



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA NEUMÁTICA  
BEAD BREACKER PARA EL DESTALONAMIENTO DE LOS  
NEUMÁTICOS DEL AVIÓN FAIRCHILD DEL ITSA”**

**POR:**

**JAIRO ISMAEL MOROMENACHO DEFAS**

**Trabajo de Graduación para la obtención del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES**

**2014**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el estudiante MOROMENACHO DEFAS JAIRO ISMAEL como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA “MENCION AVIONES”

---

**Ing. Rodrigo Bautista.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.**

---

Latacunga, Agosto 1 del 2014

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado en el que he puesto gran esfuerzo se lo dedico a mis padres quienes han sido las personas que me han apoyado incondicionalmente en los logros de todas las metas que me he propuesto.

Jairo Ismael Moromenacho Defas

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien me ha dado la salud para lograr mis objetivos.

A mis padres, gracias por su sacrificio quienes han hecho posible la culminación de mi carrera.

Agradezco también a todos los docentes que me han formado en mi desarrollo, brindándome conocimientos que me servirán en la vida como persona y profesional.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías, por haberme brindado la oportunidad de estudiar, aquí llegue a formarme como profesional y dar todo de mí en cada trabajo.

Jairo Ismael Moromenacho Defas

## ÍNDICE

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	ix
Indice de tablas.....	xi
Resumen.....	1
Summary.....	2

## CAPÍTULO I

### TEMA

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Justificación e importancia.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Alcance.....	7

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Aeronave Fairchild FH 227J.....	8
2.2 Tren de aterrizaje.....	8
2.2.1 Tren de aterrizaje principal.....	9
2.2.2 Tren de aterrizaje auxiliar.....	9
2.3 Configuración del tren.....	9

2.3.1 Tipos por número de ruedas .....	9
2.3.2 Tipos por características de articulación .....	13
2.3.3 Tipos por sistema de suspensión.....	14
2.3.4 Tipos por geometría de suspensión.....	17
2.3.5 Tipos por sistemas de extensión y retracción del tren .....	19
2.4 Ruedas .....	21
2.5 Introducción Componentes de los neumáticos .....	23
2.5.1 Neumáticos de aviación.....	23
2.5.2 Partes del neumático .....	24
2.5.3 Neumáticos convencionales y radiales .....	26
2.6 La Bead Breacker .....	27
2.6.1 Características de la Bead Breacker.....	28
2.7 Materiales .....	28
2.7.1 Acero al carbono.....	29
2.7.2 Tubo cuadrado.....	29
2.7.3 Cilindros de doble efecto.....	30
2.7.4 Acoples .....	31
2.7.5 Mangueras neumáticas.....	32
2.7.6 Válvulas distribuidoras .....	33
2.7.7 Lamina de aluminio corrugando.....	34
2.7.8 Rodamientos de agujas .....	34
2.7.9 Ventajas de los Rodamientos de Agujas .....	35
2.7.10 Rodamientos axiales de bolas .....	35
2.7.11 Varilla roscada .....	36
2.7.12 Chumaceras.....	38
2.7.13 Grasa lubricante.....	39

2.8 Herramientas .....	40
2.8.1 Escuadra.....	40
2.8.2 Llaves mixtas .....	41
2.8.3 Nivel... .....	42
2.8.4 Lijas.....	43
2.8.5 Taladro Eléctrico .....	43
2.8.6 Flexómetro .....	44
2.8.7 Punta de marcar .....	45
2.8.8 Amoladora.....	45
2.8.9 Manómetro Regulador de Presión .....	46
2.8.10 Suelta.....	47
2.8.11 Electrodo E6013 .....	48
2.8.12 Pintura.....	48
2.9 Normas de seguridad.....	50
2.9.1 Faja de protección lumbar.....	50
2.9.2 Protección Respiratoria.....	51
2.9.3 Protección de Manos y Brazos. ....	52
2.9.4 Protección de Pies y Piernas. ....	53
2.9.5 Ropa de Trabajo. ....	54

### **CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN**

3.1 Preliminares.....	56
3.2 Planteamiento y estudio de alternativas .....	57
3.2.1 Alternativas .....	57
3.2.2 Estudio de factibilidad .....	59

3.2.3 Selección de la mejor alternativa .....	60
3.3 Factor Económico .....	60
3.4 Requerimientos Técnicos.....	61
3.5 Orden de Construcción .....	61
3.6 Cálculos Estructurales .....	62
3.7 Dimensionamiento y Planteamiento Estructural.....	69
3.8 Análisis de simulación computacional.....	69
3.8.1 Simulación en solid works para la estructura principal.....	70
3.9 Proceso de construcción de la estructura .....	76
3.9.1 Medición de los tubos estructurales.....	77
3.9.2 Corte de la estructura metálica .....	78
3.9.3 Soldadura del material .....	78
3.9.4 Armado de la plataforma para el neumático .....	79
3.9.5 Instalación de la viga principal y soportes de carga.....	80
3.9.6 Instalación de refuerzos para los soportes de carga superior e inferior.....	81
3.9.7 Instalación de la lámina de aluminio .....	83
3.9.8 Instalación del eje para el brazo móvil .....	83
3.9.9 Construcción e instalación del brazo móvil. ....	84
3.9.10 Construcción de la muela de aprensión de destalonado .....	85
3.9.11 Construcción e Instalación de la base dela varilla roscada.....	86
3.9.12 Construcción de una base móvil para los cilindros neumáticos .....	89
3.9.13 Instalación del sistema de activación neumática .....	89
3.9.14 Aplicación de pintura.....	92
3.9.15 Instalación de ruedas.....	94
3.9.16 Instalación de tapas .....	94



3.9.17 Instalación del gancho de sujeción .....	95
3.9.18 Instalación de señalética.....	95
3.9.19 Instalación de la plataforma giratoria .....	96
3.10 Codificación de máquinas, herramientas y equipos.....	97
3.11 Diagramas de proceso.....	102
3.11.1 Diagrama de procesos para la construcción de la plataforma para el neumático (soporte de carga inferior). .....	103
3.11.2 Diagrama de procesos para la construcción de viga principal. ....	104
3.11.3 Diagrama de procesos para la construcción del soporte de carga superior. ....	105
3.11.4 Diagrama de procesos para la unión entre el soporte de carga superior, inferior y viga principal. ....	106
3.11.5 Diagrama de procesos para la construcción de los refuerzos para el soporte de carga superior e inferior .....	107
3.11.6 Diagrama de procesos para la construcción de los brazos móviles .....	108
3.11.7 Diagrama de procesos para la construcción del eje para los brazos móviles .....	109
3.11.8 Diagrama de procesos para la construcción de la base móvil para los cilindros. ....	110
3.11.9 Diagrama de procesos para la construcción de la base móvil de la varilla roscada de ajuste.....	111
3.11.10 Diagrama de procesos para la construcción de la muela de aprensión .....	112
3.11.11 Diagrama de procesos para la construcción de la plataforma giratoria .....	113

3.11.12 Diagrama final de la construcción de una herramienta neumática Bead Breacker para en destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT.....	114
3.12 Pruebas de funcionamiento .....	115
3.13 Elaboración de manuales.....	116
3.14 PRESUPUESTO.....	134
3.14.1 Costos primarios .....	134
3.14.2 Costos secundarios .....	136
3.14.3 Costo total.....	137

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	138
4.2 Recomendaciones .....	139
GLOSARIO.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	133
ANEXOS.....	134

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2. 1: Avión, Fairchild FH 227J.....	8
Figura 2. 2: tren triciclo .....	10
Figura 2. 3: tren biciclo.....	10
Figura 2. 4: tren cuadriclo.....	11
Figura 2. 5: tren triciclo doble.....	11
Figura 2. 6: tren multiciclo .....	12
Figura 2. 7: Tren triciclo en línea de tres.....	13
Figura 2. 8: tren de ballesta .....	15
Figura 2. 9: tren de amortiguador liquido .....	16
Figura 2. 10: Ejemplos de tren tipo telescópico .....	17
Figura 2. 11: semiarticulado (b arriba) y articulado (b abajo).....	19
Figura 2. 12: sistema básico de accionamiento hidráulico de tren de aterrizaje .....	20
Figura 2. 13: Tren de aterrizaje combinado del Lockheed LC-130 .....	21
Figura 2. 14: Ruedas desmontadas .....	22
Figura 2. 15: Neumático segmentado .....	24
Figura 2. 16: Bead Breacker en funcionamiento .....	28
Figura 2. 17: Tipos de tubos estructurales.....	30
Figura 2. 18: cilindro de doble efecto .....	30
Figura 2. 19: Acoples. ....	32
Figura 2. 20: Tuberías neumáticas .....	33
Figura 2. 21: Válvula que dirige el aire en dos sentidos posibles .....	33
Figura 2. 22: lamina de aluminio .....	34
Figura 2. 23: Rodamientos de agujas .....	35
Figura 2. 24: rodadura tipo axial de bolas.....	36
Figura 2. 25: Varilla roscada .....	38
Figura 2. 26: chumacera STZ .....	39
Figura 2. 27: Grasa lubricante.....	39
Figura 2. 28: herramientas.....	40
Figura 2. 29: escuadra de comprobación.....	41
Figura 2. 30: llave mixta.....	42

