que un error puede ocasionar graves accidentes que afecten la integridad física del operario.
- La máquina tiene la posibilidad de optimizar su operación, mediante un sistema alimentador, el que se justificaría cuando el nivel de producción incremente notablemente.
- La investigación de campo es ineludible para obtener maquinas y dispositivos cuyas características se ajusten a una realidad, por este motivo, se debe coordinar de una manera mas dinámica este trabajo con otras entidades nacionales que trabajen con el sector Metalmecánico del País.
- En cuánto a la fase del diseño (factor de seguridad), para asegurar que el diseño sea óptimo, se debe resolver primero el ejercicio a mano y usar el software únicamente para comprobar, o en todo caso si ya se tiene experiencia se puede comprobar los resultados con valores que sean esperados.
- Existe un ruido en la manzana ocasionado por la uñeta debido a que no se encuentra embragado completamente, por lo que se recomienda construir

una uñeta con dimensiones adecuadas de tal manera que pueda accionar correctamente a la manzana con el volante de inercia.

- En caso de existir una sobrecarga de amperaje, se recomienda resetear en control de mando para evitar daños en el motor eléctrico, y por lo tanto en la máquina.
- Es recomendable que el operario tome en cuenta todas las normas de seguridad como utilizar gafas, guantes de cuero, etc. y tomar precauciones al momento de operar la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

- ROSSI, M; Estampado en frio de la chapa; Editorial Científico Médica; Madrid; 1991.
- FAG; Catálogo de Rodamientos WL 41 520/3 SB.
- RIBA, CARLES; Diseño Concurrente; Ediciones Upc; España 2002.
- SHIGLEY EDWARD; Diseño en Ingeniería Mecánica; Editorial Mc. Graw Hill; Tercera edición; México, 1985.
- INEN; Código de Dibujo Técnico Mecánico; Quito, 1981.
- DAYCO, Engineering Guido for Industrial V-Belt Drives.

PÁGINAS WEB

- <http://help.solidworks.com/2010/spanish/SolidWorks/cworks/LegacyHelp/Simulation>
- http://www.kauman.com/es/products/productos_es.asp
- http://www.kauman.com/es/products/infot_aplicacion_es.asp
- <http://www.monografias.com/trabajos58/disenocintastransportadoras/disenocintastransportadoras2.shtml>
- <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/procesos/CINTAS.htm>

ANEXOS

ANEXO A

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR ELÉCTRICO



Motores y Ventiladores

1

- 1/1 Generalidades Motores trifásicos estándar series 1LA5 / 1LA7 y 1LG4
- 1/2 Motores trifásicos de 2 polos (3.600 rpm, 60Hz)
- 1/3 Motores trifásicos de 4 polos (1.800 rpm, 60Hz)
- 1/4 Motores trifásicos de 6 polos (1.200 rpm, 60Hz)
- 1/5 Motores trifásicos de 8 polos (900 rpm, 60Hz)
- 1/6 Motores trifásicos con brida de 2 polos (3.600 rpm, 60Hz)
- 1/7 Motores trifásicos con brida de 4 polos (1.800 rpm, 60Hz)
- 1/8 Motores trifásicos con brida 6 polos (1.200 rpm, 60 Hz)
- 1/9 Dimensiones Motores trifásicos 1 LA5/1LA7 y 1LG4
- 1/11 Generalidades Motores trifásicos Uso Severo (HEAVY DUTY) series 1LA3 Y 1LA6
- 1/12 Motores trifásicos HEAVY DUTY de 2 polos (3.600 rpm)
- 1/13 Motores trifásicos HEAVY DUTY de 4 polos (1.800 rpm)
- 1/14 Motores trifásicos HEAVY DUTY de 6 polos (1.200 rpm)
- 1/15 Dimensiones Motores trifásicos de HEAVY DUTY 1LA3/1LA6
- 1/17 Repuestos Motores trifásicos
- 1/19 Generalidades Motores trifásicos de Alta Eficiencia 1LE1 y 1LG6
- 1/20 Motores trifásicos de alta eficiencia IE2 (2 polos y 4 polos)
- 1/21 Generalidades Motores Monofásicos totalmente cerrados (TEFC) serie 1LF
- 1/22 Motores monofásicos totalmente cerrados (IP55)
- 1/23 Generalidades Ventiladores Industriales Axiales
- 1/24 Repuestos Ventiladores Industriales Axiales
- 1/25 Dimensiones Ventiladores axiales

Motores trifásicos estándar series 1LA5 / 1LA7 y 1LG4

Descripción

Generalidades

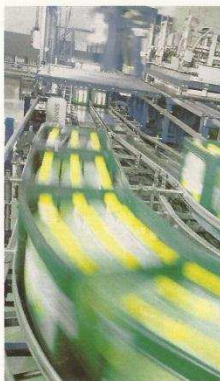


Nuestro amplio conocimiento técnico, que tiene en el mundo más de 150 años de experiencia consolidada, dan como resultado un motor preparado para el futuro: diseño universal y ventajas técnicas. Nuestros motores cumplen con las exigentes demandas técnicas del mercado, demostrando, una vez más, nuestro liderazgo a nivel mundial.

Gracias a su carcasa en aluminio se asegura una excelente conductividad térmica y un bajo peso. Su diseño permite que operen a dos tensiones y que su arranque se realice ya sea directamente, en estrella triángulo (A partir del tamaño AH 132), con arrancador suave o con variador de velocidad lo cual posibilita su aplicación en la totalidad de condiciones disponibles. Con el fin de darle aún más tranquilidad a su usuario, toda la familia cuenta con 1 año de garantía y el respaldo de nuestra red de distribuidores y talleres autorizados.

Características Eléctricas:

- Eficiencia superior IE1 hasta tamaño constructivo 225.
- Tensiones conmutables 220 / 440 VAC a 60 Hz.
- Posibilidad de arranque directo en tamaños constructivos 71, 80, 90 y 112. Adicionalmente arranque Y - Δ a partir del tamaño 132.
- Clase térmica F.
- Tipo de servicio: S1.
- Factor de servicio (FS): entre 1.05 a 1.15.
- Temperatura de operación: -15/40°C.
- Aptos para ser accionados con variador de velocidad.
- Motores Tipo 1LG4 de procedencia Alemania.



Características Mecánicas:

- Carcasa en aluminio que asegura su bajo peso y excelente conductividad térmica.
- Rodamientos tipo rígidos de bola, de doble sello y con juego interno C3. Totalmente cerrados y libres de mantenimiento, con una vida útil de hasta 20.000 horas de servicio continuo.
- Ejecución IMB3 / IMB35 / IMB5.
- Con retenedor CD ring en el platillo AS.
- Protección Mecánica IP55.
- Para la serie 1LA7 platillos en aluminio y 1LA5 con platillos en fundición de hierro.
- Pintura color RAL 7032.

Accesorios bajo pedido:

- Termistores.
- Bandas Calefactoras.
- Tensión de alimentación fuera del estándar.

Beneficios adicionales:

- Garantía extendida por la compra de un combo "Motor + Variador", 3 años de garantía sin costo adicional.
- Talleres técnicos autorizados en Guayaquil y Quito.
- Soporte técnico directo a través de HotLine Técnica gratuita 1800-101555. †

Motores trifásicos de 2 polos (3.600 rpm, 60Hz, IP55)


No. de Depósito	Descripción	Precio Lista Unit. US \$
		
		
	<p>¡Su motor es muy valioso!</p> <p>Protéjalo únicamente con productos Siemens:</p> 	

Eficiencia IE1	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)		Precio
							220 VAC	440 VAC	
VELOCIDAD 3.600 rpm (2 polos)									
100160471	1LA7070 - 2YA60	71	0.75	0.56	77.4	1.15	2.4	1.2	121,00
100160475	1LA7073 - 2YA60	71	1.0	0.75	62.8	1.15	3.5	1.75	127,00
100160481	1LA7080 - 2YA60	80	1.5	1.12	69.3	1.15	5.3	2.65	140,00
100160486	1LA7083 - 2YA60	80	2.0	1.50	73.4	1.15	6.2	3.1	174,00
100160493	1LA7093 - 2YB60	90 L	3.0	2.20	82.3	1.10	9.0	4.5	212,00
100172337	1LA7097 - 2YB60	90 L	4.0	3.00	84.5	1.15	12.2	6.1	255,00
100160508	1LA7113 - 2YB60	112 M	5.0	3.73	85.2	1.15	16.0	8.0	286,00
100160517	1LA7115 - 2YB60	112 M	7.5	5.60	86.0	1.15	21.8	10.9	408,00
100160520	1LA7132 - 2YB70	132 S/M	10.0	7.5	88.1	1.15	28.0	14.0	524,00
100172339	1LA7133 - 2YB70	132 S/M	15.0	11.2	88.1	1.15	41.0	20.5	787,00
100059899	1LA7165 - 2YB70	160 S/M	20.0	14.9	88.5	1.15	53.6	26.8	914,00
100059902	1LA7165 - 2YC70	160 M/L	25.0	18.7	89.5	1.15	63.6	31.8	957,00
100172340	1LA7167 - 2YB70	160 M/L	30.0	22.4	89.6	1.15	77.2	38.6	1.084,00
100160441	1LA5184 - 2YB80	180 M	40.0	29.8	91.5	1.05	102.0	51.0	1.910,00
100172269	1LA5206 - 2YB80	200 L	50.0	37.3	92.5	1.15	124.0	62.0	2.879,00
100172331	1LA5207 - 2YB80	200 L	60.0	44.5	92.4	1.15	148.0	74.0	3.000,00
100172336	1LA5223 - 2YB80	225 S/M	75.0	55.5	93.1	1.15	188.0	94.0	3.280,00

	Tipo	Tamaño Constructivo	HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)		Precio
							460 VAC		
100044520	1LG4 253 - 2AB60-Z	250 M	83	62	93.6	1.1	96		4.450,00
100023117	1LG4 280 - 2AB60	280 S	113	84	94.5	1.0	128		5.892,00
100023120	1LG4 283 - 2AB60	280 M	135	101	95.1	1.0	148		7.093,00
100023123	1LG4 310 - 2AB60	315 S	165	123	94.6	1.0	184		9.041,00
100023125	1LG4 313 - 2AB60	315 S	200	148	95.1	1.0	220		10.764,00



Mayor Información :
 Configurador de motores: www.siemens.com/sd-configurator
 Catálogo : www.siemens.com/motors
Notas :
 Dimensiones de los motores ver páginas 1/9 - 1/10
 Motores Tipo 1LG4 de procedencia Europea

Visite nuestro video de la fábrica de motores en: 

Motores trifásicos de 4 polos (1.800 rpm, 60Hz, IP55)

Este motor es muy valioso! Selección únicamente de productos Siemens:
 SINAMICS MICROMASTER



Motor 4 polos Tipo 1LA7 160



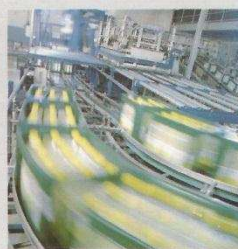
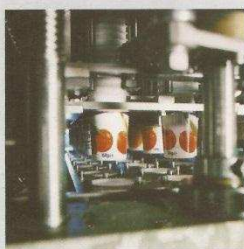
Motor 4 polos Tipo 1LA5 180




No. de Depósito	Descripción	Precio Lista Unit USD\$
-----------------	-------------	-------------------------

Eficiencia IE1	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia		Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)		Precio
			HP	kW			220 VAC	440 VAC	
VELOCIDAD 1.800 rpm (4 polos)									
100160473	1LA7070 - 4YA60	71	0,5	0,37	63,6	1,15	1,9	0,95	115,00
100160477	1LA7073 - 4YA60	71	0,75	0,56	64,0	1,15	2,9	1,45	120,00
100160482	1LA7080 - 4YA60	80	1,0	0,75	64,2	1,15	3,5	1,75	126,00
100160488	1LA7083 - 4YA60	80	1,5	1,12	65,9	1,15	5,0	2,5	162,00
100172346	1LA7096 - 4YB60	90	2,0	1,50	82,3	1,15	7,0	3,5	197,00
100172353	1LA7097 - 4YB60	90	3,0	2,20	83,0	1,15	9,6	4,8	233,00
100160505	1LA7112 - 4YB60	112	4,0	3,00	85,5	1,15	13,0	6,5	263,00
100160510	1LA7112 - 4YC60	112	5,0	3,73	85,3	1,15	15,8	7,9	289,00
100172355	1LA7115 - 4YB60	112	7,5	5,60	87,5	1,15	23,2	11,6	376,00
100172358	1LA7132 - 4YB70	132 S/M	10,0	7,5	88,3	1,15	28,8	14,4	517,00
100160530	1LA7135 - 4YB70	132 S/M	15,0	11,2	89,8	1,15	43,0	21,5	744,00
100172361	1LA7164 - 4YB70	160 M/L	20,0	14,9	90,9	1,15	56,8	28,4	855,00
100172363	1LA7167 - 4YB70	160 M/L	25,0	18,7	91,8	1,15	66,0	33,0	920,00
100160439	1LA5183 - 4YB80	180 M	30,0	22,4	91,8	1,05	78,0	39,0	1.600,00
100160447	1LA5187 - 4YB80	180 L	40,0	29,8	92,5	1,05	104,0	52,0	1.871,00
100160699	1LA5207 - 4YB80	200 L	50,0	37,3	92,5	1,15	126,0	63,0	2.632,00
100160701	1LA5220 - 4YB80	225 S	60,0	44,5	93,0	1,15	148,0	74,0	3.021,00
100160457	1LA5223 - 4YB80	225 M	75,0	56,0	93,3	1,15	188,0	94,0	3.588,00

	Tipo	Tamaño Constructivo	HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A) 460 VAC	Precio
100161681	1LG4253 - 4AA60-Z	250 M	85	63	94,3	1,1	96	4.320,00
100023118	1LG4280 - 4AA60	280 S	115	86	94,5	1,0	132	5.778,00
100023121	1LG4283 - 4AA60	280 M	140	104	94,5	1,0	158	6.798,00
100023124	1LG4310 - 4AA60	315 S	170	127	94,6	1,0	198	8.384,00
100023126	1LG4313 - 4AA60	315 M	200	152	94,6	1,0	235	8.721,00