Figura 2. 31: detalle nivel.....	42
Figura 2. 32: lija .....	43
Figura 2. 33: taladro.....	44
Figura 2. 34: flexo metro .....	44
Figura 2. 35: punta de marcar.....	45
Figura 2. 36: amoladora.....	46
Figura 2. 37: regulación y control.....	47
Figura 2. 38: Soldadura de arco.....	47
Figura 2. 39: Proceso de pintado.....	49
Figura 2.40: Faja de protección lumbar .....	50
Figura 2. 41: protección respiratoria .....	52
Figura 2. 42: Protección de Manos y Brazos. ....	53
Figura 2. 43: Protección de Pies y Piernas. ....	54
Figura 2. 44: Ropa de Trabajo. ....	55
Figura 3. 1: Bead Breacker Manual. ....	58
Figura 3. 2: Bead Breacker neumática.....	58
Figura 3. 3: Bead Breacker hidráulica.....	59
Figura 3. 4: estructura en solid works .....	69
Figura 3. 5: Representación del factor de seguridad .....	69
Figura 3. 6: Representación del factor de limite cortante.....	70
Figura 3. 7: Representación del factor de límite elástico (barra inferior).....	71
Figura 3. 8: Representación del factor de limite elástico.....	72
Figura 3. 9: Representación del factor de formación .....	73
Figura 3. 10: Representación del módulo cortante .....	74
Figura 3. 11: Representación del factor de seguridad .....	76
Figura 3. 12: medición de la base estructural tubo de 75 x75 mm y 3 mm de espesor.....	77
Figura 3. 13: medición de la base estructural tubo cuadrado de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor.....	77
Figura 3. 14: corte del tubo cuadrado de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor ..	78
Figura 3. 15: proceso de suelda.....	78
Figura 3. 16: formación de la base para el neumático .....	79

Figura 3. 17: base para el neumático con patas .....	79
Figura 3. 18: base para el neumático soldada .....	80
Figura 3. 19: viga principal unida a la base.....	80
Figura 3. 20: partes unidas .....	81
Figura 3. 21: refuerzo parte superior.....	82
Figura 3. 22: refuerzo parte inferior.....	82
Figura 3. 23: estructura principal.....	82
Figura 3. 24: lamina de aluminio sobre la base para el neumático .....	83
Figura 3. 25: eje para el brazo móvil.....	84
Figura 3. 26: brazo móvil construido .....	84
Figura 3. 27: rodamientos tipo agujas.....	85
Figura 3. 28: brazos móviles.....	85
Figura 3. 29: ubicación de las partes para ensamblaje de la muela .....	86
Figura 3. 30: muela de aprensión ensamblada.....	86
Figura 3. 31: base y varilla roscada .....	87
Figura 3. 32: base de la varilla roscada .....	87
Figura 3. 33: pasador de la varilla roscada .....	88
Figura 3. 34: base instalada.....	88
Figura 3. 35: base de los actuadores.....	89
Figura 3. 36: actuadores neumáticos.....	90
Figura 3. 37: instalación de mangueras neumáticas.....	91
Figura 3. 38: instalación de válvula.....	91
Figura 3. 39: instalación de válvula.....	92
Figura 3. 40: aplicación de fondo verde .....	92
Figura 3. 41: aplicación de la pintura amarilla.....	93
Figura 3. 42: maquina armada.....	93
Figura 3. 43: ruedas en cada pata de la herramienta .....	94
Figura 3. 44: vista de tapas.....	94
Figura 3. 45: gancho de sujeción .....	95
Figura 3. 46: señalética.....	96
Figura 3. 47: aplicación de la pintura amarilla en pintura negra.....	96
Figura 3. 48: plataforma giratoria instalada.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1: Selección de Mejor Alternativa.....	60
Tabla 3. 2: Resultados solid works .....	75
Tabla 3. 3: Codificación de Maquinas.....	97
Tabla 3. 4: Codificación de Herramientas.....	98
Tabla 3. 5: Codificación de Materiales.....	99
Tabla 3. 6: Especificaciones de Construcción y Montaje.....	100
Tabla 3. 7: Simbología del proceso.....	102
Tabla 3. 8: Criterio de pruebas del funcionamiento del mecanismo.....	115
Tabla 3. 9: Elaboración de Manuales.....	117
Tabla 3. 10: Manual de Mantenimiento.....	118
Tabla 3. 11: Manual de Operaciones.....	126
Tabla 3. 12: Manual de seguridad.....	130
Tabla 3. 13: costo primario .....	134
Tabla 3. 14: costos secundarios .....	136
Tabla 3. 15: costo total.....	137

## INTRODUCCIÓN

La construcción del equipo Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la Unidad de Gestión de Tecnologías surge con la finalidad de optimizar y facilitar al personal la herramienta necesaria que se requiere, cumpliendo con los manuales que establecen sus normas y reglamentos necesarios. Cuando se inició el presente proyecto de grado, se planteó objetivos para realizar la investigación con la finalidad de establecer las condiciones físicas y técnicas que puedan ser de mucha factibilidad para el personal técnico o estudiantes de la Unidad, para desenvolverse de una mejor manera en las diferentes compañías de aviación. Guiándose de un análisis de alternativas para distinguir a una que sea la apropiada para realizar el proyecto, al señalar la alternativa más adecuada para cumplir dichas funciones. Con un diseño de la estructura de la herramienta en el programa de diseño solid work se llevó a cabo las simulaciones, cálculos y planos, se consiguió así, una idea clara del diseño de la estructura donde se ajustó cada uno de los elementos, se continuó con la selección de partes que formarían el mecanismo como los materiales estructurales, bigas, cañerías, actuadores neumáticos, chumaceras y rodamientos, seleccionado cada componente con las características correspondientes a las funciones que realizarán respecto al destalonamiento de neumáticos de aviación, el ensamblaje se dio gracias a la guía de los planos, materiales y herramientas como la suelda, amoladora. Además consta de un análisis económico del costo total e individual de cada uno de los elementos y materiales utilizados en el desarrollo del proyecto, se procedió a realizar los procedimientos de pintura y señalización aplicables para el mecanismo, considerándolo finalizado para demostrar las correspondientes pruebas de su funcionamiento, donde se realizó ajustes en el mismo, una vez aprobado su funcionamiento se concluyó con la construcción del proyecto, calificándolo como una herramienta aplicable en sus funciones, cumpliendo con sus requerimientos técnicos.

## **SUMMARY**

The construction of this equipment for Bead Breacker undercut tire 227J aircraft Fairchild FH Unit Management Technologies arises in order to optimize and facilitate the necessary personnel required tool, provided manuals that establish its rules and necessary regulations. When this project began grade, raised targets for research in order to establish the physical conditions and techniques that can be very feasible for technical staff or students of the Unit, to function in a better way in different airlines. Guided by an analysis of alternatives to distinguish one that is appropriate for the project, saying the most appropriate alternative to fulfill these functions. With a design tool structure in the solid program design work was carried out simulations, calculations and drawings, was achieved and a clear idea of the design of the structure was adjusted where each of the elements, continued with the selection of parts that form the mechanism as structural materials, beams, pipes, pneumatic actuators, bearings and bearing, with each component selected characteristics for the duties performed relative to undercut aviation tire, the assembly is thanked to guide planes, materials and tools such as welding, grinder. Also includes an economic analysis of total and individual of each of the elements and materials used in the project cost, we proceeded to perform the procedures in painting and signage applicable to the mechanism, considering it finished to show supporting evidence of its operation, where adjustments are made in the same, once approved operation was completed with the construction of the project, describing it as a tool applicable in office, meeting their technical requirements.



# CAPÍTULO I

## 1. Tema

### 1.1 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT), ubicado en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi, brinda a la comunidad estudiantil del Ecuador Carreras únicas en su área, con la posibilidad de aprender y ser parte del universo profesional en la aviación a través del estudio de algunas disciplinas técnicas como son: Mecánica Aeronáutica con menciones en Motores y Aviones, Telemática, Electrónica, Seguridad Aérea y Terrestre, Logística y Transporte e Idiomas.

Una vez analizada la investigación realizada con anterioridad al desarrollo del presente proyecto se determinó que para obtener un desempeño eficaz de los estudiantes en el ámbito laboral, es muy importante la utilización de material didáctico como elementos necesarios para el proceso de educación.

La investigación realizada tiene como propósito solucionar la necesidad de una herramienta especial de enseñanza de trenes de aterrizaje para desarrollo de destrezas, conocimientos y fomentar el interés de alumnos en nuevas tecnologías de entrenamiento e investigación.

Esta herramienta se basa en despegar el talón del neumático de la rueda, ya que por las altas presiones a las que están sometidos el neumático y la rueda, estas tienden a pegarse creando un sello sumamente fuerte, y utilizar la herramienta no adecuada daría como resultado daños irreversibles al material del neumático. Así de esta manera se podrá mejorar las condiciones de entrenamiento práctico de los estudiantes.

Con el fin de facilitar la instrucción de los estudiantes en el área de trenes de aterrizaje se aplica la “Construcción de una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT”, la cual está diseñada para la tarea en cuestión.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías forma profesionales en el área de mecánica aeronáutica, se dedica a esta gran labor desde hace 14 años siendo el único en el país en esta aérea.

La continua participación de los alumnos en el área de trenes de aterrizaje, da lugar a una problemática en uno de los importantes trabajos de nuestro medio y la falta de una herramienta especial para la realización del destalonamiento de neumáticos que según normas tanto del fabricante como de la autoridad de aviación civil, es importante el mayor cuidado de los componentes en todos los trabajos que se realicen.

Como consecuencia de la falta de una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos, es importante resaltar el bajo rendimiento en cuestiones de destreza y habilidad de los estudiantes por falta de sistemas operativos reales.

Las prácticas de la carrera no solo es responsabilidad de los estudiantes sino también está la cuestión de la enseñanza por falta de elementos didácticos que brindarían la requerida capacitación práctica. Este proyecto se enfoca en la construcción de herramienta que permitirá tanto: instrucción, mantenimiento y práctica en ámbito de la técnica de reparación.

Por lo mencionado es necesario que los laboratorios de mecánica aeronáutica de la UGT cuenten con una herramienta especial para el

destalonamiento de neumáticos de aviación la cual resuelva este problema, garantizando seguridad en las labores de mantenimiento.

### **1.3 Justificación e importancia**

La finalidad de este presente trabajo de investigación es encontrar una solución clara y definitiva al problema que se planteó al principio del proyecto. Este proyecto se justifica por la necesidad de mejorar las condiciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías en lo que se refiere a seguridad y calidad en la ejecución de las prácticas de los estudiantes, así se propone la construcción de la herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT que contribuirá a dicha mejora.

Con esta investigación se logró determinar la herramienta adecuada para el destalonamiento de neumáticos de aviación para mejorar el rendimiento técnico académico de los estudiantes, poniendo en práctica lo que se memoriza y también lo que se aprende incorporándolo a la conducta laboral y resolver los problemas utilizando lo aprendido dentro de la educación técnica.

La construcción de una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos de aviación ayudara y permitirá al estudiante comprender de una mejor forma la técnica de trabajo. De esta manera los estudiantes optimizan sus calificaciones y conocimientos sobre el tema tratado para lograr su aplicación en campo laboral.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Construir una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la Unidad de Gestión de Tecnologías, que mejore las condiciones de trabajo y contribuya con el nivel práctico de estudiantes.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información suficiente para desarrollar el siguiente proyecto de manera correcta.
- Determinar una alternativa que resulte adecuada para la construcción de la herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT.
- Elaborar planos de la herramienta en el programa solid work.
- Realizar un estudio de materiales adecuados para la construcción de la herramienta.
- Realizar el proceso de construcción de la herramienta.
- Realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de la herramienta Bead Breacker para la UGT.
- Elaborar manuales de mantenimiento y operación para el respectivo uso en el equipo destalonador.

## **1.5 Alcance**

Con el siguiente estudio se pretende optimizar la enseñanza impartida a estudiantes de la UGT en el año 2014 en dotación de una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT necesaria en nuestra carrera, este proyecto pretende ofrecer beneficios a largo plazo y de manera primordial a los estudiantes.

## CAPÍTULO II

### 2 Marco teórico

#### 2.1 Aeronave Fairchild FH 227J

El Fairchild FH 227J construido en Maryland, en el estado de Virginia (EE. UU) en 1955 es un avión con una capacidad de 53 pasajeros y una tripulación de 3 personas, es una aeronave con una envergadura de 29 m (83,7ft), longitud de 25 m (95,1ft) y peso vacío de 18600 kg, destinado para vuelos comerciales también posee una velocidad de crucero de 483 km/h gracias a sus motores turbo prop Roll Royce RDA-7 Mk.532,1655kW y sus hélices móviles que permite moverse en grados mientras están en pleno giro, tiene también un consumo de 202 gal/hora.



**Figura 2. 1:** Avión, Fairchild FH 227J

**Fuente:** investigación de campo

#### 2.2 Tren de aterrizaje

La función del tren de aterrizaje es absorber las cargas de aterrizaje hasta un valor aceptable para las condiciones de resistencia de la estructura del avión. Consta de dos conjuntos principales que son:

### **2.2.1 Tren de aterrizaje principal**

Soporta la mayor parte del peso del avión en tierra. Esta constituido de dos o más ruedas a cada lado del avión. Además de esta rueda o combinación de ruedas, el tren principal incluye otros mecanismos que cumplen funciones diversas en la operación del tren, tales como amortiguadores, frenos, martinets hidráulicos, etc.

### **2.2.2 Tren de aterrizaje auxiliar**

Consta de un conjunto de una o más ruedas, situadas en la proa o en la cola del avión completando la función de trípode.

## **2.3 Configuración del tren**

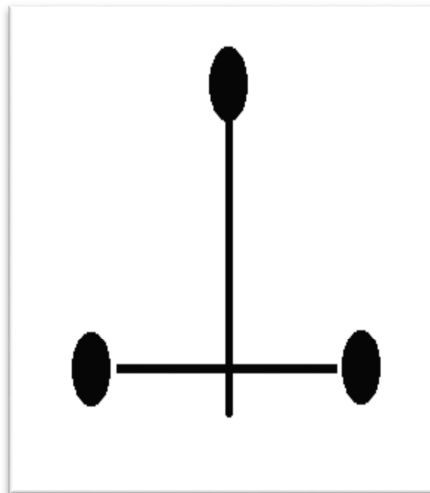
Los trenes de aterrizaje se clasifican por el número y disposición de ruedas, por sus características de articulación, por el sistema de suspensión, y por la geometría del sistema de suspensión.

### **2.3.1 Tipos por número de ruedas**

Es la clasificación estándar. La tipología se establece por el número de ruedas que tiene el tren y por la geometría de su posición. El número de ruedas esta dependiente del peso del avión y de la consistencia del pavimento de las pistas que tiene previsto utilizar. La geometría de posición de ruedas más comunes está en los siguientes grupos.

#### **2.3.1.1 Tren triciclo**

Es la denominación general que se aplica a la configuración de tres patas una situada al frente (proa) y dos principales detrás.

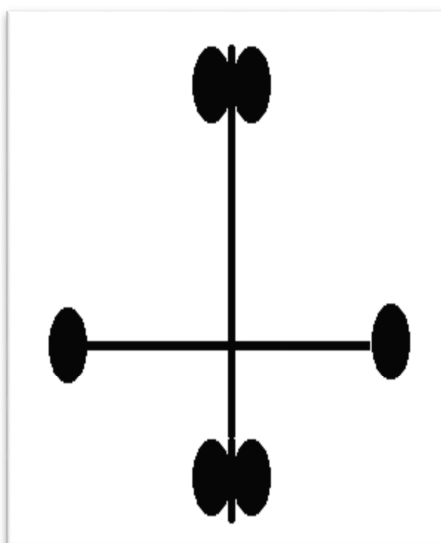


**Figura 2. 2:** tren triciclo

**Fuente:** investigación de campo

### 2.3.1.2 Tren bicicleta.

Configuración de dos patas, con una o más ruedas colocadas en el tándem, con pata exterior para mantener la estabilidad en tierra. Las patas exteriores también alivian las cargas cuando el avión realiza giros cerrados.



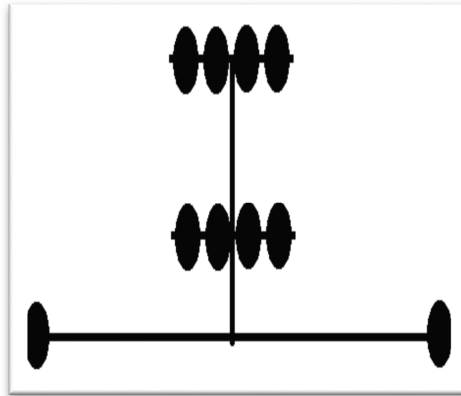
**Figura 2. 3:** tren bicicleta

**Fuente:** investigación de campo



### 2.3.1.3 Tren cuadríciclo

Se configura con cuatro pata una a cada cuadrante del avión, este también se completa muchas veces con ruedas exteriores para brindar estabilidad.

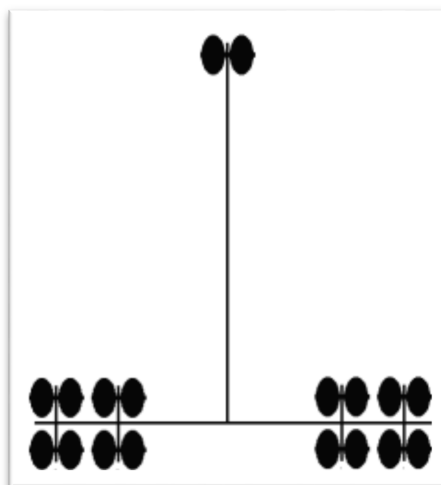


**Figura 2. 4:** tren cuadríciclo

**Fuente:** investigación de campo

### 2.3.1.4 Tren triciclo doble.

Es una configuración con doble rueda y doble tándem.

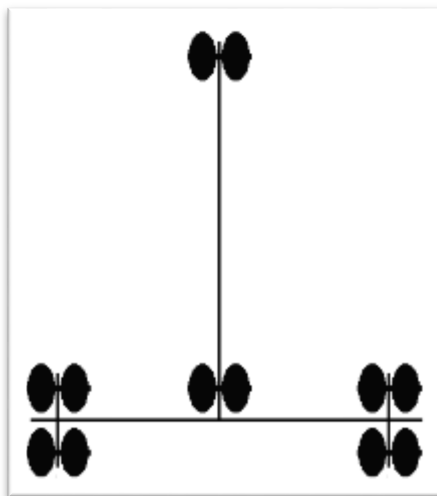


**Figura 2. 5:** tren triciclo doble

**Fuente:** investigación de campo

### 2.3.1.5 Tren multiciclo

Configuración que da respuestas a la necesidad de los aviones de grandes capacidades y pesos a la flotación. Esta clase de tren se compone de doble rueda en el la proa, dobles principales en tándem, más una doble principal en el eje longitudinal del avión.



**Figura 2. 6:** tren multiciclo

**Fuente:** investigación de campo

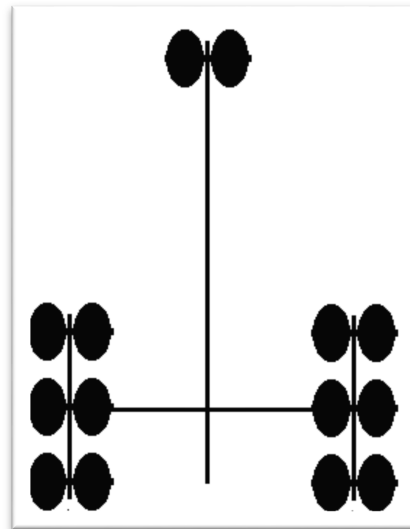
### 2.3.1.6 Tren triciclo en línea de tres

Es una configuración similar al clásico de doble rueda en tándem, pero con tres rueda dobles en línea. Su aplicación en el Boeing 777 ha puesto la primera presencia del tipo en los aviones comerciales occidentales. El tren triciclo en línea de tres es un tipo de tren complejo. No obstante, puede ser la solución más ventajosa desde el punto de vista de peso total del avión cuando se precisan 12 ruedas del total. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Fuente: Oñate, A. E. (2007). *Conocimientos del Avión*. Madrid: Thomson- Paraninfo.