Mayor Información :
 Configurador de motores: www.siemens.com/sd-configurator
 Catálogo : www.siemens.com/motors
Notas :
 Dimensiones de los motores ver páginas 1/9 - 1/10
 Motores Tipo 1LG4 de procedencia Europea

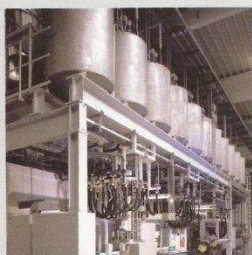
Visite nuestro video de la fábrica de motores en: 

Motores trifásicos de 6 polos (1.200 rpm, 60Hz, IP55)


No. de Depósito	Descripción	Precio Lista Unit. US \$
		
		<p>¡Su motor es muy valioso! Protéjalo únicamente con productos Siemens:</p> 

Eficiencia IE1	Tipo ³	Tamaño Constructivo	Potencia		Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A)		Precio
			HP	kW			220 VAC	440 VAC	
VELOCIDAD 1.200 rpm (6 polos)									
100160479	1LA7073-6YA60	80	0.5	0.37	64.3	1.05	2.2	1.1	169,00
100160484	1LA7080-6YA60	80	0.75	0.56	55.6	1.05	3.0	1.5	198,00
100160490	1LA7083-6YA60	80	1.0	0.74	67.5	1.15	4.2	2.1	257,00
100160496	1LA7096-6YB60	90	1.5	1.12	75.7	1.15	6.6	3.3	299,00
100160502	1LA7097-6YB60	90	2.0	1.5	78.5	1.15	7.8	3.9	315,00
100160512	1LA7112-6YB60	112	3.0	2.2	79.1	1.15	11.8	5.9	351,00
100160515	1LA7115-6YB60	112	4.0	3.0	83.5	1.15	15.0	7.5	453,00
100059905	1LA7132-6YB70	132 S/M	5.0	3.73	83.5	1.15	16.4	8.2	638,00
100059900	1LA7133-6YB70	132 S/M	7.5	5.6	85.2	1.15	26.0	13.0	729,00
100059901	1LA7136-6YB70	132 S/M	10.0	7.5	86.0	1.05	33.0	16.5	839,00
100059906	1LA7164-6YB70	160 M/L	15.0	11.2	89.0	1.15	47.4	23.7	1.254,00
100059907	1LA7168-6YB70	160 M/L	20.0	14.9	89.5	1.10	66.0	33.0	1.532,00
100160444	1LA5186-6YB80	180 L	25.0	18.7	90.9	1.05	67.5	33.8	2.242,00
100160698	1LA5206-6YB80	200 L	30.0	22.4	91.7	1.05	79.0	39.5	2.877,00
100160700	1LA5208-6YB80	200 L	40.0	29.6	92.2	1.05	106.0	53.0	3.262,00
100160702	1LA5223-6YB80	225 M	50.0	37.3	92.1	1.15	124.0	62.0	3.829,00

	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	Eficiencia %	F.Servicio FS	Corriente (A) 460 VAC	Precio
100023103	1LG4253 - 6AA60	250 M	60	44.5	92.8	1.0	73.0	4.419,00
100023122	1LG4283 - 6AA60	280 M	88	66.0	93.1	1.0	104.0	6.571,00
100023172	1LG4310 - 6AA60	315 S	120	90.0	93.7	1.0	140.0	8.158,00



Mayor Información :
 Configurador de motores: www.siemens.com/sd-configurator
 Catálogo : www.siemens.com/motors
Notas :
 Dimensiones de los motores ver páginas 1/9 - 1/10
 Motores Tipo 1LG4 de procedencia Europea

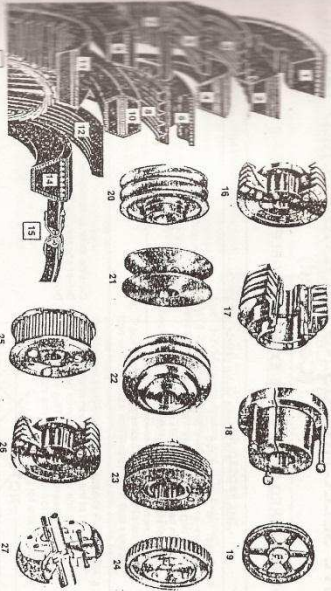
Visite nuestro video de la fábrica de motores en: 