Puede ser una solución más ventajosa desde el punto de vista estructural aprovechar el soporte existente de tren principal para situar una nueva pareja de ruedas, en una línea de tres punto de hecho este tipo de tren fue la solución de menor peso en conjunto que se encontró para el Boeing 777.



**Figura 2. 7:** Tren triciclo en línea de tres.

**Fuente:** investigación de campo

### 2.3.2 Tipos por características de articulación

Los trenes de aterrizaje se clasifican en retráctiles y fijos, y la atención a las características de articulación de sus componentes los trenes retráctiles cuentan con la posibilidad de repliegue y alojamiento del tren en compartimientos internos del avión. El empleo de uno u otro tipo de tren depende de los criterios de simplicidad de diseño del avión y, en particular, de su velocidad de vuelo.

Los aviones pequeños tienen el tren fijo. Es un tipo de construcción que ofrece mayor resistencia al avance. La idea es aceptar cierta pérdida de velocidad del avión, con la contrapartida de menor coste y peso, simplicidad mecánica, y mantenimiento fácil.

Los aviones de características moderadas o avanzadas de vuelo emplean el tren de aterrizaje retráctil ya que la resistencia al avance del tren fijo resulta excesiva. La resistencia aerodinámica al avance dependiente, entre otras, de la velocidad del aire<sup>2</sup>, y por tanto aumenta muy rápidamente con este factor. Aviones civiles como militares emplean el tren de aterrizaje retráctil, aunque hay excepciones.

### **2.3.3 Tipos por sistema de suspensión**

Por el sistema de suspensión se clasifican en:

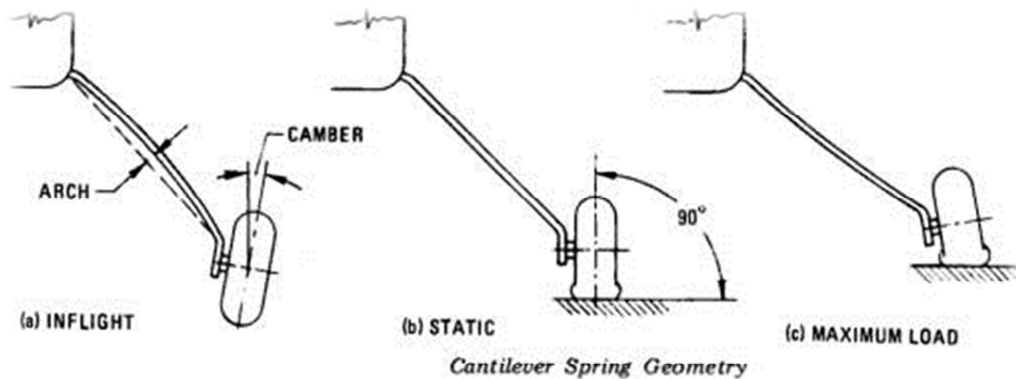
#### **2.3.3.1 Tren de ballesta**

Es del tren principal en algunos aviones. Consiste en un tubo flexible en acero, aquí se lo llama ballesta, cuya parte superior se lo fija al fuselaje del avión. La parte inferior termina en un eje en el cual se monta la rueda. La ballesta se extiende cuando la rueda hace contacto en el suelo, de modo que se amplía la vía del tren (La vía es la distancia horizontal entre las ruedas).

El tren de ballesta desgasta en forma desigual los neumáticos, pero prácticamente es muy sencillo y está libre de problemas de mantenimiento. Muchos aviones ligeros tiene esta configuración de tren.

---

<sup>2</sup>Fuente://bibliotecadigital.usbcali.edu.co:8080/jspui/bitstream/10819/1744/1/disenio\_laboratorio\_simulacion\_cerquera\_2012.pdf



**Figura 2. 8:** tren de ballesta

**Fuente:**

[http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos\\_aires/62/tecnolog/tren.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/tren.htm)

### 2.3.3.2 Tren de cordones elásticos

Es un tipo de suspensión que se emplea también aviones ligeros, es muy común de los aviones antiguos que se dedica a fumigaciones (aviones agrícolas). Las cargas se transmiten a la rueda durante el movimiento del avión en tierra son absorbidas por un cierto número de cordones elásticos de caucho dispuesto en forma de lanza.

### 2.3.3.3 Tren de amortiguador líquido

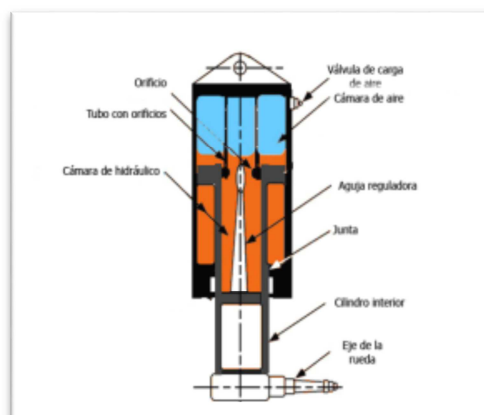
Son verdaderos resortes líquidos que se basan en la compresibilidad de los líquidos a altas presiones. El amortiguador es un cilindro lleno de fluido de base silicona. El amortiguador consta de dos cámaras, superior e inferior, que están separadas por un pistón.

Cuando las ruedas del avión hacen contacto con el suelo la carga dinámica de la rueda se transmite al pistón del amortiguador, que es forzado hacia arriba. Este movimiento desplaza cierta cantidad de líquido desde la cámara superior a la inferior. El líquido desplazado pasa por una válvula de anti retorno y orificios de control.

La cámara inferior solo se puede acumular partes del líquido desplazado por el movimiento del pistón. De forma que aumenta la presión del líquido en ambas cámaras. El pistón se desplaza en sentido contrario cuando cesa la carga sobre el amortiguador. El rebote de la rueda está limitado por el orificio de control ya citado que sólo permite la circulación de una pequeña cantidad de líquido.<sup>3</sup>

El orificio del control actúa, pues, como válvula anti rebote. Los amortiguadores líquidos son confiables, compactos y robustos pero, entre otros inconvenientes, requiere que el avión este sobre gatos para efectuar servicios de recarga.

Hay versiones donde se han mezclado con el líquido una cierta cantidad de nitrógeno con el fin de mejorar la eficiencia de la amortiguación, muy dura, pero en términos generales hay que decir que no son comparables en eficacia de amortiguación y servicio con los amortiguadores óleo neumáticos.



**Figura 2. 9:** tren de amortiguador líquido

**Fuente:** [http://2.bp.blogspot.com/-AOwM1P5S1CE/Up0XbiM\\_\\_I/AAAAAAAAABaw/VmBRc8jtJn0/s1600/amortiguadores1.png](http://2.bp.blogspot.com/-AOwM1P5S1CE/Up0XbiM__I/AAAAAAAAABaw/VmBRc8jtJn0/s1600/amortiguadores1.png)

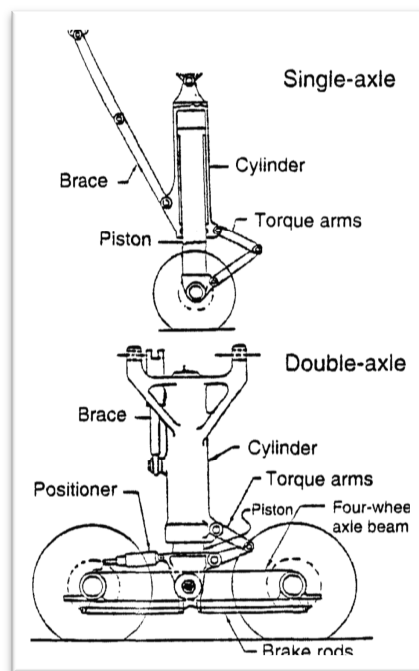
<sup>3</sup>Fuente: Tren de aterrizaje, José Fernando Viscomi, educación técnico-profesional

### 2.3.4 Tipos por geometría de suspensión

Según por la geometría de suspensión se clasifican en:

#### 2.3.4.1 Tren de suspensión telescópica

Se dice que la suspensión del tren es telescópica cuando el eje de la rueda está en la prolongación del soporte con pata principal estructural del tren. Suele ser la solución a la económica. No obstante tiene el inconveniente de que la carrera del amortiguador en carga es larga, pues tiene que absorber en todo el desplazamiento vertical de la rueda.



**Figura 2. 10:** Ejemplos de tren tipo telescópico

**Fuente:** <http://www.uax.es/publicacion/evolucion-historica-de-los-trenes-de-aterrizaje-en-las-aeronaves.pdf>

El tren de aterrizaje telescópico voluminoso para alojamiento en el avión debido a la longitud del amortiguador. En muchas ocasiones no es posible conseguir tal volumen, a no ser que se comprima el amortiguador antes de recogerlo.

#### **2.3.4.2 Tren de suspensión articulado**

Se dice que la suspensión del tren es articulada o de palanca cuando cumple dos condiciones.

- A) El eje de la rueda está detrás del soporte o pata principal estructural del tren.
- B) El brazo de la rueda se une al soporte principal mediante una articulación a través de la cual puede girar libremente.

Los trenes de aterrizaje de palanca pueden ser de palanca simple, o de palanca compuesta que son triangulares o cuadrangulares y se colocan lateralmente en el avión. El tren de palanca ofrece ventajas divinas de mencionarse el caso del avión embarcado que precisa desplazamientos verticales muy grandes de las ruedas para absorber la energía cinética vertical que posee el avión cuando entra en contacto con la cubierta del portaaviones.

El tren de palanca suele ser necesario en aviones que operan en pistas poco preparadas. La razón es que la fricción de las ruedas sobre el suelo, para otros factores constantes, es menor en los trenes de palanca a que los telescópicos. El tren articulado impone menor carga en el terreno.

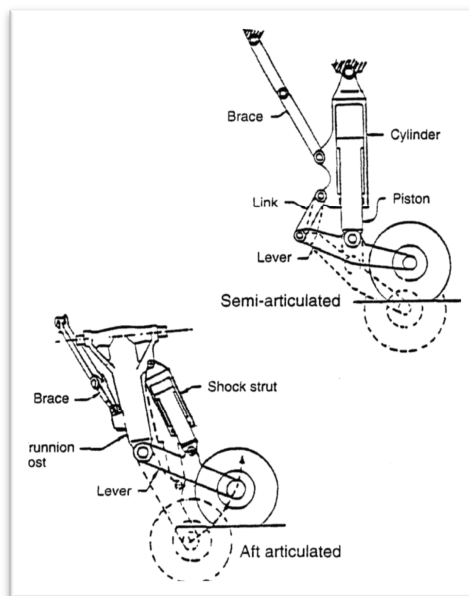
Las buenas características de flotación se deben a que las ruedas de los trenes de palanca se pueden desplazar hacia atrás, al mismo tiempo que lo hacen verticalmente a causa del impacto o a las irregularidades del terreno. Absorben de manera más eficiente las irregularidades del terreno que se presentan de forma repentina.

Tales el caso, por ejemplo, el contacto de las ruedas con pequeñas piedras que sobresalen del terreno. El tren puramente telescópico funciona mal en



estas condiciones, pues todo el impacto se absorbe verticalmente, con una aceleración vertical alta y casi instantánea.

Sin embargo, la rueda del tren de palanca se desplaza inicialmente hacia atrás a la vez que sube bordeando la irregularidad. Es un proceso mucho más gradual que impone menor aceleración de la pata y carga dinámica de la rueda.



**Figura 2. 11:** semiarticulado (b arriba) y articulado (b abajo)

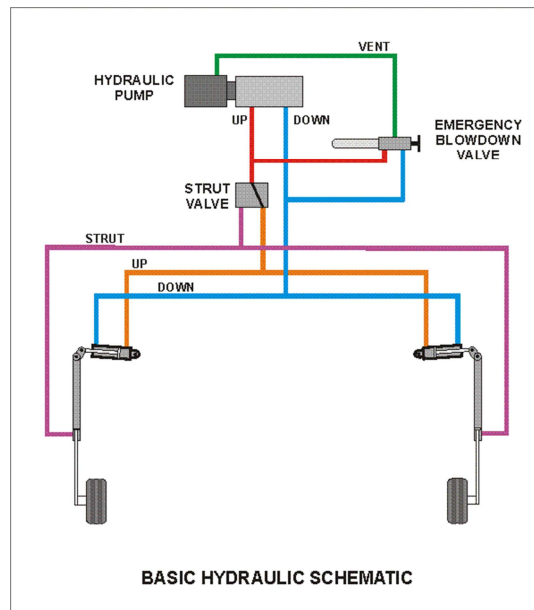
**Fuente:** <http://www.uax.es/publicacion/evolucion-historica-de-los-trenes-de-aterrizaje-en-las-aeronaves.pdf>

### 2.3.5 Tipos por sistemas de extensión y retracción del tren

Conformes de clasificación estos trenes pueden ser:

#### 2.3.5.1 Sistema de accionamiento hidráulico

Es la configuración General. Los movimientos de extensión y de retracción del tren y sus conjuntos similares se efectúan mediante martinetes o actuadores hidráulicos.



**Figura 2. 12:** sistema básico de accionamiento hidráulico de tren de aterrizaje

**Fuente:** <http://www.iflyez.com/InfinityGear.shtml> Sistema de accionamiento neumático

### 2.3.5.2 Sistema de accionamiento neumático

Similar al anterior, en muchos aspectos. No obstante la fuente de potencia es un sistema de aire de alta presión en lugar de un fluido hidráulico. Hay, por supuesto, diferencias operativas. Las líneas de retorno de este sistema se comunican con la atmósfera.

### 2.3.5.3 Sistema de accionamiento eléctrico

Se emplea con ventaja en aviones ligeros que no necesitan de potencia excepcional para la extensión y reparación del tren. Se elimina de este modo la presencia de un sistema hidráulico neumático de alta presión con el coste, peso y mantenimiento que esto implica. Las fuerzas necesarias sobre los mecanismos de extensión y retracción se efectúan por motores eléctricos.

#### 2.3.5.4 Esquí

Los esquís constituyen un tipo no convencional de tren de aterrizaje que se utiliza para despegar y aterrizar sobre la nieve. Si se compara con el tren de ruedas convencional hay diferencias operativas. En particular son relevantes las que se refieren al muy bajo coeficiente de rozamiento entre los esquís y la nieve, del orden de coeficiente de rozamiento es de  $\mu = 0.03$ .

Tan bajo valor de coeficiente de rozamiento origina dos inconvenientes principales, la tendencia al caballito y la escasa fuerza lateral que se puede ejercer en tierra para maniobra. Se comprende que la situación es más comprometida en caso de viento cruzado.



**Figura 2. 13:** Tren de aterrizaje combinado del Lockheed LC-130

**Fuente:** <http://www.uax.es/publicacion/evolucion-historica-de-los-trenes-de-aterrizaje-en-las-aeronaves.pdf>

#### 2.4 Ruedas

La rueda es el soporte circular sobre el que se asienta el neumático. Las ruedas que se montan en los aviones deben cumplir cinco requisitos básicos:

- 1) Resistencia a las cargas estáticas y de remolque máximas del avión
- 2) Dimensiones adecuadas para acomodar el neumático preciso

- 3) Volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos
- 4) Peso mínimo
- 5) Facilitar el cambio de neumáticos

Las ruedas más utilizadas son de llanta partida, para neumáticos sin cámara que fabrican en dos mitades que se unen con pernos. Los pernos se aprietan con un par de apriete muy preciso. Entre las dos mitades de interponer una junta para eliminar las fugas de aire. Las juntas impregnan con un producto especial durante el montaje, a veces simplemente grasa.



**Figura 2. 14:** Ruedas desmontadas

**Fuente:** investigación de campo

Cuando se aplica las dos mitades de la llanta se forma un conjunto hermético. Las ruedas se fabrican en aleación de aluminio. Las ruedas de magnesio están prohibidas, han desaparecido del mapa aeronáutico por su facilidad de inflamación y de corrosión.

El cubo de la rueda tiene alojamientos para los dos rodamientos de rodillos cónicos. El alojamiento del rodamiento está sellado, hermético, construcción que obedece a dos motivos: primera, para que la grasa no salga desprendida del alojamiento cuando la rueda gira gran velocidad; en segundo lugar para evitar la entrada de polvo y suciedad.

La rueda de llanta partida, tiene en su parte externa una válvula estándar de inflado y en alguna parte de su base hasta tres fusibles térmicos de rueda. El fusible térmico de rueda es una pequeña válvula que tiene un tapón metálico. El tapón se funde cuando la temperatura de la rueda aumenta en forma anormal y alcanza un determinado Valor. La función del tapón alivia la presión del gas del neumático. Se evita de esta forma el estallido del mismo con resultados imprevisibles.

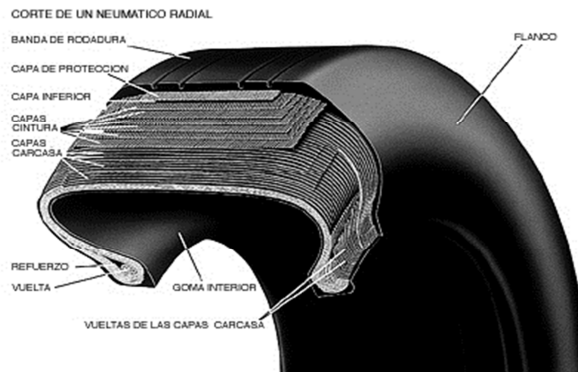
Las ruedas modernas tienen, además, una válvula de seguridad de sobrepresión que no debe confundirse con los fusibles térmicos de la rueda. La válvula de sobrepresión es una medida de seguridad para el personal del servicio de tierra. Esto es así porque las botellas de gas que se emplean para inflar los neumáticos almacenen el nitrógeno a presión muy alta, 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

## **2.5 Introducción Componentes de los neumáticos**

### **2.5.1 Neumáticos de aviación**

El trabajo requerido a los neumáticos de aviación es realmente duro; cuando están en el suelo debe soportar el peso del avión; durante el proceso de taxi deben proporcionar un recorrido estable, confortable y ser capaces de soportar el calor, la abrasión y el desgaste.

Los neumáticos para aviación pueden ser convencionales y radiales, su estructura interna es distinta pero están constituidos por cuatro elementos fundamentales: talón, carcasa, flancos y banda de rodadura.



**Figura 2. 15:** Neumático segmentado

**Fuente:** <http://pymes.wanadoo.es/es/esp/news/bourget/3.htm>

## 2.5.2 Partes del neumático

### 2.5.2.1 Talón

El talón es la parte más resistente del neumático. Está constituido por uno o más alambres de acero al carbono, de alta resistencia, embebidos en pliegues de caucho y capas de nylon (lonas) que aíslan los alambres del resto de la carcasa. Todas las fuerzas que se producen en el neumático pasan por el talón. Los alambres proporcionan la integridad geométrica del neumático. Con el neumático a presión el talón se fija en las pestañas de la llanta de la rueda.

### 2.5.2.2 Carcasa

Está formada por capas sucesivas de nylon revestidas de caucho. Dichas capas reciben el nombre de lonas en atención a los antiguos procedimientos de fabricación. Las lonas en el neumático convencional se cortan en trozos y se orienta de tal modo que las cuerdas de nilón de cada capa están orientadas a distintos ángulos. Esta orientación de las capas de la carcasa es, una de las diferencias fundamentales entre el neumático convencional y el neumático radial. Hay neumáticos con cámara y sin ella.