ANEXO B

CATÁLOGO DE BANDAS DAYCO

READ the
title for your

DAYCO'S FULL POWER TRANSMISSION LINE



- 11. **High-Speed, Synthetic (SK, S-X, B-X)**
High-speed, synthetic belt. Higher HP and longer life. Available in 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 1 3/4", 2", 2 1/4", 2 3/4", 3", 3 1/4", 3 3/4", 4", 4 1/4", 4 3/4", 5", 5 1/4", 5 3/4", 6", 6 1/4", 6 3/4", 7", 7 1/4", 7 3/4", 8", 8 1/4", 8 3/4", 9", 9 1/4", 9 3/4", 10", 10 1/4", 10 3/4", 11", 11 1/4", 11 3/4", 12", 12 1/4", 12 3/4", 13", 13 1/4", 13 3/4", 14", 14 1/4", 14 3/4", 15", 15 1/4", 15 3/4", 16", 16 1/4", 16 3/4", 17", 17 1/4", 17 3/4", 18", 18 1/4", 18 3/4", 19", 19 1/4", 19 3/4", 20", 20 1/4", 20 3/4", 21", 21 1/4", 21 3/4", 22", 22 1/4", 22 3/4", 23", 23 1/4", 23 3/4", 24", 24 1/4", 24 3/4", 25", 25 1/4", 25 3/4", 26", 26 1/4", 26 3/4", 27", 27 1/4", 27 3/4", 28", 28 1/4", 28 3/4", 29", 29 1/4", 29 3/4", 30", 30 1/4", 30 3/4", 31", 31 1/4", 31 3/4", 32", 32 1/4", 32 3/4", 33", 33 1/4", 33 3/4", 34", 34 1/4", 34 3/4", 35", 35 1/4", 35 3/4", 36", 36 1/4", 36 3/4", 37", 37 1/4", 37 3/4", 38", 38 1/4", 38 3/4", 39", 39 1/4", 39 3/4", 40", 40 1/4", 40 3/4", 41", 41 1/4", 41 3/4", 42", 42 1/4", 42 3/4", 43", 43 1/4", 43 3/4", 44", 44 1/4", 44 3/4", 45", 45 1/4", 45 3/4", 46", 46 1/4", 46 3/4", 47", 47 1/4", 47 3/4", 48", 48 1/4", 48 3/4", 49", 49 1/4", 49 3/4", 50", 50 1/4", 50 3/4", 51", 51 1/4", 51 3/4", 52", 52 1/4", 52 3/4", 53", 53 1/4", 53 3/4", 54", 54 1/4", 54 3/4", 55", 55 1/4", 55 3/4", 56", 56 1/4", 56 3/4", 57", 57 1/4", 57 3/4", 58", 58 1/4", 58 3/4", 59", 59 1/4", 59 3/4", 60", 60 1/4", 60 3/4", 61", 61 1/4", 61 3/4", 62", 62 1/4", 62 3/4", 63", 63 1/4", 63 3/4", 64", 64 1/4", 64 3/4", 65", 65 1/4", 65 3/4", 66", 66 1/4", 66 3/4", 67", 67 1/4", 67 3/4", 68", 68 1/4", 68 3/4", 69", 69 1/4", 69 3/4", 70", 70 1/4", 70 3/4", 71", 71 1/4", 71 3/4", 72", 72 1/4", 72 3/4", 73", 73 1/4", 73 3/4", 74", 74 1/4", 74 3/4", 75", 75 1/4", 75 3/4", 76", 76 1/4", 76 3/4", 77", 77 1/4", 77 3/4", 78", 78 1/4", 78 3/4", 79", 79 1/4", 79 3/4", 80", 80 1/4", 80 3/4", 81", 81 1/4", 81 3/4", 82", 82 1/4", 82 3/4", 83", 83 1/4", 83 3/4", 84", 84 1/4", 84 3/4", 85", 85 1/4", 85 3/4", 86", 86 1/4", 86 3/4", 87", 87 1/4", 87 3/4", 88", 88 1/4", 88 3/4", 89", 89 1/4", 89 3/4", 90", 90 1/4", 90 3/4", 91", 91 1/4", 91 3/4", 92", 92 1/4", 92 3/4", 93", 93 1/4", 93 3/4", 94", 94 1/4", 94 3/4", 95", 95 1/4", 95 3/4", 96", 96 1/4", 96 3/4", 97", 97 1/4", 97 3/4", 98", 98 1/4", 98 3/4", 99", 99 1/4", 99 3/4", 100", 100 1/4", 100 3/4", 101", 101 1/4", 101 3/4", 102", 102 1/4", 102 3/4", 103", 103 1/4", 103 3/4", 104", 104 1/4", 104 3/4", 105", 105 1/4", 105 3/4", 106", 106 1/4", 106 3/4", 107", 107 1/4", 107 3/4", 108", 108 1/4", 108 3/4", 109", 109 1/4", 109 3/4", 110", 110 1/4", 110 3/4", 111", 111 1/4", 111 3/4", 112", 112 1/4", 112 3/4", 113", 113 1/4", 113 3/4", 114", 114 1/4", 114 3/4", 115", 115 1/4", 115 3/4", 116", 116 1/4", 116 3/4", 117", 117 1/4", 117 3/4", 118", 118 1/4", 118 3/4", 119", 119 1/4", 119 3/4", 120", 120 1/4", 120 3/4", 121", 121 1/4", 121 3/4", 122", 122 1/4", 122 3/4", 123", 123 1/4", 123 3/4", 124", 124 1/4", 124 3/4", 125", 125 1/4", 125 3/4", 126", 126 1/4", 126 3/4", 127", 127 1/4", 127 3/4", 128", 128 1/4", 128 3/4", 129", 129 1/4", 129 3/4", 130", 130 1/4", 130 3/4", 131", 131 1/4", 131 3/4", 132", 132 1/4", 132 3/4", 133", 133 1/4", 133 3/4", 134", 134 1/4", 134 3/4", 135", 135 1/4", 135 3/4", 136", 136 1/4", 136 3/4", 137", 137 1/4", 137 3/4", 138", 138 1/4", 138 3/4", 139", 139 1/4", 139 3/4", 140", 140 1/4", 140 3/4", 141", 141 1/4", 141 3/4", 142", 142 1/4", 142 3/4", 143", 143 1/4", 143 3/4", 144", 144 1/4", 144 3/4", 145", 145 1/4", 145 3/4", 146", 146 1/4", 146 3/4", 147", 147 1/4", 147 3/4", 148", 148 1/4", 148 3/4", 149", 149 1/4", 149 3/4", 150", 150 1/4", 150 3/4", 151", 151 1/4", 151 3/4", 152", 152 1/4", 152 3/4", 153", 153 1/4", 153 3/4", 154", 154 1/4", 154 3/4", 155", 155 1/4", 155 3/4", 156", 156 1/4", 156 3/4", 157", 157 1/4", 157 3/4", 158", 158 1/4", 158 3/4", 159", 159 1/4", 159 3/4", 160", 160 1/4", 160 3/4", 161", 161 1/4", 161 3/4", 162", 162 1/4", 162 3/4", 163", 163 1/4", 163 3/4", 164", 164 1/4", 164 3/4", 165", 165 1/4", 165 3/4", 166", 166 1/4", 166 3/4", 167", 167 1/4", 167 3/4", 168", 168 1/4", 168 3/4", 169", 169 1/4", 169 3/4", 170", 170 1/4", 170 3/4", 171", 171 1/4", 171 3/4", 172", 172 1/4", 172 3/4", 173", 173 1/4", 173 3/4", 174", 174 1/4", 174 3/4", 175", 175 1/4", 175 3/4", 176", 176 1/4", 176 3/4", 177", 177 1/4", 177 3/4", 178", 178 1/4", 178 3/4", 179", 179 1/4", 179 3/4", 180", 180 1/4", 180 3/4, 181, 181 1/4, 181 3/4, 182, 182 1/4, 182 3/4, 183, 183 1/4, 183 3/4, 184, 184 1/4, 184 3/4, 185, 185 1/4, 185 3/4, 186, 186 1/4, 186 3/4, 187, 187 1/4, 187 3/4, 188, 188 1/4, 188 3/4, 189, 189 1/4, 189 3/4, 190, 190 1/4, 190 3/4, 191, 191 1/4, 191 3/4, 192, 192 1/4, 192 3/4, 193, 193 1/4, 193 3/4, 194, 194 1/4, 194 3/4, 195, 195 1/4, 195 3/4, 196, 196 1/4, 196 3/4, 197, 197 1/4, 197 3/4, 198, 198 1/4, 198 3/4, 199, 199 1/4, 199 3/4, 200, 200 1/4, 200 3/4, 201, 201 1/4, 201 3/4, 202, 202 1/4, 202 3/4, 203, 203 1/4, 203 3/4, 204, 204 1/4, 204 3/4, 205, 205 1/4, 205 3/4, 206, 206 1/4, 206 3/4, 207, 207 1/4, 207 3/4, 208, 208 1/4, 208 3/4, 209, 209 1/4, 209 3/4, 210, 210 1/4, 210 3/4, 211, 211 1/4, 211 3/4, 212, 212 1/4, 212 3/4, 213, 213 1/4, 213 3/4, 214, 214 1/4, 214 3/4, 215, 215 1/4, 215 3/4, 216, 216 1/4, 216 3/4, 217, 217 1/4, 217 3/4, 218, 218 1/4, 218 3/4, 219, 219 1/4, 219 3/4, 220, 220 1/4, 220 3/4, 221, 221 1/4, 221 3/4, 222, 222 1/4, 222 3/4, 223, 223 1/4, 223 3/4, 224, 224 1/4, 224 3/4, 225, 225 1/4, 225 3/4, 226, 226 1/4, 226 3/4, 227, 227 1/4, 227 3/4, 228, 228 1/4, 228 3/4, 229, 229 1/4, 229 3/4, 230, 230 1/4, 230 3/4, 231, 231 1/4, 231 3/4, 232, 232 1/4, 232 3/4, 233, 233 1/4, 233 3/4, 234, 234 1/4, 234 3/4, 235, 235 1/4, 235 3/4, 236, 236 1/4, 236 3/4, 237, 237 1/4, 237 3/4, 238, 238 1/4, 238 3/4, 239, 239 1/4, 239 3/4, 240, 240 1/4, 240 3/4, 241, 241 1/4, 241 3/4, 242, 242 1/4, 242 3/4, 243, 243 1/4, 243 3/4, 244, 244 1/4, 244 3/4, 245, 245 1/4, 245 3/4, 246, 246 1/4, 246 3/4, 247, 247 1/4, 247 3/4, 248, 248 1/4, 248 3/4, 249, 249 1/4, 249 3/4, 250, 250 1/4, 250 3/4, 251, 251 1/4, 251 3/4, 252, 252 1/4, 252 3/4, 253, 253 1/4, 253 3/4, 254, 254 1/4, 254 3/4, 255, 255 1/4, 255 3/4, 256, 256 1/4, 256 3/4, 257, 257 1/4, 257 3/4, 258, 258 1/4, 258 3/4, 259, 259 1/4, 259 3/4, 260, 260 1/4, 260 3/4, 261, 261 1/4, 261 3/4, 262, 262 1/4, 262 3/4, 263, 263 1/4, 263 3/4, 264, 264 1/4, 264 3/4, 265, 265 1/4, 265 3/4, 266, 266 1/4, 266 3/4, 267, 267 1/4, 267 3/4, 268, 268 1/4, 268 3/4, 269, 269 1/4, 269 3/4, 270, 270 1/4, 270 3/4, 271, 271 1/4, 271 3/4, 272, 272 1/4, 272 3/4, 273, 273 1/4, 273 3/4, 274, 274 1/4, 274 3/4, 275, 275 1/4, 275 3/4, 276, 276 1/4, 276 3/4, 277, 277 1/4, 277 3/4, 278, 278 1/4, 278 3/4, 279, 279 1/4, 279 3/4, 280, 280 1/4, 280 3/4, 281, 281 1/4, 281 3/4, 282, 282 1/4, 282 3/4, 283, 283 1/4, 283 3/4, 284, 284 1/4, 284 3/4, 285, 285 1/4, 285 3/4, 286, 286 1/4, 286 3/4, 287, 287 1/4, 287 3/4, 288, 288 1/4, 288 3/4, 289, 289 1/4, 289 3/4, 290, 290 1/4, 290 3/4, 291, 291 1/4, 291 3/4, 292, 292 1/4, 292 3/4, 293, 293 1/4, 293 3/4, 294, 294 1/4, 294 3/4, 295, 295 1/4, 295 3/4, 296, 296 1/4, 296 3/4, 297, 297 1/4, 297 3/4, 298, 298 1/4, 298 3/4, 299, 299 1/4, 299 3/4, 300, 300 1/4, 300 3/4, 301, 301 1/4, 301 3/4, 302, 302 1/4, 302 3/4, 303, 303 1/4, 303 3/4, 304, 304 1/4, 304 3/4, 305, 305 1/4, 305 3/4, 306, 306 1/4, 306 3/4, 307, 307 1/4, 307 3/4, 308, 308 1/4, 308 3/4, 309, 309 1/4, 309 3/4, 310, 310 1/4, 310 3/4, 311, 311 1/4, 311 3/4, 312, 312 1/4, 312 3/4, 313, 313 1/4, 313 3/4, 314, 314 1/4, 314 3/4, 315, 315 1/4, 315 3/4, 316, 316 1/4, 316 3/4, 317, 317 1/4, 317 3/4, 318, 318 1/4, 318 3/4, 319, 319 1/4, 319 3/4, 320, 320 1/4, 320 3/4, 321, 321 1/4, 321 3/4, 322, 322 1/4, 322 3/4, 323, 323 1/4, 323 3/4, 324, 324 1/4, 324 3/4, 325, 325 1/4, 325 3/4, 326, 326 1/4, 326 3/4, 327, 327 1/4, 327 3/4, 328, 328 1/4, 328 3/4, 329, 329 1/4, 329 3/4, 330, 330 1/4, 330 3/4, 331, 331 1/4, 331 3/4, 332, 332 1/4, 332 3/4, 333, 333 1/4, 333 3/4, 334, 334 1/4, 334 3/4, 335, 335 1/4, 335 3/4, 336, 336 1/4, 336 3/4, 337, 337 1/4, 337 3/4, 338, 338 1/4, 338 3/4, 339, 339 1/4, 339 3/4, 340, 340 1/4, 340 3/4, 341, 341 1/4, 341 3/4, 342, 342 1/4, 342 3/4, 343, 343 1/4, 343 3/4, 344, 344 1/4, 344 3/4, 345, 345 1/4, 345 3/4, 346, 346 1/4, 346 3/4, 347, 347 1/4, 347 3/4, 348, 348 1/4, 348 3/4, 349, 349 1/4, 349 3/4, 350, 350 1/4, 350 3/4, 351, 351 1/4, 351 3/4, 352, 352 1/4, 352 3/4, 353, 353 1/4, 353 3/4, 354, 354 1/4, 354 3/4, 355, 355 1/4, 355 3/4, 356, 356 1/4, 356 3/4, 357, 357 1/4, 357 3/4, 358, 358 1/4, 358 3/4, 359, 359 1/4, 359 3/4, 360, 360 1/4, 360 3/4, 361, 361 1/4, 361 3/4, 362, 362 1/4, 362 3/4, 363, 363 1/4, 363 3/4, 364, 364 1/4, 364 3/4, 365, 365 1/4, 365 3/4, 366, 366 1/4, 366 3/4, 367, 367 1/4, 367 3/4, 368, 368 1/4, 368 3/4, 369, 369 1/4, 369 3/4, 370, 370 1/4, 370 3/4, 371, 371 1/4, 371 3/4, 372, 372 1/4, 372 3/4, 373, 373 1/4, 373 3/4, 374, 374 1/4, 374 3/4, 375, 375 1/4, 375 3/4, 376, 376 1/4, 376 3/4, 377, 377 1/4, 377 3/4, 378, 378 1/4, 378 3/4, 379, 379 1/4, 379 3/4, 380, 380 1/4, 380 3/4, 381, 381 1/4, 381 3/4, 382, 382 1/4, 382 3/4, 383, 383 1/4, 383 3/4, 384, 384 1/4, 384 3/4, 385, 385 1/4, 385 3/4, 386, 386 1/4, 386 3/4, 387, 387 1/4, 387 3/4, 388, 388 1/4, 388 3/4, 389, 389 1/4, 389 3/4, 390, 390 1/4, 390 3/4, 391, 391 1/4, 391 3/4, 392, 392 1/4, 392 3/4, 393, 393 1/4, 393 3/4, 394, 394 1/4, 394 3/4, 395, 395 1/4, 395 3/4, 396, 396 1/4, 396 3/4, 397, 397 1/4, 397 3/4, 398, 398 1/4, 398 3/4, 399, 399 1/4, 399 3/4, 400, 400 1/4, 400 3/4, 401, 401 1/4, 401 3/4, 402, 402 1/4, 402 3/4, 403, 403 1/4, 403 3/4, 404, 404 1/4, 404 3/4, 405, 405 1/4, 405 3/4, 406, 406 1/4, 406 3/4, 407, 407 1/4, 407 3/4, 408, 408 1/4, 408 3/4, 409, 409 1/4, 409 3/4, 410, 410 1/4, 410 3/4, 411, 411 1/4, 411 3/4, 412, 412 1/4, 412 3/4, 413, 413 1/4, 413 3/4, 414, 414 1/4, 414 3/4, 415, 415 1/4, 415 3/4, 416, 416 1/4, 416 3/4, 417, 417 1/4, 417 3/4, 418, 418 1/4, 418 3/4, 419, 419 1/4, 419 3/4, 420, 420 1/4, 420 3/4, 421, 421 1/4, 421 3/4, 422, 422 1/4, 422 3/4, 423, 423 1/4, 423 3/4, 424, 424 1/4, 424 3/4, 425, 425 1/4, 425 3/4, 426, 426 1/4, 426 3/4, 427, 427 1/4, 427 3/4, 428, 428 1/4, 428 3/4, 429, 429 1/4, 429 3/4, 430, 430 1/4, 430 3/4, 431, 431 1/4, 431 3/4, 432, 432 1/4, 432 3/4, 433, 433 1/4, 433 3/4, 434, 434 1/4, 434 3/4, 435, 435 1/4, 435 3/4, 436, 436 1/4, 436 3/4, 437, 437 1/4, 437 3/4, 438, 438 1/4, 438 3/4, 439, 439 1/4, 439 3/4, 440, 440 1/4, 440 3/4, 441, 441 1/4, 441 3/4, 442, 442 1/4, 442 3/4, 443, 443 1/4, 443 3/4, 444, 444 1/4, 444 3/4, 445, 445 1/4, 445 3/4, 446, 446 1/4, 446 3/4, 447, 447 1/4, 447 3/4, 448, 448 1/4, 448 3/4, 449, 449 1/4, 449 3/4, 450, 450 1/4, 450 3/4, 451, 451 1/4, 451 3/4, 452, 452 1/4, 452 3/4, 453, 453 1/4, 453 3/4, 454, 454 1/4, 454 3/4, 455, 455 1/4, 455 3/4, 456, 456 1/4, 456 3/4, 457, 457 1/4, 457 3/4, 458, 458 1/4, 458 3/4, 459, 459 1/4, 459 3/4, 460, 460 1/4, 460 3/4, 461, 461 1/4, 461 3/4, 462, 462 1/4, 462 3/4, 463, 463 1/4, 463 3/4, 464, 464 1/4, 464 3/4, 465, 465 1/4, 465 3/4, 466, 466 1/4, 466 3/4, 467, 467 1/4, 467 3/4, 468, 468 1/4, 468 3/4, 469, 469 1/4, 469 3/4, 470, 470 1/4, 470 3/4, 471, 471 1/4, 471 3/4, 472, 472 1/4, 472 3/4, 473, 473 1/4, 473 3/4, 474, 474 1/4, 474 3/4, 475, 475 1/4, 475 3/4, 476, 476 1/4, 476 3/4, 477, 477 1/4, 477 3/4, 478, 478 1/4, 478 3/4, 479, 479 1/4, 479 3/4, 480, 480 1/4, 480 3/4, 481, 481 1/4, 481 3/4, 482, 482 1/4, 482 3/4, 483, 483 1/4, 483 3/4, 484, 484 1/4, 484 3/4, 485, 485 1/4, 485 3/4, 486, 486 1/4, 486 3/4, 487, 487 1/4, 487 3/4, 488, 488 1/4, 488 3/4, 489, 489 1/4, 489 3/4, 490, 490 1/4, 490 3/4, 491, 491 1/4, 491 3/4, 492, 492 1/4, 492 3/4, 493, 493 1/4, 493 3/4, 494, 494 1/4, 494 3/4, 495, 495 1/4, 495 3/4, 496, 496 1/4, 496 3/4, 497, 497 1/4, 497 3/4, 498, 498 1/4, 498 3/4, 499, 499 1/4, 499 3/4, 500, 500 1/4, 500 3/4, 501, 501 1/4, 501 3/4, 502, 502 1/4, 502 3/4, 503, 503 1/4, 503 3/4, 504, 504 1/4, 504 3/4, 505, 505 1/4, 505 3/4, 506, 506 1/4, 506 3/4, 507, 507 1/4, 507 3/4, 508, 508 1/4, 508 3/4, 509, 509 1/4, 509 3/4, 510, 510 1/4, 510 3/4, 511, 511 1/4, 511 3/4, 512, 512 1/4, 512 3/4, 513, 513 1/4, 513 3/4, 514, 514 1/4, 514 3/4, 515, 515 1/4, 515 3/4, 516, 516 1/4, 516 3/4, 517, 517 1/4, 517 3/4, 518, 518 1/4, 518 3/4, 519, 519 1/4, 519 3/4, 520, 520 1/4, 520 3/4, 521, 521 1/4, 521 3/4, 522, 522 1/4, 522 3/4, 523, 523 1/4, 523 3/4, 524, 524 1/4, 524 3/4, 525, 525 1/4, 525 3/4, 526, 526 1/4, 526 3/4, 527, 527 1/4, 527 3/4, 528, 528 1/4, 528 3/4, 529, 529 1/4, 529 3/4, 530, 530 1/4, 530 3/4, 531, 531 1/4, 531 3/4, 532, 532 1/4, 532 3/4, 533, 533 1/4, 533 3/4, 534, 534 1/4, 534 3/4, 535, 535 1/4, 535 3/4, 536, 536 1/4, 536 3/4, 537, 537 1/4, 537 3/4, 538, 538 1/4

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
DRIVE SELECTION PROCEDURE

The following pages contain Pre-Engineered Drive Selection Tables for which the majority of industrial applications will be covered. These various combinations of V-belts and sheaves cover a wide range of horsepower and standard distances for standard electric motor speeds.

The Pre-Engineered drive tables have been arranged so that the drive designer can be accommodated as easily as possible. To select a drive from the Pre-Engineered tables it is necessary to know only:

- The type of drive (motor) and its rated horsepower.
 - The speed of the drive.
 - The type of machine to be driven.
 - The required speed of the driven application.
 - The service condition under which the drive will operate.
 - The desired center distance and any space limitations.
- The use of these tables might best be illustrated by utilizing them in solving a typical V-belt drive design problem.

NOTE

These tables are to be used in conjunction with speed reduction drives with standard motor speeds only. For those drives in which the driven unit operates at a faster speed than the driver, refer to the Special Engineering Section under "SPEED-UP DRIVES ON TABLE 431."

PRE-ENGINEERED DRIVE TABLE EXAMPLE PROBLEM

THE PROBLEM: A 5 horsepower 1750 RPM Nema Design A squirrel cage motor is to drive a fan at approximately 520 RPM. The fan is to operate at a center distance of approximately 17".

THE PROCEDURE	THE SUMMARY
<p>STEP 1 - Determine the service factor, by first referring to Table 2 and Table 3 and locating the type of application in the adjoining column and find the factor letter that applies to a 5 HP fan. Then refer to Table 3 on Page 3 and locate the proper motor under the column headed "source of power" in which color key the motor falls under:</p> <p>Working from Table 1 on Page 3 with the information located above, follow the arrows, color key #2 (dark blue) in the right hand box and Factor A (white) in the left hand box to the letter that fits the only circle of the drive.</p>	<p>HP 5 HP fan = Factor A A 5-HP 1750 RPM Nema Design A squirrel cage motor falls under the 150%-250% class and is in color key #2 (dark blue).</p> <p>Service factor = 1.2</p>
<p>STEP 2 - Determine the design horsepower, by multiplying the service factor obtained:</p>	<p>Design Horsepower = 5 HP x 1.2 SF = 6.0</p>
<p>STEP 3 - Determine belt cross-section... from the appropriate cross-section selection table in Figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.</p>	<p>NOTE</p> <p>The decision to use Power-Sheep Belt was made arbitrarily from the design guide on Page 11.</p> <p>6.0 Design Horsepower and 1750 RPM intersect in the 3VX section.</p>

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
PRE-ENGINEERED DRIVE TABLE EXAMPLE PROBLEM (Continued)

THE PROCEDURE

STEP 4 - Select the driven speed... by turning to the pre-engineered drive selection table in Figure 12 under the column headed "approximate driver speeds and horsepower per belt," locate the 1,750 RPM column. Following down that column, find the 520 RPM (see Page 16).

STEP 5 - Select the sheaves... by following across to the left of the selected driven speed on the same line under the column headed "approximate driver speeds and horsepower per belt," the correct combination will provide the correct speed ratio for the drive.

NOTE

If more than one sheave combination is listed and belt speed is less than 5,500 FPM, consider that the larger sheave sizes generally result in the more economical drive requiring fewer belts. The sheave combination is selected consult the NEMA minimum sheave diameter Table 64 on Page 29 to make sure sheaves are not below NEMA recommendations.

THE PROCEDURE	THE SUMMARY
<p>STEP 6 - Select the belt size... by reading across nearest and locate the center distance nearest the desired 17". After locating the proper center distance follow up that column where the belt size is listed.</p>	<p>The belt size for a 17" center distance is 3VX275</p>
<p>STEP 7 - Determine the Arc-Length correction factor... Note that the center distance selected is printed in the (dark blue).</p> <p>By referring to the Arc-Length correction factor color key, the correction factor can be determined.</p>	<p>Color key (dark blue) = 0.8</p>
<p>STEP 8 - Determine the corrected belt horsepower rating... The corrected rating is the result of the horsepower per belt multiplied by the Arc-Length correction factor. The horsepower rating to the drive is obtained by dividing the corrected horsepower by the service factor.</p>	<p>$2.75 \text{ (hp)} \times 0.8 = 2.2 \text{ (hp)}$</p> <p>$2.2 \text{ (hp)} \times 0.8 = 1.76 \text{ (hp)}$</p>
<p>STEP 9 - Determine the number of belts required by dividing the design horsepower (from Step 2) by corrected horsepower per belt, round up to the next whole number of belts.</p>	<p>6 Length HP 2.48 corrected belt HP = 2.42 or 3 belts</p>
<p>STEP 10 - Determine installation and take-up allowances... Amount for installation -0.5 inches. Amount for take-up is 1.0 inches.</p>	<p>Amount for installation -0.5 inches Amount for take-up is 1.0 inches</p>



D TABLES

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)
THE ENGINEERED DRIVE TABLE EXAMPLE PROBLEM (Continued)

THE PROCEDURE

1. Summarize the drive... to include driver... of grooves, bushings, and bore sizes from... the tables starting on Page 140. The data... required by quantity and size designation... and nominal center distance from SPS 6... (SPP 10). The drive selection is now com-
plete.

THE SUMMARY

1. PC 3-2100 driver sheave and SH bushing.
2. PC 3-2100 driven sheave and SH bushing.
3. PC 3-2100 Power-Wedge Cog-Belt.
Nominal center distance is 17" (+1.0", -5").
Check availability of bore size and specify.

SERVICE FACTOR TABLES

When designing a drive, service conditions play an important role in selecting the proper drive component. In order to assist in determining the service conditions of an application, service factor tables are provided.

Table 1 - A 3' x 4' table. It is possible to select the correct service factor by analyzing the characteristics of the drive and driven machines.

In the upper righthand block of Table 1, locate the appropriate combination of starting and peak or intermittent loads for the driven machine. Typical conditions are shown for reference in Table 2 on Page 7.

In the lower righthand block, locate the square that designates the starting and maximum running torque of the driver. Again, note that typical conditions are shown for reference in Table 2 on Page 7. Then locate the diagonal that cuts through the square you have chosen.

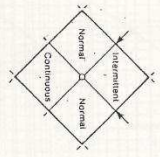


Table 1 - SERVICE FACTOR MATRIX

DRIVEN UNIT	Starting Torque (percent of rated torque)	DRIVER UNIT			
		1	2	3	4
DRIVEN UNIT	Starting Torque (percent of rated torque)	1	1.5	2.0	2.5
		2	2.0	2.5	3.0
DRIVEN UNIT	Starting Torque (percent of rated torque)	3	3.0	3.5	4.0
		4	4.0	4.5	5.0

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)
Table 2 - SERVICE FACTORS

APPLICATION	APPLICATION	APPLICATION
AGITATORS paddle or propeller (vert. or horz.) Screw	GENERATORS even load host, railway service welder load	PULVERIZERS hammer mill - light duty hammermill - heavy duty roller
BOTTLING MACHINERY	LAUNDRY MACHINES washer	ROLLERS oil well pumping unit (rot over 15% peak torque)
CAR PULLER	LINE SHAFTS driving processing machine	SCREWDRIVERS gear type oil well pumping unit (rot over 15% peak torque)
CASSIERS	LUMBER INDUSTRIES band saw, circular saw band saw, circular saw adder, head rig, hog, log hauler	SHREDDERS cold mill, colter (up or down) strip, temper hot mill, colter (up or down) edger drive feed roll (blowing), roughing mill delivery (non-reversing) steel, strip rod mill
CLAY WORKING MACHINES brick press, triquetra mach. pig mill	MACHINE TOOLS main drive, notching press plier (reversing) plate plier punch press	STEEL INDUSTRIES cold mill, colter (up or down) strip, temper hot mill, colter (up or down) edger drive feed roll (blowing), roughing mill delivery (non-reversing) steel, strip rod mill
COMPRESSORS beam, rotary reciprocating	METAL FORMING MACHINES sand, grain screw drive, carriage main drive, wire drawing	TEXTILE MACHINERY becker, calendar, dry can card machine, dyeing machinery, loom, mangle mop, sooper, spinner tenter frame
CONVEYORS light duty heavy duty	MILLS (ROTARY TYPE) ball or pebble roll of tube tumbling barrel	WOODWORKING MACHINES
CRUSHERS - rotary gyratory, jaw, roll	MIXERS concrete (continuous or intermittent) paper mills agator	
CUTTING MACHINES cable reel, conveyor cutter head drive, jig drive pump, screen drive, stacker utility winch	PAINTING PRESS	
ELEVATORS OTYANOMETER beater and pulper bucket, freight chopper dye		
FANS propeller axial flow		
FOOD INDUSTRIES slicers		

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)

Table 3 - SERVICE FACTORS - DRIVING MACHINES

SOURCE OF POWER	UNDER 150%	MOMENTARY PEAK LOAD 150-250%	OVER 250%
Squirrel Cage NEMA design A 3600 RPM 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM	40 HP up 100 HP up 15 HP up 5 HP up	1 1/2 thru 30 HP 5 thru 75 HP 3/4 thru 10 HP 1/2 thru 3 HP	1 thru 3 HP
NEMA Design B 3600 RPM 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM	5 HP up 5 HP up 5 HP up 2 HP up	1 1/2 thru 3 HP 1 thru 3 HP 3/4 thru 3 HP 1/2 thru 1 1/2 HP	1 1/2 thru 3 HP 1 thru 3 HP 3/4 thru 3 HP 1/2 thru 1 1/2 HP
NEMA design C 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM	15 HP up 7 1/2 HP up ALL	5 thru 10 HP 3 thru 5 HP ALL	5 thru 10 HP 3 thru 5 HP ALL
NEMA design D ALL	ALL	ALL	ALL
NEMA design E Wound Rotor 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM	20 HP 15 HP 7 1/2 HP	2 thru 15 HP 2 thru 10 HP 1 thru 5 HP	2 thru 15 HP 2 thru 10 HP 1 thru 5 HP
AC Motors Single phase Synchronous DC Electric Motors	Shunt Compound 6 Cyl. up	Normal torque High torque	ALL Series 4 Cyl. or less ALL
Engines (int. combust.) Line Shafts	8 Cyl. up	6 Cyl.	4 Cyl. or less ALL

1 2 3 4 5
COLOR KEY
Color Chart

8

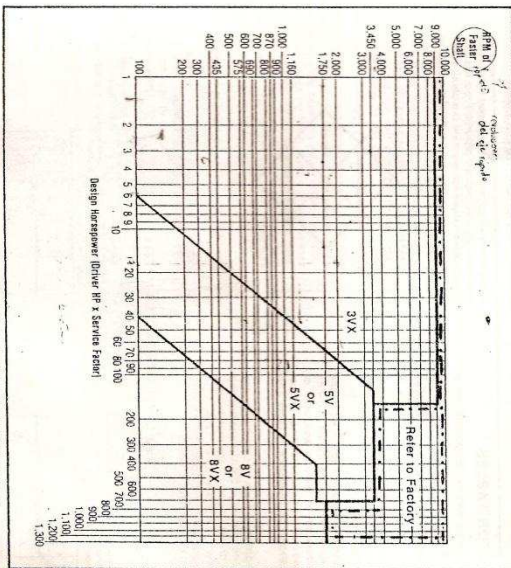
2

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)

CROSS-SECTION SELECTION TABLES

To help in selecting the proper V-Belt cross-section, Dodge has provided easy to use cross-section tables. Determine the design horsepower and design RPM of the application.

When the design horsepower and design shaft RPM are known, the proper V-Belt cross-section can be determined. Refer to the cross-section tables on either side of the line. Check the design using both cross-sections and select the drive most economical and consistent with other drive requirements.



3

9

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)

CROSS-SECTION SELECTION TABLES
(Continued)

When the design horsepower and faster shaft RPM intersect at, or near one of the diagonals separating two cross-section areas, it can be designed on either side of the line. Check the design using both cross-sections and select the drive most economical and consistent with other drive requirements.

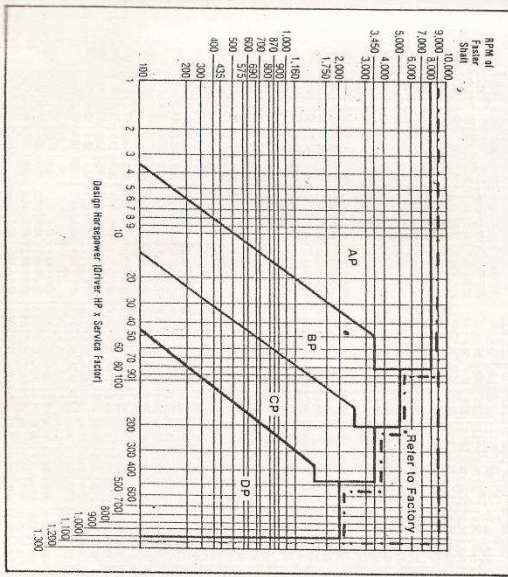


Figure 2 - SUPER BLUE RIBBON BELTS

DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES
(Continued)

CROSS-SECTION SELECTION TABLES
(Continued)

When the design horsepower and faster shaft RPM intersect at, or near one of the diagonals separating two cross-section areas, it can be designed on either side of the line. Check the design using both cross-sections and select the drive most economical and consistent with other drive requirements.