La superficie interior de estos últimos es caucho natural, material menos permeable que la mezcla empleada en los neumáticos típicos con cámara. De todas formas una muy pequeña parte del aire del neumático se disuelve en el caucho, puede separar las lonas, y se prevén pequeños orificios para escape del aire e impedir la formación de ampollas.

### **2.5.2.3 Banda de rodadura**

La banda de rodadura está fabricada en caucho y es la zona del neumático en contacto con el pavimento. La banda de rodadura sufre el desgaste por rozamiento. La superficie de la banda esta provista de ranuras circunferenciales. Las ranuras forman el dibujo típico del neumático para aviación, luego que se han abandonado otros tipos.

El dibujo de ranuras circunferenciales ha dado los mejores resultados desde el punto de vista de tracción, desgaste y características de dirección. Es importante señalar que las ranuras de la banda de rodadura son las únicas zonas por donde puede escapar el agua que está debajo de la huella del neumático.

En los neumáticos automotrices se utiliza cortes transversales porque en el breve espacio de contacto con el pavimento y el agua sobre él funciona como depósitos a los que el agua ingresa en el corto espacio de rodadura del neumático expulsando la mediante la presión del peso del auto y después por fuerza centrífuga.

En los neumáticos para aviación no se puede emplear dibujos transversales en la banda de rodadura por dos razones:

- A) Mayor presión de inflado (mayor presión de contacto) que de forma el dibujo de las ranuras, pierde efectividad, tales depósitos y se acelera el desgaste del neumático;

- B) Mayores fuerzas de frenada que favorecen el corte o desgarro de estas pequeñas tramas.

#### **2.5.2.4 Flancos**

Como su nombre indica, los flancos son las partes laterales de caucho del neumático, que se extienden desde la banda de rodadura hasta el talón. Las grandes deformaciones elásticas de los neumáticos de aviación se producen en los flancos. El aplastamiento del flanco es uno de los mecanismos más importantes de producción de calor en el neumático.

Los neumáticos sin cámara deben retener la presión del gas en el interior del neumático. Por esta razón la superficie interior que es lo más impermeable posible al aire. Estos neumáticos disponen de orificios de ventilación, situados en los flancos, para evitar que el aire que escapa quede atrapado por efectos de permeabilidad entre los pliegues de la carcasa.

En los neumáticos con cámara no hay este problema pues el aire encuentra facilidades relativas para escapar por las juntas del neumático. La experiencia ha enseñado que el calor radiado por un paquete de frenos, que ha pasado por una fase de gran actividad, puede producir vapores de hidrocarburos a costa del caucho de los neumáticos. Tales vapores se han mezclado ocasionalmente con el aire del neumático y han provocado la explosión del mismo.

#### **2.5.3 Neumáticos convencionales y radiales**

Los neumáticos para aviación se clasifican en convencionales y radiales. El neumático convencional tiene el trenzado de lonas de la carcasa al bias, con orientaciones distintas. El neumático radial se caracteriza porque la carcasa está trenzada con cuerdas de radiales, formando una especie de herradura, es de un talón hasta el opuesto.



Tiene además una lámina de refuerzo de la banda de rodadura, que proporciona gran rigidez al neumático. Esta banda es la responsable de las excelentes características direccionales de los neumáticos radiales. En el neumático radial para el automóvil la banda de refuerzo es una lámina de acero inoxidable, pero esta construcción no es posible en aviación por la gran carga centrífuga que genera. Se emplea material plástico de menor peso centrífugo.

La ventaja de los neumáticos radiales es, fundamentalmente, su menor peso (20% comparado con el convencional), menor desgaste de la banda de rodadura (entre 50% y 100% más de aterrizajes). Su forma estructural es óptima para distribuir las cargas, lo que permite un neumático de menor masa y que rueda más frío que el convencional.

En la actualidad hay aviones certificados exclusivamente con neumáticos radiales, una tendencia que es progresiva en el tiempo. Otros pueden usar ambos tipos, incluso hay aviones que admite la mezcla.

## **2.6 La Bead Breaker**

Una Bead Breaker es una herramienta que se utiliza para la separación de los neumáticos de las ruedas. El anillo interior del neumático se llama talón, y se junta con los labios de la rueda atrapando el aire en el interior. A menudo, el cordón puede llegar a ser congelado hasta el borde después de que ocurra la oxidación, esto requiere el uso de una Bead Breaker con el fin de ser eliminado.

Gracias a la gran presión que existe dentro del neumático que crea una adherencia muy fuerte entre el neumático y la rueda, hay la necesidad de una herramienta para eliminar con eficacia y eficiencia, los cordones adheridos por el calor y la oxidación a menudo deben ser liberados manualmente. En estos casos el destalonador es ideal. Usado como un

cincel, un destalonador aprovecha una ventaja mecánica para eliminar el cordón.

### 2.6.1 Características de la Bead Breaker



**Figura 2. 16:** Bead Breaker en funcionamiento

**Fuente:** <http://www.aircraftspruce.eu/Tires---Tubes/Tire-Bead-Breakers/MEYERS-HYDRAULICS-TIRE-BEAD-BREAKER.html>

- Extremadamente ajustable para una amplia variedad de tamaños de neumáticos
- Reduce el riesgo de perjuicios a las aleaciones tanto del neumático como de la rueda.
- Se adapta a las ruedas traseras pequeñas
- Se adapta a las grandes neumáticos que se encuentran en la cabina de aviones corporativos
- Trabaja en el tubo y neumáticos sin cámara

## 2.7 Materiales

Son elementos agrupados en un conjunto en el cual es o puede ser, usados con algún fin específico. Los materiales pueden ser simples o complejos y también homogéneos o heterogéneos. La palabra material adquiere

diferentes significados según en el contexto en el que se encuentre: sea economía en la ciencia, en la ingeniería en la industria o en cualquier otro contexto.<sup>4</sup>

### **2.7.1 Acero al carbono**

El acero al carbono es una clase de acero que contiene carbono. Aunque el carbono es el principal componente de este tipo de acero, también tiene hierro y manganeso. Es un metal de alta resistencia pero al mismo tiempo es el más propenso a la corrosión y por lo tanto el menos costoso de los metales que habitualmente se perforan. Es de construcción laminada hasta conseguir el espesor deseado mientras el material está todavía caliente.

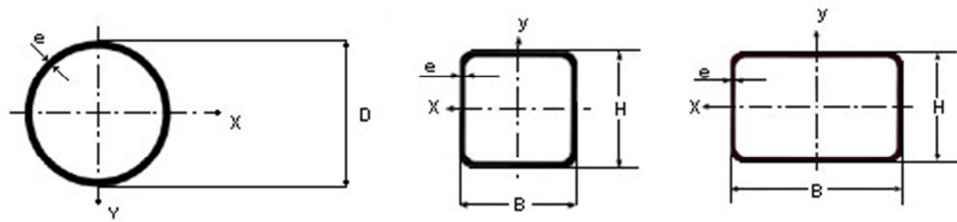
### **2.7.2 Tubo cuadrado**

La utilización de estos tubos se da en la construcción en general así como herrería de obra y estructura metálica liviana y pesada. Son utilizados en la industria automotriz, amortiguadores y asientos, entre otros usos. Estos tubos tienen una excelente resistencia a la compresión y a la torsión.

Los tubos estructurales tienen gran versatilidad para la fabricación de estructuras, porque pueden ser doblados, soldados, perforados, punzados y requieren menos pintura y mantenimiento que los perfiles comerciales convencionales.

---

<sup>4</sup>Fuente: <http://www.psicofxp.com/forums/bienvenidas.324/959015-que-son-materiales.html>



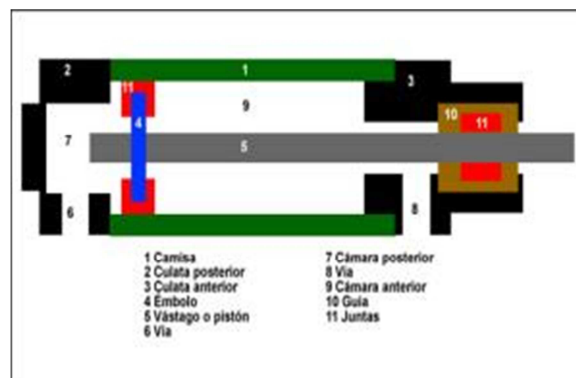
**Figura 2. 17: Tipos de tubos estructurales**

**Fuente:** <http://www.aceroestructural/termico>

### 2.7.3 Cilindros de doble efecto

Los cilindros de doble efecto son capaces de producir trabajo útil en dos sentidos, ya que disponen de una fuerza activa tanto en avance como en retroceso. Se construyen siempre en formas de cilindros de embolo y poseen dos tomas para aire comprimido, cada una de ellas situada en una de las tapas del cilindro.<sup>5</sup>

Se emplea, en los casos en los que el émbolo tiene que realizar también una función en su retorno a la posición inicial. La carrera de estos cilindros suele ser más larga (hasta 200 mm) que en los cilindros de simple efecto, hay que tener en cuenta el pandeo o curvamiento que puede sufrir el vástago en su posición externa.



**Figura 2. 18: cilindro de doble efecto**

**Fuente:** <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>

<sup>5</sup> Fuente: BEER Johnston (2006) Mecánica De Materiales. 4 Edición

En el dibujo se puede ver un cilindro de doble efecto. El funcionamiento es de fácil comprensión:

Cuando se dispone de la vía (6) con entrada de aire comprimido y la vía (8) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de avance. Cuando se dispone de la vía (8) de entrada de aire comprimido y la vía (6) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de retroceso.