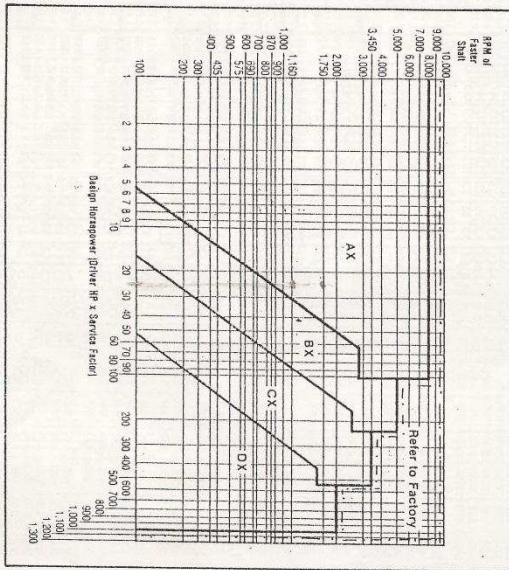


Figure 3 - GOLD LABEL COG-BELT

Stock Belt Sizes	Installation & Take-Up	Horsepower Rating Tables A, B, C, D	Horsepower Rating Tables 3V, 5V, 8V	Pre-Engineered Tables		Pre-Engineered Drive Selection
				D C B A	8V 5V 3V	

POWER-WEDGE PRE-ENGINEERED

RATIO 1.16-1.46

APPROXIMATE DRIVEN SPEEDS AND HORSEPOWER PER BELT

DRIVER RPM	APPROXIMATE DRIVEN SPEEDS AND HORSEPOWER PER BELT				BELT NUMBER											
	150 RPM DRIVER	180 RPM DRIVER	80 RPM DRIVER	30X DRIVER	31X	32X	33X	34X	35X	36X	37X	38X	39X	40X	42X	44X
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

DRIVE SELECTION TABLES

RATIO 1.16-1.46 3VX

NOMINAL CENTER DISTANCES

DRIVER RPM	BELT NUMBER											
	31X	32X	33X	34X	35X	36X	37X	38X	39X	40X	42X	44X
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

McLaren Correction Factor Key

15

Stock Belt Sizes Installation & Take-Up Horsepower Rating Tables A, B, C, D Horsepower Rating Tables 3V, 5V, BV Pre-Engineered Tables D, C, B, A Pre-Engineered Drive Selection

RVX RATIO 1.95-2.80

POWER-WEDGE PRE-ENGINEERED

APPROXIMATE DRIVE SPEEDS AND HORSEPOWER PER BELT

DRIVEN DRIVE	DRIVEN SPEEDS				HORSEPOWER PER BELT			
	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN DRIVE	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN SPEED	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
HORSEPOWER PER BELT	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM

NOMINAL CENTER DISTANCES

DRIVEN DRIVE	DRIVEN SPEEDS				HORSEPOWER PER BELT			
	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN DRIVE	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN SPEED	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
HORSEPOWER PER BELT	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM

DRIVE SELECTION TABLES

RATIO 1.95-2.80 3VX

NOMINAL CENTER DISTANCES

DRIVEN DRIVE	DRIVEN SPEEDS				HORSEPOWER PER BELT			
	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN DRIVE	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
DRIVEN SPEED	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM
HORSEPOWER PER BELT	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM	1750 RPM	1180 RPM	970 RPM	870 RPM

Arc Length Correction Factor Key

3	9	10	12
---	---	----	----

Stock Belt Sizes Installation & Take-Up Horsepower Rating Tables A, B, C, D Horsepower Rating Tables 3V, 5V, 8V Pre-Engineered Tables Pre-Engineered Tables Pre-Engineered Drive Selection

ANEXO C

CATÁLOGO DE ACEROS

ACEROS BONIFICADOS PARA MAQUINARIA



EL ACERO

705=AISI 4340
Acero bonificado para maquinaria


GENERALIDADES: 705 es un acero al molibdeno más cromo y níquel. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo, aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros.

Menos susceptible al fragilizado debido al revenido que los demás aceros aleados para maquinaria.

Al combinarse con níquel y cromo soporta altas exigencias de tenacidad y tenacidad en secciones grandes.

Su contenido de níquel le da más templabilidad, lo mismo que la resistencia en caliente.

705 combina alta resistencia mecánica (la mayor del mercado) con buena tenacidad. Este acero en forma standard es suministrado bonificado, por lo que no se requeriría luego un tratamiento térmico, sin embargo, si se desea mejores propiedades, puede ser templado al aceite. Susceptible de temple por inducción y también puede someterse a tratamiento de nitrurado.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V
705	0.26	0.25	0.70	—	—	1.40	1.40	0.20
AISI 4340	0.25-0.40	0.20-0.35	0.60-0.90	0.04	0.04	1.45-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4340
DIN	34CrNiMo6
W.Nr	1.6582
JIS	SNCM1
AFNOR	35NCD6

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la tracción	90-110 Kg/cm ²
Tolerancia de codicia	10 kg/cm ²
Plongación A1	mín 27%
Reducción de área Z	mín 45%
Resistencia al impacto KII	aprox. 21 J
Dureza	270-330 HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia
DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Note: Estas propiedades se garantizan hasta Ø250 mm. Medidas mayores, favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Partes de gran resistencia para la industria automotriz, como:

- ejes
- cardanes
- cigüeñales
- ejes de leva
- tornillería de alta resistencia

2. Partes para la construcción de maquinaria de trabajo pesado como:

- árboles para trituradoras
- ejes de transmisión de grandes dimensiones
- engranajes de temple por llama, inducción o nitruración
- barras de torsión
- mandriles
- portaherramientas

3. Aplicaciones donde se requiere resistencia a la fatiga, como:

- En la construcción de equipo pesado para camiones, aviones, equipo militar, etc.

EL ACERO

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Recocido blando (650-700 °C): Mantener a la temperatura por 4 horas. Enfriar en el horno con una velocidad de 15 °C/h hasta los 600 °C y luego libremente al aire.

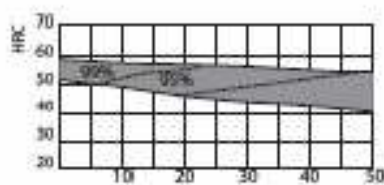
Alivio de tensiones (450-650 °C): El acero templado tenaz deberá ser calentado hasta aproximadamente 50 °C por debajo de la temperatura usada para el revenido (como estándar el 705 es suministrado revenido a 600 °C). Mantenerlo a esta temperatura durante 1/2 a 2 horas. Enfriar en el horno hasta los 450 °C y luego libremente al aire.

Temple (830-850 °C). Con enfriamiento en aceite. El mantenimiento del tiempo en minutos cuando la superficie ha alcanzado la temperatura de temple es 0.7x espesor o diámetro en milímetros. Interrumpir el enfriamiento a los 125 °C y luego reventar inmediatamente.

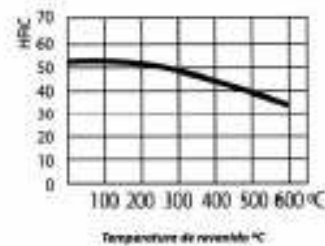
Revenido (500-700 °C): El tiempo de mantenimiento a la temperatura de revenido podría ser de 1-2 horas o una hora por pulgada de grueso. Partes de máquinas que requieren una resistencia alta, como por ej. engranajes, deberán ser revenidas a temperaturas más bajas, es decir de 200 a 250 °C, lo que dará una dureza de aproximadamente 500 HB.

Nitruración: Se pueden lograr durezas de alrededor de 53-55 HRC. El proceso durará entre 48 y 72 horas, por lo cual la planeación del tratamiento debe hacerse con el tiempo necesario.

CURVAS PARA TEMPLE Y REVENIDO



DISTANCIA DESDE EL EXTREMO TEMPLADO mm



Temperatura de revenido °C

MEDIDAS EN STOCK:

REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
16	1.6
20	2.5
22	2.8
25	3.8
28	4.8
30	5.5
32	6.3
35	7.6
38	8.8
40	9.8
42	10.9
45	12.5
50	15.4
55	18.7
60	23.2
65	26.8
70	30.2
75	34.7
80	39.5
85	44.5
90	49.8
95	55.6

REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
100	81.7
105	88.0
110	94.6
115	101.5
120	108.8
125	116.3
130	124.2
135	132.4
140	140.8
145	149.6
150	158.7
160	177.8
170	198.2
180	219.8
200	286.6
210	327.9
220	376.1
250	485.3
280	623.4
300	754.9
350	1151.2

709-AISI 4140

Acero bonificado para maquinaria



GENERALIDADES: 709 es un acero aleado para construcción de maquinaria, que posee una alta resistencia especialmente en medidas pequeñas y medianas. Como norma, el 709 es suministrado templado y revenido (temple tenaz bonificado), por lo que no se requeriría un tratamiento térmico posterior, a no ser que así lo exija la aplicación y en ese caso, se templaría en aceite para obtener propiedades mecánicas más elevadas.

709 es apropiado para templarse por flama e inducción y susceptible de nitrurar.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
709	0.42	0.25	0.75	-	-	1.25	0.25
AISI 4140	0.38-0.43	0.15-0.35	0.75-1.00	<0.035	<0.040	0.80-1.10	0.15-0.25

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4140
DIN	42CrMo4
W.Nr	1.7225
JIS	SCM4
AFNOR	42CD4

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Propiedad o la Tracción	80-100 kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70 kg/mm ²
Elongación, A5	mín 17%
Reducción de área, Z	mín 50%
Resistencia al impacto, KJ	aprox. 25 J
Dureza	275-320 HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia:
DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades mecánicas se garantizan hasta Ø100 mm. Favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Industria automotriz:

- Ejes, bielas, árboles de transmisión, cigüeñales, etc.

2. Maquinaria:

- Engranajes de temple por flama, inducción o nitruración, partes de bombas, ejes de reductores, árboles de turbinas a vapor, tornillería de alta resistencia.

3. Industria petrolera:

- Taladros, brocas, barrenos, cuerpos de escañadores, vástagos de pistón.

TRATAMIENTO TÉRMICO

Recocido blando: (680-720 °C): Mantener la temperatura por dos horas. Enfriar en el horno a una velocidad de 15 C/h hasta los 600 °C y luego libremente al aire.

Alivio de tensiones (450-650 °C): El acero templado tenaz deberá ser calentado hasta aproximadamente 50 °C por debajo de la temperatura usada para el revenido (como standard el 709 es suministrado revenido a 600 °C). Mantenerlo a esa temperatura durante 1/2-2 horas. Enfriar en el horno a 450 °C y luego libremente al aire.

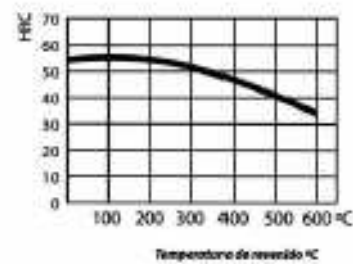
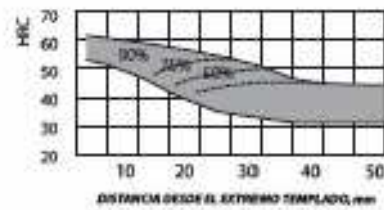
Temple (830-850 °C) con enfriamiento en aceite: El tiempo de mantenimiento en minutos cuando ha alcanzado la temperatura de temple es de 0.7 x espesor o diámetro en mm. Interrumpir el enfriamiento a los 125 °C y revenir inmediatamente.

Revenido (500-700 °C): El tiempo de mantenimiento a la temperatura de revenido podría ser de 1-2 horas luego de que la pieza ha llegado a la temperatura escogida.

Nitruración: La dureza que se puede lograr con este proceso es de alrededor de 53-55 HRC.

EL ACERO

CURVAS PARA TEMPLE Y REVENIDO



MEDIDAS EN STOCK:

REDONDO

Díámetro (mm)	Peso (kg/m)
20	2,5
22	3,0
25	3,8
28	4,8
30	5,5
32	6,2
35	7,6
38	8,8
40	9,9
45	12,5
50	15,8
55	19,7

REDONDO

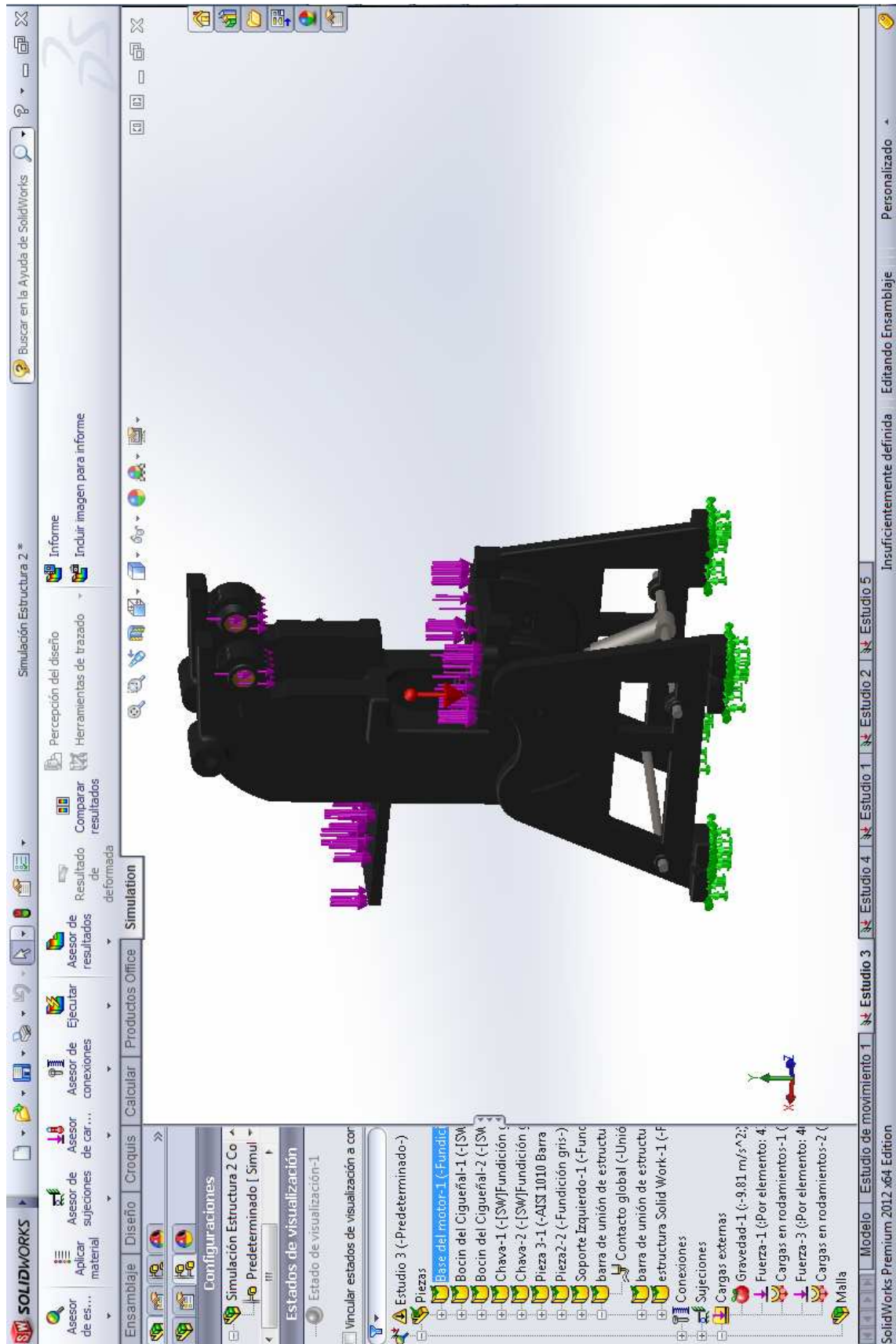
Díámetro (mm)	Peso (kg/m)
60	22,2
65	26,0
70	30,2
75	34,7
80	39,5
85	44,5
90	49,9
95	55,6
100	61,7
120	88,8
150	148,1

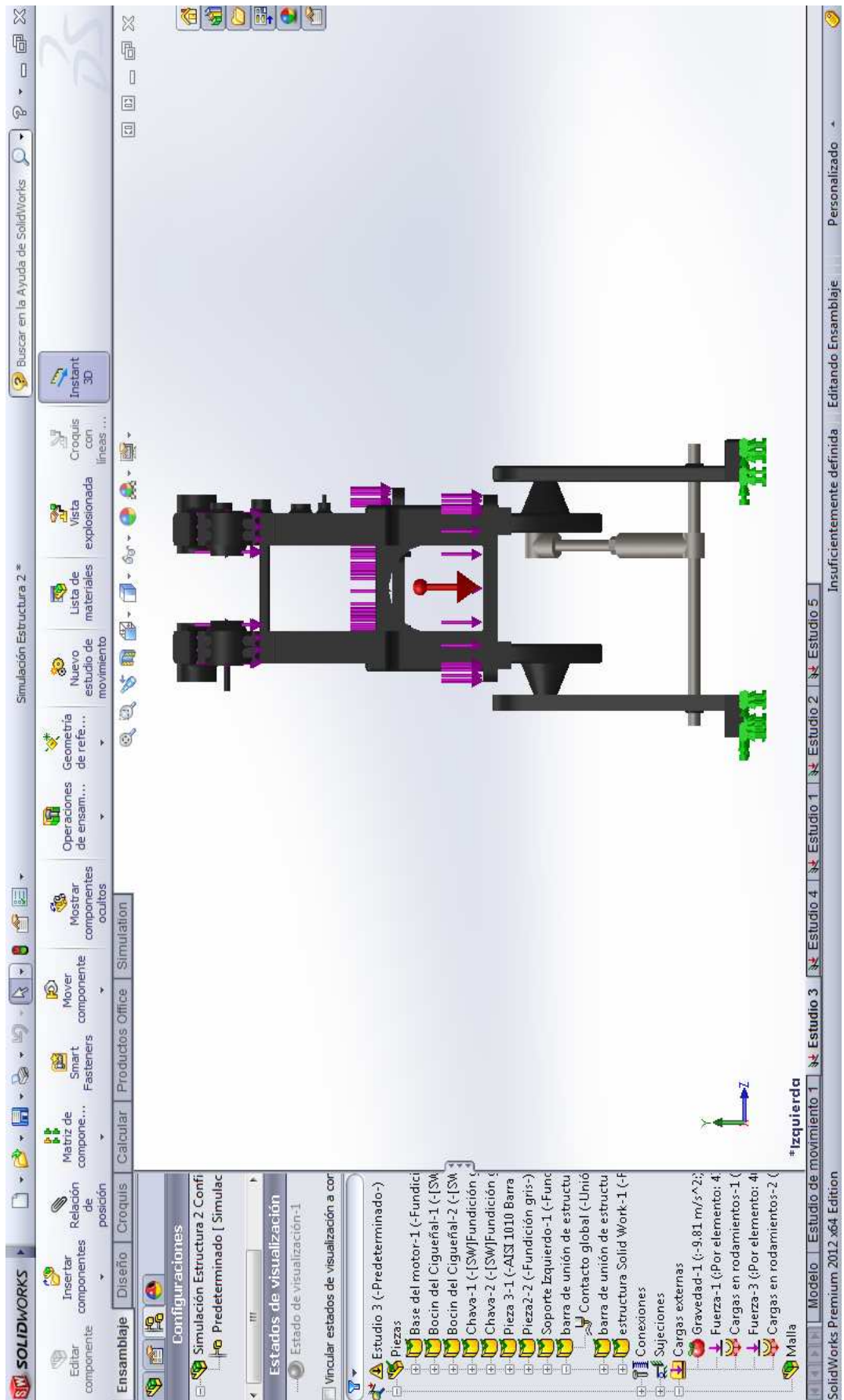
PERFORADO

Díam. Ext. x Díam. Int. (mm)	Peso (kg/m)
20 x 45	21,0
35 x 65	21,9
45 x 85	46,8
100 x 55	42,3
120 x 70	54,7
130 x 75	59,9
140 x 100	66,0
150 x 130	71,1

ANEXO D

SIMULACIÓN ESTRUCTURA- MARTILLO





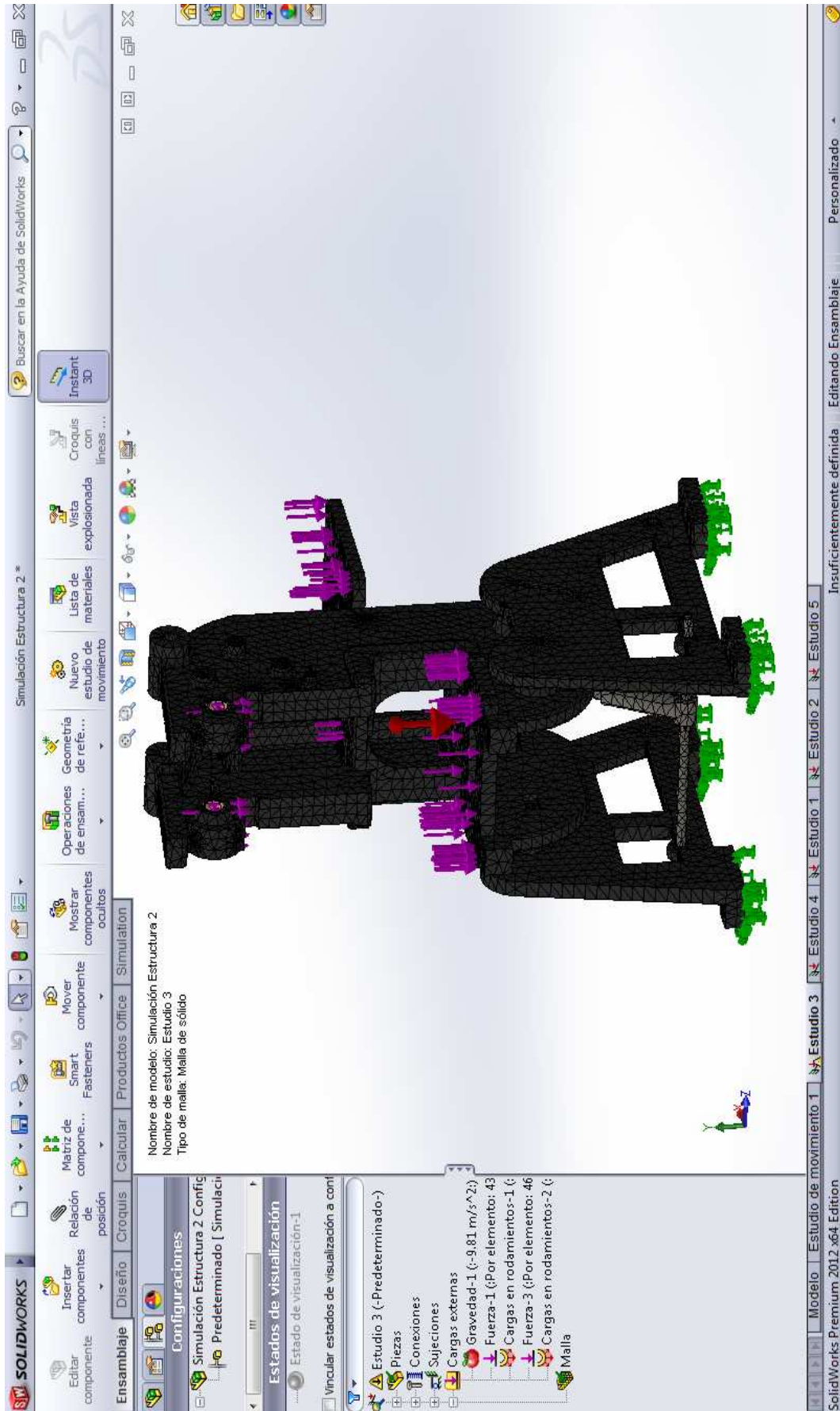
The screenshot displays the SolidWorks Simulation interface. A progress dialog box for 'Estudio 3' is centered, showing a green progress bar at 18.2%. The dialog includes the following information:

- Solucionando:** 18.2%
- Uso de memoria: 81,576K
- Tiempo transcurrido: 36s
- Mostrar siempre el estado del solver al analizar

Buttons for 'Pausar', 'Cancelar', and 'Más >>' are visible at the bottom of the dialog. The background shows a 3D model of a structure with a mesh. The left sidebar contains a simulation tree with the following items:

- Estudio 3 (-Predeterminado-)
- Piezas
- Conexiones
- Sujeciones
- Cargas externas
 - Gravedad-1 (-9.81 m/s²)
 - Fuerza-1 (Por elemento: 43)
 - Cargas en rodamientos-1 (
 - Fuerza-3 (Por elemento: 46
 - Cargas en rodamientos-2 (
- Malla

The top status bar shows 'Insuficientemente definida' and 'Editando Ensamblaje Personalizado'. The bottom status bar indicates 'SolidWorks Premium 2012 x64 Edition'.



Nombre de modelo: Simulación Estructura 2
Nombre de estudio: Estudio 3
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad8
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 9.2

Factor de seguridad
1.37198713
1.25765563
1.14332413
1.02899269
914.661,19
800.329,69
685.998,19
571.666,69
457.335,19
343.003,69
228.672,20
114.340,72
9.22

Simulación Estructura 2 (Prede)
 Sensores
 Anotaciones
 Alzado
 Vista lateral
 Origen
 (f) estructura Solid Work<1>

Resultados
 Tensiones1 (-vonMises-)
 Desplazamientos1 (-Desp)
 Deformaciones unitarias
 Desplazamientos1[1] (-D)
 Factor de seguridad1 (-F)
 Desplazamientos2 (-desp)
 Factor de seguridad2 (-F)
 Factor de seguridad3 (-F)
 Factor de seguridad4 (-F)
 Factor de seguridad5 (-F)
 Factor de seguridad6 (-F)
 Factor de seguridad7 (-F)
 Factor de seguridad8 (-F)

SolidWorks Premium 2012 x64 Edition | Modelo | Estudio de movimiento 1 | Estudio 3 | Estudio 4 | Estudio 1 | Estudio 2 | Estudio 5 | Insuficientemente definida | Editando Ensamblaje | Personalizado

SOLIDWORKS
Simulación Estructura 2 *
Buscar en la Ayuda de SolidWorks

Aplicar sujeciones de material
Asesor de sujeciones de car...
Ejecutar
Asesor de resultados
Percepción del diseño
Herramientas de trazado
Informe

Ensamblaje
Diseño
Croquis
Calcular
Productos Office
Simulation

Resultado de deformada
Comparar resultados
Incluir imagen para informe

Nombre de modelo: Simulación Estructura 2
Nombre de estudio: Estudio 3
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos3
Escala de deformación: 173.543

Simulación Estructura 2 (Prede
Sensores
Anotaciones
Alzado
Planta
Vista lateral
Origen
(f) estructura Solid Work<1>

Cargas externas
Gravedad-1 (-9.81 m/s^2)
Fuerza-1 (Por elemento)
Cargas en rodamientos-
Fuerza-3 (Por elemento)
Cargas en rodamientos-
Malla

Resultados
Tensiones1 (-vonMises-)
Desplazamientos1 (-Desp)
Deformaciones unitarias
Desplazamientos1[1] (-D)
Factor de seguridad1 (-F)
Factor de seguridad2 (-desp)
Factor de seguridad3 (-F)
Factor de seguridad4 (-F)
Factor de seguridad5 (-F)
Factor de seguridad6 (-F)
Factor de seguridad7 (-F)
Factor de seguridad8 (-F)
Desplazamientos3 (-de

UX (mm)
9.872e-003
2.335e-003
-5.201e-003
-1.274e-002
-2.027e-002
-2.781e-002
-3.535e-002
-4.288e-002
-5.042e-002
-5.795e-002
-6.549e-002
-7.303e-002
-8.056e-002

Modelo
Estudio de movimiento 1
Estudio 3
Estudio 4
Estudio 1
Estudio 2
Estudio 5
Insuficientemente definida
Personalizado

Sistema de unidades: Personalizado (milímetro, gramo, segundo)
Editando Ensamblaje

Simulation Estructura 2 *

Buscar en la Ayuda de SolidWorks

Informe

Percepción del diseño

Herramientas de trazado

Incluir imagen para informe

Comparar resultados

Resultado de deformada

Asesor de resultados

Asesor de Ejecutar

Asesor de conexiones

Asesor de sujetaciones de car...

Asesor de material

Ensamblaje

Diseño

Croquis

Calcular

Productos Office

Simulación

Nombre de modelo: Simulación Estructura 2

Nombre de estudio: Estudio 3

Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos4

Escala de deformación: 173.543

UY (mm)

1.561e-003

-8.483e-002

-1.712e-001

-2.576e-001

-3.440e-001

-4.304e-001

-5.168e-001

-6.032e-001

-6.896e-001

-7.760e-001

-8.624e-001

-9.488e-001

-1.035e+000

Gravedad-1 (-:9.81 m/s^2)

Fuerza-1 (Por elemento: Cargas en rodamientos-)

Fuerza-3 (Por elemento: Cargas en rodamientos-)

Malla

Resultados

Tensiones1 (-vonMises-)

Desplazamientos1 (-Desp)

Deformaciones unitarias

Desplazamientos1[1] (-D)

Factor de seguridad1 (-F)

Desplazamientos2 (-desp)

Factor de seguridad2 (-F)

Factor de seguridad3 (-F)

Factor de seguridad4 (-F)

Factor de seguridad5 (-F)

Factor de seguridad6 (-F)

Factor de seguridad7 (-F)

Factor de seguridad8 (-F)

Desplazamientos3 (-desp)

Desplazamientos4 (-desp)

Modelo | Estudio de movimiento 1 | Estudio 3 | Estudio 4 | Estudio 5 | Estudio 2 | Estudio 1

Insuficientemente definida | Editando Ensamblaje | Personalizado

domingo, 26 de agosto de 2012

SolidWorks Premium 2012 x64 Edition

SOLIDWORKS | Simulación Estructura 2 * | Buscar en la Ayuda de SolidWorks

Aplicar de es... | Asesor de sujeciones de car... | Asesor de conexiones | Ejecutar | Asesor de resultados | Resultado de deformada | Comparar resultados | Herramientas de trazado | Información | Incluir imagen para informe

Ensamblaje | Diseño | Croquis | Calcular | Productos Office | **Simulation**

Nombre de modelo: Simulación Estructura 2
 Nombre de estudio: Estudio 3
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones2
 Escala de deformación: 173.543

Vista lateral | Origen

- (-) Pieza 3<1> (Predeterminado)
- Pieza2<2> (Predeterminado)
- Soporte Izquierdo<1> (Predeterminado)
- (-) barra de unión de estruct...