La guía (10), se utiliza para evitar el movimiento llamado pandeo, es algo así como la oscilación que puede sufrir el vástago en su desplazamiento. Las juntas (11) tienen dos misiones, una la de evitar la fuga de aire, y otra, la de evitar la entrada de suciedad en la cámara anterior (9) por el retroceso del vástago.

#### **2.7.4 Acoples**

Los acoples y conexiones con extremos ranurados son la parte medular para la unión de tuberías y accesorios en una gran variedad de sistemas. Los acoples se han diseñado para proveer juntas o uniones autocentrantes, que se adaptan a las fuerzas internas o externas de presión o vacío, vibraciones, contracciones o expansiones, etc.

El acople ejerce una fuerza de unión alrededor de toda la circunferencia de la tubería y evita la separación de ambos extremos en una forma proporcional a las fuerzas de presión ejercidas hasta su máxima presión de trabajo de diseño. Las mejores propiedades de los acoples se deben principalmente a sus características de rigidez o flexibilidad.

Cuando se requieren uniones sin movimiento se utilizan los acoples rígidos que en el diseño interior de la carcasa cuenta con unos seguros o rebordes dentados que oprimen fuertemente la tubería o conexión fijándolos en ambos extremos, haciendo la unión firme, además de que el cuerpo de la

carcasa llena perfectamente el espacio de la ranura no permitiéndole movimiento alguno.



**Figura 2. 19:** Acoples.

**Fuente:** <http://mexico-df.all.biz/acoples-g20515>

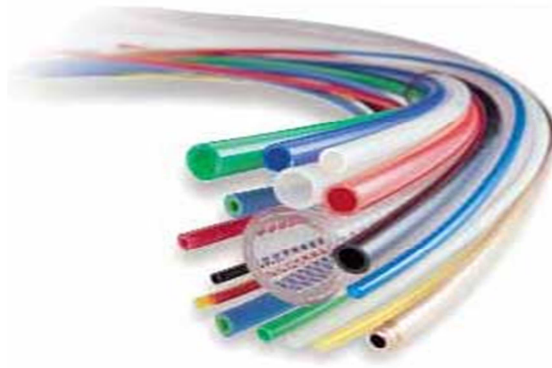
## **2.7.5 Mangueras neumáticas**

### **2.7.5.1 Tubo de Poliuretano**

El mismo es utilizado en aplicaciones generales dado que admite pequeños radios de curvatura y es resistente a la luz, la humedad y el desgarre. Azul es el color más usual, pero también se dispone de otros colores. Traslúcido, se lo recomienda para poder visualizar el fluido, puede ser transparente o en colores suaves. Resiste agresiones bacteriológicas.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>Fuente:[http://www.elhinel.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1202&Itemid=512](http://www.elhinel.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1202&Itemid=512)

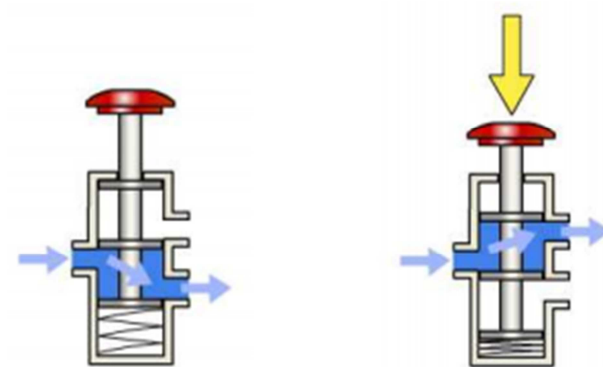


**Figura 2. 20:** Tuberías neumáticas

**Fuente:** [http://www.elhinel.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1202&Itemid=512](http://www.elhinel.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1202&Itemid=512)

### 2.7.6 Válvulas distribuidoras

Las válvulas distribuidoras permiten activar o parar un circuito neumático. Su función es dirigir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros. Por tanto, las válvulas se pueden ver como los interruptores o conmutadores de los circuitos neumáticos.



**Figura 2. 21:** Válvula que dirige el aire en dos sentidos posibles

**Fuente:**

[http://vinuar75tecnologia.pbworks.com/f/Tema+5.+NEUM%C3%81TICA+\(ALUMNOS\).pdf](http://vinuar75tecnologia.pbworks.com/f/Tema+5.+NEUM%C3%81TICA+(ALUMNOS).pdf)

### 2.7.7 Lamina de aluminio corrugando

El aluminio es un material de excepción dada su elevada capacidad de reciclaje que permite su reutilización casi en un 100 %, sin perder ninguna de sus prestaciones. Además de su larga vida útil, el aluminio también destaca por disponer de una enorme resistencia y ser muy maleable.

Es un material muy ligero, resistente a la corrosión y de fácil mantenimiento. Las aplicaciones del aluminio son infinitas y es por ello que su demanda crece día a día adaptándose a cualquier proyecto a la vez que se respeta el medio ambiente.<sup>7</sup>



**Figura 2. 22:** lamina de aluminio

**Fuente:** investigación de campo

### 2.7.8 Rodamientos de agujas

Los rodamientos de agujas tienen una sección transversal más pequeña, mayor capacidad de carga, mayor rigidez y fuerzas de inercia menores que facilitan la reducción del tamaño y del peso de la maquinaria. Están diseñados para soportar la oscilación, funcionar en condiciones rigurosas e intercambiarse con rodamientos de deslizamiento. Se encuentran

---

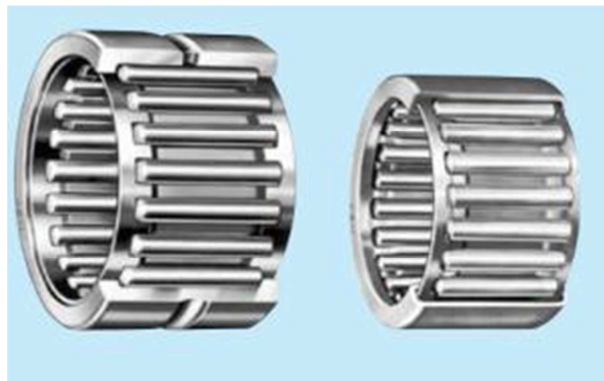
<sup>7</sup>Fuente: <http://www.grassoflores.com/Aluminio.htm>



disponibles diversos tipos de rodamientos de agujas en una amplia variedad de tamaños y de tolerancias, para una infinidad de aplicaciones.

### 2.7.9 Ventajas de los Rodamientos de Agujas

- Tamaño compacto
- Elevada capacidad de carga
- Fuerza de inercia pequeña
- Muy rígidos
- Apropriados para carga oscilatoria
- Fácil de ensamblar
- Bajo costo (especialmente el tipo Shell)



**Figura 2. 23:** Rodamientos de agujas

**Fuente:** [http://www.nskamericas.com/cps/rde/xbcr/na\\_es/Rodamientos\\_-\\_Rod.Agujas\\_\(B240-B275\).LR.pdf](http://www.nskamericas.com/cps/rde/xbcr/na_es/Rodamientos_-_Rod.Agujas_(B240-B275).LR.pdf)

### 2.7.10 Rodamientos axiales de bolas

Este tipo de rodamientos tiene las bolas alojadas en una jaula porta bolas dispuesta entre una arandela ajustada en el alojamiento del soporte y una arandela ajustada al árbol. Ambos soportes van unidos mediante un árbol interno esta remachado a los dos soportes. El ángulo de contacto es vertical, debiendo el plano de rodamiento ser perfectamente perpendicular al eje de

rotación. Estos rodamientos pueden soportar cargas axiales en un sentido; a su vez, no es apropiado para operar a elevadas velocidades. Para asegurar el guiado de las bolas en sus caminos de rodadura, deben estar sometidos permanentemente por una carga axial mínima o precarga



**Figura 2. 24:** rodadura tipo axial de bolas

**Fuente:** investigación de campo

### **2.7.11 Varilla roscada**

Una varilla roscada, se conoce como una barra relativamente larga que se coloca en ambos extremos, el hilo se puede extender a lo largo de toda la longitud de la varilla. Están diseñadas para ser utilizadas en tensión. La varilla roscada en forma de barra de acciones es utilizada en todos los subprocesos. Por lo general, total o continuamente roscada, la varilla es un perno sin cabeza menos y también se conoce como vástago, rosca o varilla T.

Se utiliza principalmente para la construcción, renovación, mantenimiento eléctrico y reparación de automóviles, la varilla roscada viene en una variedad de longitudes, diámetros, grados, materiales y con pasos de roscas derechos e izquierdos. Las varillas están disponibles en medidas de los

EE.UU. y métricas y se venden comúnmente en ferreterías, distribuidores de sujetadores y fabricantes.<sup>8</sup>

### **2.7.11.1 Tipo de rosca**

La rosca consiste en un filete helicoidal de varias espiras conformado sobre una superficie cilíndrica, cuyas formas y dimensiones permite que el filete de otras roscas se ajuste a la ranura que forma el mismo. Los tipos de rosca mayormente utilizados corresponden a la Rosca Unificada y a la Rosca Métrica, cuyas características principales se describen a continuación.

#### **2.7.11.1.1 Rosca Métrica**

El sistema de rosca métrica es una familia de pasos rosca estandarizada basada en el SI(1946). Sus ventajas incluyen la resistencia a la tracción, debido al gran ángulo del hilo de rosca. Entre sus defectos está el hecho de que según la posición de los hilos de la rosca puede perder eficacia.

Esta rosca es la del Sistema Internacional SI y posee una rosca simétrica de 60°, un entalle redondeado en la raíz de una rosca del tipo externo y un diámetro menor más grande en las roscas externas e internas. Este perfil se recomienda cuando se requiere elevada resistencia a la fatiga, existiendo en las series de Paso Basto y Paso Fino.