Fuerza-1 (Por elemento); Cargas en rodamientos...; Fuerza-3 (Por elemento); Cargas en rodamientos...; Mailla

Resultados

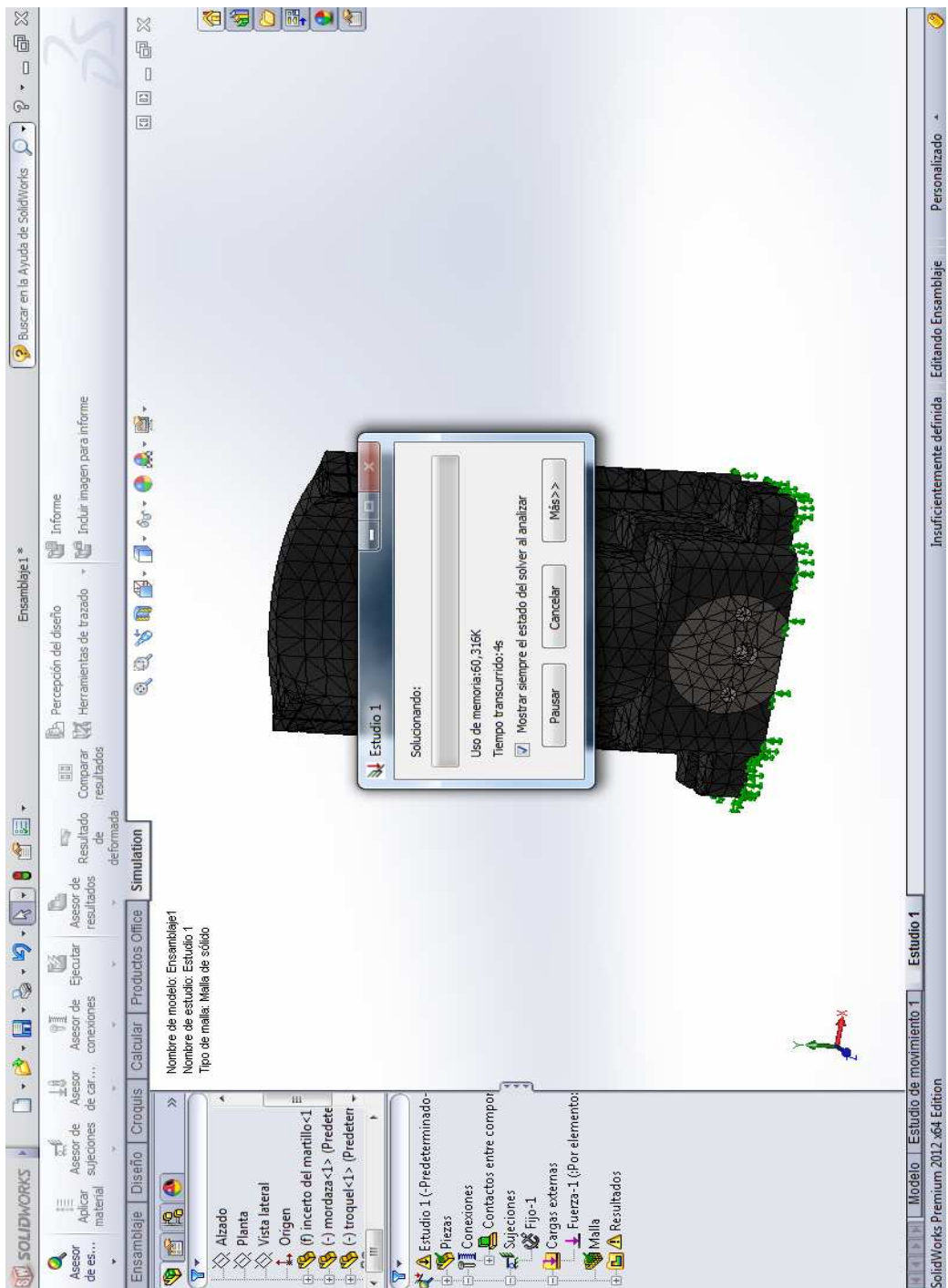
- Tensiones1 (-vonMises)
- Desplazamientos1 (-Dest)
- Deformaciones unitarias
- Desplazamientos1[1] (-D)
- Factor de seguridad1 (-F)
- Desplazamientos2 (-dest)
- Factor de seguridad2 (-F)
- Factor de seguridad3 (-F)
- Factor de seguridad4 (-F)
- Factor de seguridad5 (-F)
- Factor de seguridad6 (-F)
- Factor de seguridad7 (-F)
- Factor de seguridad8 (-F)
- Desplazamientos3 (-dest)
- Desplazamientos4 (-dest)
- Tensiones2 (-vonMises)**

von Mises (N/mm²)

14.651.251,0
13.430.330,0
12.209.409,0
10.968.488,0
9.767.567,0
8.546.646,0
7.325.725,5
6.104.804,5
4.883.883,5
3.662.962,3
2.442.041,3
1.221.120,3
199,3

Estudio 1 | Estudio 2 | Estudio 3 | Estudio 4 | Estudio 5 | Insuficientemente definida | Editando Ensamblaje | Personalizado

SolidWorks Premium 2012 x64 Edition



Ensamblaje1

Buscar en la Ayuda de SolidWorks

Informe
Incluir imagen para informe

Percepción del diseño
Herramientas de trazado

Comparar resultados

Resultado de deformada

Asesor de resultados

Ejecutar

Asesor de conexiones

Asesor de sujeciones de car...

Asesor de material

Ensamblaje

Diseño

Croquis

Calcular

Productos Office

Simulation

Nombre de modelo: Ensamblaje1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos3
Escala de deformación: 2688.45

Ensamblaje1 (Predetermina...)

- Sensores
- Anotaciones
- Alzado
- Planta
- Vista lateral
- Origen
- (f) Inerte del martillo<1

troqueles1 (-[SW]AIS)

troquel-1 (-[SW]Fund

Conexiones

Contactos entre com

Sujeciones

Fijo-1

Fijo-2

Cargas externas

Fuerza-1 (Por elemer

Mallas

Resultados

- Tensiones1 (-vonMise
- Desplazamientos1 (-C
- Deformaciones unitar
- Factor de seguridad1
- Factor de seguridad2
- Factor de seguridad3
- Factor de seguridad4
- Factor de seguridad5
- Factor de seguridad6
- Desplazamientos2 (-d
- Desplazamientos3 (-d

UY (mm)

8.676e-004
1.027e-005
-8.470e-004
-1.704e-003
-2.562e-003
-3.419e-003
-4.276e-003
-5.134e-003
-5.991e-003
-6.848e-003
-7.706e-003
-8.563e-003
-9.420e-003

Modelo | Estudio de movimiento 1 | Estudio 1

Insuficientemente definida | Editando Ensamblaje | Personalizado | Mostrar escritorio

SolidWorks Premium 2012 x64 Edition

SOLIDWORKS

Ensamblaje1

Buscar en la Ayuda de SolidWorks

Informe

Incluir imagen para informe

Percepción del diseño

Herramientas de trazado

Comparar resultados

Resultado de deformada

Asesor de resultados

Asesor de conexiones

Ejecutar

Asesor de conexiones

Calcular

Productos Office

Simulation

Nombre de modelo: Ensamblaje1

Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones2

Escala de deformación: 2688.45

troquel-1 (-[SW]Fund

Conexiones

Contactos entre com

Sujeciones

Fijo-1

Fijo-2

Cargas externas

Fuerza-1 (¡Por elemer

Malla

Resultados

Tensiones1 (-vonMise

Desplazamientos1 (-D

Deformaciones unitar

Factor de seguridad1

Factor de seguridad2

Factor de seguridad3

Factor de seguridad4

Factor de seguridad5

Factor de seguridad6

Desplazamientos2 (-d

Desplazamientos3 (-d

Tensiones2 (-vonMise

von Mises (N/m²)

62.684.180,0
57.460.540,0
52.236.900,0
47.013.260,0
41.789.620,0
36.565.980,0
31.342.340,0
26.118.700,0
20.895.060,0
15.671.419,0
10.447.779,0
5.224.139,0
499,1

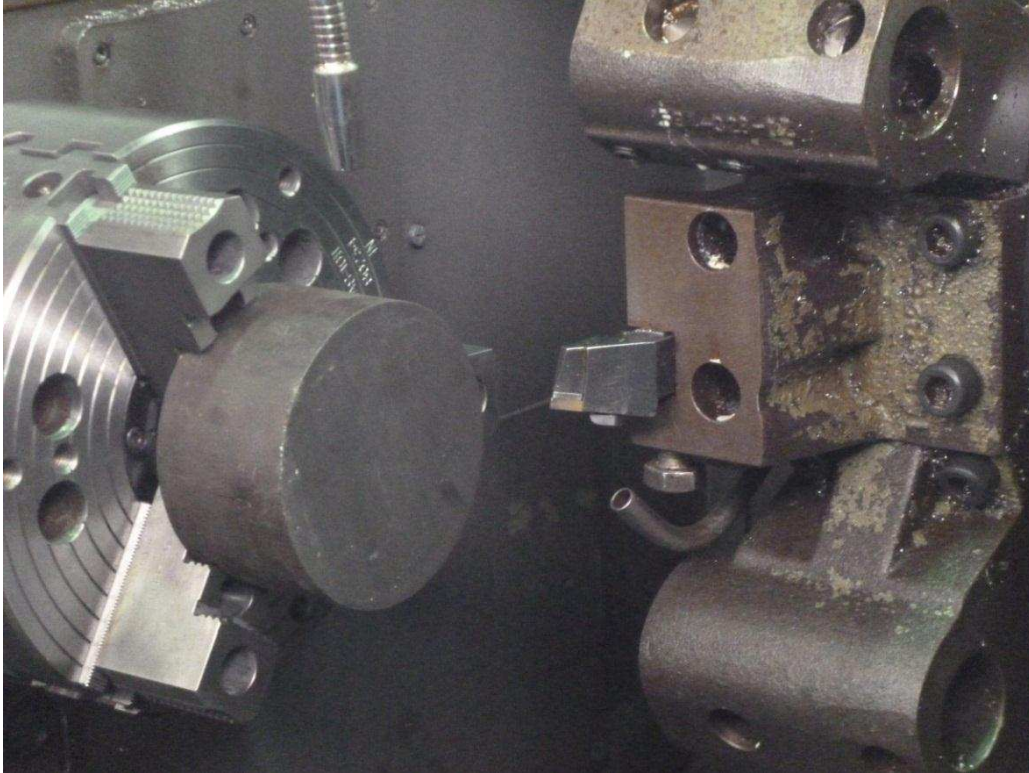
Modelo Estudio de movimiento 1 Estudio 1

Insuficientemente definida Editando Ensamblaje Personalizado

domingo, 26 de agosto de 2012

ANEXO E

FOTOS



Fotografía. Pieza en bruto montada en el torno



Fotografía. Martillo después del maquinado



Fotografía. Martillo después del maquinado



Fotografía. Pintado de la estructura



Fotografía. Montaje del martillo



Fotografía. Pruebas de campo realizadas

ANEXO F

HOJAS DE PROCESOS

ANEXO G


FACTURAS Y PROFORMAS

IMPORTANTE AL COMPRADOR

- 1.- IVAN BOHMAN C.A. NO ACEPTA DEVOLUCIONES DE MERCADERIA SIN JUSTIFICACION UNA VEZ QUE ESTA HA SALIDO DEL ALMACEN
- 2.- LAS MERCADERIAS AMPARADAS EN ESTA FACTURA VIAJAN POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR.
- 3.- SOBRE TODA FACTURA QUE NO SEA CANCELADA A SU VENCIMIENTO SE CARGARAN INTERESES LEGALES EN MORA Y COMISIONES DE COBRANZAS.
- 4.- NO RESPONDEMOS POR PERDIDAS OCURRIDAS EN EL TRANSITO DESPUES DE QUE LA MERCADERIA HA SALIDO DEL ALMACEN PARA CAMBIOS O DEVOLUCIONES SOLO MERCADERIA EN SU EMPAQUE ORIGINAL Y EN PERFECTO ESTADO.

CANCELE SUS FACTURAS EN CHEQUE O MEDIANTE DEPOSITO A LAS CTAS. CTES.

Prodbanco 02006056934 , Pacifico 11135-7, Pichincha 31306954-04



IVAN BOHMAN C.A.
Sirviendo al País desde 1935

Ruc: 0990320810001

CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCIÓN 6925 DEL 4 DE JULIO DE 1995

Guayaquil Km 6 1/2 Via a Daule Ave. Principal S/ Nv. Corm: (593-4) 2254111
Pbx: 5044000 / 2258866 Fax: (593-4) 2254159

e-mail: ventas@ivanbohman.com.ec / compras@ivanbohman.com.ec

Quito Norte: Av. Galo Plaza N66-211 -N66-227 y Las Cerezos. - Corm: (593-2) 2485324
Fax: (593-2) 2485330 e-mail: ventas@ivanbohman.com.ec

Quito Sur: P.V. Maldonado y Ayapamba - Corm: (593-2) 3063002 Fax: (593-2) 2878795
www.ivanbohman.com.ec

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: MECANICA INDUSTRIAL ANGEL MARIA LUNA C.A RUC / C.I.: 1791705815001

DIRECCION: COLLAHUAZO S-94-63

CIUDAD: QUITO PROVINCIA: PICHINCHA TELEFONO: 2664124 FAX:

DATOS DE FACTURA

Factura: 004-002-000017836 FECHA : 7/19/2012

CONDICION VTA: D30 FECHA VENCIMIENTO: 8/18/2012



CODIGO CLIENTE : 304017000067 ORDEN DE VENTA : 00057504-047

CODIGO VENDEDOR : 14004 NOMBRE VENDEDOR : SOLANO BURBANO WASHINGTON

CODIGO FACTURADO : 14037 NOMBRE FACTURADOR : MORALES MORALES ANGEL

GUIA DE REMISION : OBSERVACION: RETIRA VENDEDOR

MULTIVENCIMIENTOS :

MA	GR	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PVP	% DESC	TOTAL
31	01	4-760 (1045) 70 X 70 MM.	BARRA CUAD. 70X70 MM 760 AISI 1045 ACERO AL CARBONO	KG	12.34	3.5000	35.00	28.07

IBCA

IVAN BOHMAN C.A.

Sirviendo al País desde 1935

Cancelado

REF 89 59

CA 1233

SUBTOTAL	DSCTO.ADICIONAL	BASE IMPONIBLE	IVA 12 %	BASE TARIFA 0%	NETO A PAGAR	USD	TOTAL
28.07	0.00	28.07	3.37	0.00	→		31.44

DESPACHADO POR	RECIBI CONFORME	FIRMA AUTORIZADA	C.I.
----------------	-----------------	------------------	------

DEBO Y PAGARE A LA ORDEN DE IVAN BOHMAN C.A., EN EL LUGAR Y FECHA QUE SE ME RECONVENGA, EL VALOR TOTAL EXPRESADO EN ESTE DOCUMENTO MAS LOS IMPUESTOS RESPECTIVOS Y EL MAXIMO INTERES LEGAL POR MORA PERMITIDO DESDE SU VENCIMIENTO SIN PROTESTO. EXIENESE DE PRESENTACION PARA EL PAGO ASI COMO POR FALTA DE ESTE HECHO, RENUNCIO DOMICILIO Y ME SOMETO A LOS JUECES COMPETENTES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL O QUITO Y AL TRAMITE EJECUTIVO VERBAL. SUMARIO A ELECCION DE IVAN BOHMAN C.A. O SUS CESIONARIOS ACEPTO QUE IVAN BOHMAN C.A. CEDA Y TRANSFERIA EN CUALQUIER MOMENTO LOS DERECHOS QUE EMANAN DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN QUE SEA NECESARIA NOTIFICACION ALGUNA NI NUEVA ACEPTACION DE MI PARTE ACEPTO LAS CONDICIONES INCORPORADAS A LA PRESENTE FACTURA A LA VISTA Y SIN PROTESTO.

NUM. AUTORIZACION: 1110667447 FECHA AUTORIZACION: 2/1/2012 FECHA VALIDEZ: 2/1/2013



Pinturas El Negro

ALVEAR SIBRI JOSE LUIS

PREPARACION TECNICA DE
COLORES POLIESTER Y POLIURETANO

Dirección: S9K Quitus OE4-16 y Oe4
Joaquín Collahuazo Telfs.: 098-632-414
083-035-508 • Quito

R.U.C. 1717653453001

FACTURA

SERIE 001-001

Nº 001279

AUT. S.R.I. 1111073346

Fecha:

29-06-2012

R.U.C.

1791705815001

Cliente:

MECANICA INDUSTRIAL LUNA

Dirección:

J. COLLAHUAZO.

Teléf.:

CANT.	DETALLE	V. UNIT.	V. TOTAL
1	CATALIZADOR MUSTAN.	1'34	1'34
2	LIJAS #60 HIERRO.	0'90	0'90
1	JUEGO DE ACOPLER.	5'00	5'00
83	WAIPES.	11'12	11'12
1/4	ESMALTE VERDE.	3'57	3'57
2/4	THINER LACA.	3'04	3'04
1	BROCHA 1 1/2	1'16	1'16
1/4	RESAFLEX	4'82	4'82
1	GLN SATINADO 38A-2P.	21'43	21'43
1	GLN THINER LACA.	5'18	5'18
1/8	SINTETICO DORADO.	5'80	5'80
1/4	RETROVEDOR WESCO.	5'36	5'36
1/4	SINTETICO R. DORADO	11'16	11'16
3	SPRAY TRANSPARENTE.	2'14	6'43

Subtotal

86'31

IVA 0%

IVA 12%

10'36

TOTAL \$

96'67

Firma Cliente

Firma Autorizada

Proño Guerra Angel Marcelo - Imprenta "EL ESTUDIANTE" R.U.C. 1700551722001
Aut.1680 - Imps. 08/05/2012 del 1176 al 1575 válida hasta 08/MAYO/2013

Original: Adquirente
Copia: Emisor

Hoja 1 de 1

SERVICIOS MECÁNICOS Y METALÚRGICA

Ing. Germánico Guevara

Dir. Via Selva Alegre Cda. Collahuazo Telefax: (06) 2922-291

Cel: 099 298 420

Otavalo - Ecuador RUC 171687403501

PROFORMA N° 2012-PF037

Quito, 05 de septiembre de 2012

Señor:

Att Danny Vásconez

Atendiendo a su petición pongo a consideración la siguiente oferta para la fabricación de los elementos metálicos referencia de acuerdo a especificaciones entregadas por el cliente.

CARACTERISTICAS:

Fabricación de martillo de troqueladora en fundición Nodular con un peso aproximado de 50 Kg.

Valor estimado de la Fabricación del modelo de fundición:	200.00 USD
Valor estimado de la Fabricación de cada unidad:	105.00 USD
Sub Total:	305.00 USD
12% IVA:	36.60 USD
Total:	341.60 USD

Tiempo estimado para esta fabricación: 25 días laborables.

Forma de pago: anticipo de 65%, 50% contra entrega.


Validez de la oferta: 15 días a partir de la presente fecha

Esperando una respuesta favorable nos despedimos de Ud

Atentamente:

Ing. Geovanny Guevara

171687403-5



ECUAPOLEA "TROYA SALAZAR"
 SIEMPRE IMITADAS, NUNCA IGUALADAS
 Propietaria Nelly María Salazar Cabrera e Hijos
 CALIFICACION ARTESANAL N° 71690
 Ambato Oe2-272 y Guayaquil - Telefax: 295 1502
 Urbanización La Perla, Av. Teniente Hugo Ortiz
 6-A y Julio Charro Telf.: 365 0828
 E-mail: ecuapolea_tc@hotmail.com
 Quito - Ecuador

RUC 1709048928001

FACTURA

002-001- **Nº 0000510**

AUTORIZACION 1111480262

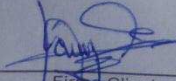
VALIDO PARA SU EMISION HASTA EL 06 DE AGOSTO DE 2013

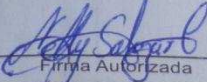
Cliente: Mecánica Industrial RUC/CI: 1791705815001

Dirección: Jacinto Collaguazo y Cañaris Teléfono: 2649-914

Fecha de Emisión: Quito, 13 Septiembre/2012 Ciudad: Quito

CANTIDAD	ARTICULO	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Polea de 3"x2 ranuras en B	20.00 =	20.00 =
SUBTOTAL			20.00 =
DESCUENTO			—
IVA 0%			—
TOTAL			20.00 =


Firma Cliente


Firma Autorizada

QUANTICA SOLUTIONS QUANTATELIER S.A. - RUC: 1792089425001 - AUTORIZACION 8713 - TELF: 2263362 - # 501/550 - FECHA DE AUTORIZACION: 06/08/2012
 ORIGINAL: ADQUIRIENTE / CELESTE: EMISOR / ROSADA: SIN VALOR PARA EFECTOS TRIBUTARIOS

ELECTRO COMERCIAL "MEJIA"

HOYOS MEJIA PAULINA ALEXANDRA
Ingeniera Comercial

MATERIAL ELECTRICO E INDUSTRIAL

Matriz: Av. Rodrigo de Chávez 0e2-157 y Pedro Dorado
TELEFAX: 2613-838 / 2613-014 / 2614-692 / 2661-312 www.grupoemejia.com
e-mail:ventas-villafiora@grupoemejia.com QUITO - PICHINCHA

R.U.C. 1713169165001
AUTORIZACION S.R.L. 1110898686

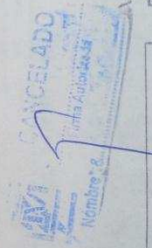
FACTURA COMERCIAL

Nº 001-001-000122477

DIDO A: MECANICA IND ANGEL MARIA LLUNA C.A.
FECHA: 13SEP2012
ECION: QUITUS 446 Y CAYARIS (PARQ.LA MAGDALENA)
VENCE: 13SEP2012
DAD: QUITO
TELEF. 2664-124
FORMA DE PAGO: CONTADO
MINGIA:
FAX: 2664-124
VENDEDOR: 011 PAUL
D. CLIENTE: MIAMI
RUC: 1791705515001
GUJA No.
PEDIDO No.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
	SIEMENS MOTOR 3HP 3F 1200 RPM 1LA7112-6YB60	1.00	393.000	393.00

Cop. # 1283 & 392.60.



LABORADO	VALOR	393.00
DESCHACHADO:	DESCTO. 10%	39.30
	SUBTOTAL	353.70
	TARIFA 0%	0.00
	TARIFA 12%	353.70
	I.V.A. 12%	42.44
	TOTAL FACTURA	396.14

RECIBI CONFORME CLIENTE
[Signature]

LOPEZ LOPEZ JUAN PATRICIO IMPRESORA L&L 2650-332 • R.U.C. 170434828001 • AUTORIZACION S.R.L. 1599 FECHA AUTORIZACION 27/03/2012 DEL 17601 AL 125600
VALIDO EMISION HASTA 27 / MARZO / 2013

PERSONA NATURAL OBLIGADA A LLEVAR CONTABILIDAD



**PROVEEDORA DE REPUESTOS
BATRA CIA. LTDA.**

MATRIZ: Av. 10 de Agosto N32-72 y Av. Mariana de Jesús
Teléfonos: 2545-257 / 2541-121 / Fax: 2550-816 E-mail: batra@uiosatnet.net
SUCURSAL: SUR: Maldonado-435 C.C. Candelaria / Telf: 2640-629 - Quito - Ecuador

R.U.C. 1790267016001
FACTURA
S-001-001
Nº 0112176
DÍA MES AÑO
18/09/2012
FECHA:
AUT: S.R.I. 1111273431

Cliente: MECANICA INDUSTRIAL LLUNA C.A. CREDITO: CREDITO:
Dirección: JACINTO COLLAGUAZO 594-63 Y CAÑARIS VENDEDOR _____
Telf / Fax: 2649914 ORDEN Nº _____
R.U.C. / C.I.: 1791705815001 Cod. Cliente 2006048

CANT.	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	VALOR DE VENTA
2	B-128/RR	Comes Industrial V-BET	13,93	27,86
CANCELADO				
PROVEEDORA DE REPUESTOS BATRA				
RECIBÍ CONFORME:  FIRMA Y SELLO				SUB-TOTAL 27,86 DESCUENTOS 0,00 PRECIO NETO 27,86 12 % I.V.A. 3,34 FLETES 0,00 TOTAL FACTURA \$ 31,20
FIRMA AUTORIZADA 				

Salida la mercadería del Almacén, no se aceptan cambios ni devoluciones

SUCURSAL SUR: Maldonado-435 C.C. Candelaria / Telf: 2640-629 - Quito - Ecuador
 R.U.C. 1791309596001 AUT: S.R.I. 5312 Fecha de Autorización 20 / Junio / 2012 desde 110.201 hasta 117.200 Fecha de Caducidad 20 / Junio / 2013

CASTILLO HERMANOS S.

PRINCIPI

Panam. Norte Km. 5 1/2 #13135 y De los Cerez
Fono/Fax: 2475-785/6/7 2477-2
Celular: 097-101-2

SUCURSAL

Av. América N22-148 y Ramirez Déval
Fono/Fax: 2227-270 2523-064 2520-5

SUCURSAL

Av. Maldonado #10145 y Cusubami
Fono/Fax: 2684-560 2684-5

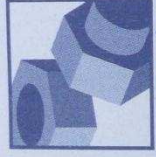
SUCURSAL

Acuña E1-51 y Juan Aguirre
Fono/Fax: 3238-641 3238-643 3238-64

SUCURSAL

P. Vicente Maldonado S49-163 y Calle
Fono/Fax: 2695-700 2699-542 2699-70

Email: ventas@castillohermanos.co
Quito-Ecuador



castillo
HERMANOS

CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolución N° 194

RUC 1790155102001

Autorización: 1111507378

Válido para su emisión hasta el 18/AGOSTO/2013

ACTURA S-005-004-00 0027126

Fecha: Martes, 18/Sep/2012

Condiciones de Pago: CONTADO

Cliente: MECANICA INDUSTRIAL LUNA

Jacinto Collahuazo 448 y Cañaris(QUITO)

1791705815001 664124

Código de Remisión	Cantidad	Artículo	% Destro	Precio Unitario	TOTAL
05-004-9022271	2.00	(1549300)PERNO HEX MM RF GR.4.8 10X1.25X150	0.00	0.460	0.92
05-004-9022271	2.00	(544200)TUERCA MM GR.8.8 NEGRA PASO ESPECIAL 10X1.25	0.00	0.060	0.12
05-004-9022271	4.00	(801750)ARANDELA PLANA SAE (TIPO EUROPEO) 3/8"	0.00	0.020	0.08
05-004-9022271	2.00	(22100)ARANDELA PRESION MM 10	0.00	0.020	0.04
05-004-9022271	4.00	(24400)ARANDELA PLANA USS 5/16"	0.00	0.030	0.12
Subtotal					1.28
			Descuento	0.14	
			V. Imponible	1.14	
			I.V.A.	12.00%	0.14
TOTAL US\$					1.28

castillo
HERMANOS
CANCELADO

ANEXO H

PLANOS