---

<sup>8</sup> Fuente: [http://www.ehowenespanol.com/grados-especificaciones-varillas-roscadas-info\\_223054/](http://www.ehowenespanol.com/grados-especificaciones-varillas-roscadas-info_223054/)



**Figura 2. 25:** Varilla roscada

**Fuente:**<https://shop.berner.eu/berner/es/productgroup/818172/Piezas+DIN+y+normalizadas/Tornillos+metricos+y+de+pulgada/Varilla+roscada+1+m+DIN+975+en+acero+cincado+4.6&>

### **2.7.12 Chumaceras**

La chumacera es una combinación de un rodamiento radial de bolas, sello y un alojamiento de hierro colado de alto grado o de acero prensado, suministrado de varias formas. La superficie exterior del rodamiento y la superficie interior del alojamiento son esféricas para que la unidad sea autoalineable. Algunas de sus características de diseño y ventajas están: tipo libre de mantenimiento, tipo relubricable, dispositivos de obturación, rodamientos de alta capacidad de carga nominal del rodamiento y su fácil instalación de montaje y reemplazo.

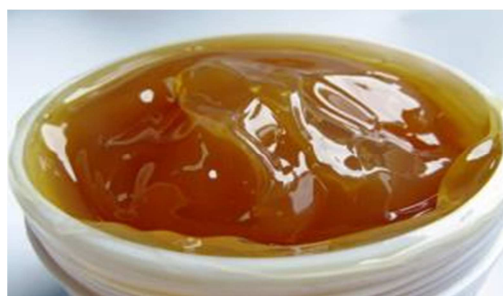


**Figura 2. 26:** chumacera STZ

**Fuente:** investigación de campo

### 2.7.13 Grasa lubricante

Se define a la grasa lubricante como una dispersión semilíquida a sólida de un agente espesante en un líquido (aceite base). Consiste en una mezcla de aceite mineral o sintético (85-90%) y un espesante. Al menos en el 90% de la grasa, el espesante es un jabón metálico, formado cuando un metal hidróxido reacciona con un ácido graso. Un ejemplo es el estearato de litio (jabón de litio).<sup>9</sup>



**Figura 2. 27:** Grasa lubricante

**Fuente:**<http://omnilubes.com/productos/fluidos-de-metal-working/grasa-nlgi.html>

---

<sup>9</sup>Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos16/grasas-lubricantes/grasas-lubricantes.shtml>

## 2.8 Herramientas

Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía (siempre y cuando se hable de herramienta material). Existen herramientas didácticas que sirven para realizar un proceso de E-A guiado para conseguir unos fines.

El término herramienta, en sentido estricto, se emplea para referirse a utensilios resistentes (hechos de diferentes materiales, pero inicialmente se materializaban en hierro como sugiere la etimología), útiles para realizar trabajos mecánicos que requieren la aplicación de una cierta fuerza física.



**Figura 2. 28:** herramientas

**Fuente:** [http://taller\\_179237.htm](http://taller_179237.htm)

### 2.8.1 Escuadra

La escuadra de comprobación es una herramienta para el trabajo en carpintería o metalistería, usada para marcar y medir una pieza de material. Consta de una paleta ancha fabricada de acero o broce y remachada a un mango de madera. El interior del mango se encuentra generalmente fijado con un listón metálico, para asegurar que la paleta quede inmóvil debidamente a 90 grados.



**Figura 2. 29:** escuadra de comprobación

**Fuente:** <http://papelyregalos.com/herramientas-para-manualidades/112-escuadra-metalica-milimetrada-.html>

### 2.8.2 Llaves mixtas

La llave mixta es una herramienta de mano para ensamble y mantenimiento de maquinaria. Esta herramienta es una barra de acero que en uno de sus extremos se ha forjado una “boca” y en el otro una “caja”, en donde se puede alojar la cabeza de una tuerca o tornillo hexagonal y hacer que gire para apretar o aflojar la tuerca o tornillo.

Se fabrican en los dos sistemas de medidas: métrico e inglés y cada extremo de esta herramienta tiene una medida única. Esto permite tener en una misma herramienta las ventajas tanto de la llave española como la de estrías.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Fuente: [http://www.dis.uia.mx/taller\\_industrial/blog/?grid\\_products=llave-mixta](http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/?grid_products=llave-mixta)

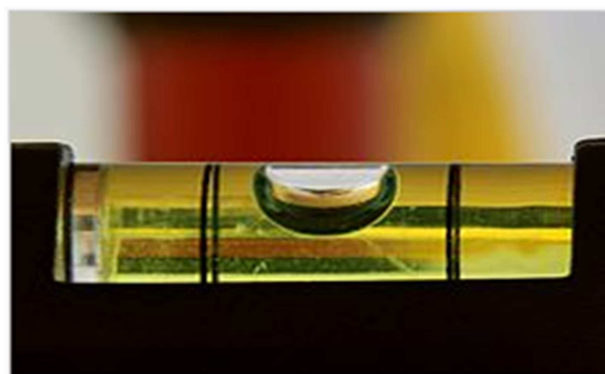


**Figura 2. 30:** llave mixta

**Fuente:** [http://www.dis.uia.mx/taller\\_industrial/blog/?grid\\_products=llave-mixta](http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/?grid_products=llave-mixta)

### 2.8.3 Nivel

Un nivel es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Existen distintos tipos y son utilizados por agrimensores, carpinteros, albañiles, herreros, trabajadores del aluminio, etc. Un nivel es un instrumento muy útil para la construcción en general e incluso para colocar un cuadro ya que la perspectiva genera errores.<sup>11</sup>



**Figura 2. 31:** detalle nivel

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel\\_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_(instrumento))

---

<sup>11</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel\\_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_(instrumento))



#### 2.8.4 Lijas

El papel de lija o simplemente lija, es una herramienta que consiste en un soporte de papel sobre el cual se adhiere algún material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril. Se usa para quitar pequeños fragmentos de material de las superficies para dejar sus caras lisas, como en el caso del detallado de maderas, a modo de preparación para pintar o barnizar.



**Figura 2. 32:** lija

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Papel\\_de\\_lija](http://es.wikipedia.org/wiki/Papel_de_lija)

#### 2.8.5 Taladro Eléctrico

El taladro es una herramienta giratoria a la que se le acopla un elemento al que hace girar y realiza el trabajo. El taladro es la máquina que mueve el elemento que realmente hace el trabajo. Por ejemplo moverá una broca para hacer agujeros y se acopla un disco o cepillo de alambre este lijará o desbastará la pieza sobre la que se use.

No solo sirve para hacer agujeros, aunque es su uso principal, también se utiliza para otros trabajos, como se verá más adelante, en función de la herramienta que se le acopla. Se considera una máquina-herramienta precisamente por qué hay que acoplarle la herramienta que hará el trabajo cuando gire.



**Figura 2. 33:** taladro

**Fuente:** <http://www.arqhys.com/construcciones/taladros-electricos.html>

### 2.8.6 Flexómetro

El flexómetro es un instrumento de medición el cual es coincido con el nombre de cinta métrica, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico.

En el exterior de esta carcasa disponen de un sistema de freno para impedir el enrollado automático de la cinta, y mantener fija alguna medida precisa de esta forma. Se suelen fabrican en longitudes comprendidas entre uno y cinco metros. La cinta metálica está subdividida en centímetros y milímetros enfrente de escala se encuentra otra escala en pulgadas.



**Figura 2. 34:** flexo metro

**Fuente:** <http://www.mildecorados.com/herramientas-necesarias-para-la-colocacion-de-papel-pintado/>

### 2.8.7 Punta de marcar

Se denomina punta de trazar a una herramienta manual de acero dulce templado que tiene la forma de una varilla redonda delgada y una punta muy afilada. Esta herramienta se utiliza básicamente para el trazado y marcado de líneas de referencias, tales como ejes de simetría, centros de taladros, o excesos de material en las piezas que hay que mecanizar, porque deja una huella imborrable durante el proceso de mecanizado. Es, pues, una especie de lápiz capaz de rayar los metales. La punta de trazar se puede incorporar a un gramil para mejorar <sup>12</sup>su eficacia.



**Figura 2. 35:** punta de marcar

**Fuente:**[http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-490048199-punzon-punta-de-marcar-automatico-herramienta-profesional-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-490048199-punzon-punta-de-marcar-automatico-herramienta-profesional-_JM)

### 2.8.8 Amoladora

Se llama amoladora a una máquina herramienta también conocida como muela, que consiste en un motor eléctrico a cuyo eje de giro se acoplan en ambos extremos discos sobre los que se realizan diversas tareas, según sea el tipo de disco que se monten en la misma.

---

<sup>12</sup> Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Punta\\_de\\_trazar](http://es.wikipedia.org/wiki/Punta_de_trazar)

Los discos de material blando y flexible, se utilizan para el pulido y abrillantado de metales mientras los de alambre se emplean para quitar las rebabas de mecanizado que puedan tener algunas piezas. También pueden ser de material abrasivo, constituidos por granos gruesos o granos finos.

Los primeros se utilizan para desbastar o matar aristas de piezas metálicas, mientras que los segundos sirven para afilar las herramientas de corte (cuchillas, brocas, etc.) También puede emplearse para cortar cerámicas. Cuando se trabaja en estas máquinas hay que adoptar diversas medidas de seguridad,

Especialmente proteger los ojos con gafas adecuadas para evitar que se incrusten partículas metálicas en los ojos.



**Figura 2. 36:** amoladora

**Fuente:**<http://www.alquileresalejandre.com/index.php/category/equipos-corte/amoladoras/>

### **2.8.9 Manómetro Regulador de Presión**

Un manómetro es un tubo; casi siempre doblado en forma de U, que contienen un líquido de peso específico conocido, cuya superficie se desplaza proporcionalmente a los cambios de presión. Los reguladores de presión de alimentación proporcionan una presión de aire constante a equipos neumáticos.



**Figura 2. 37:** regulación y control.

**Fuente:** investigación de campo

### 2.8.10 Solda

La función de un equipo de soldadura es producir un arco eléctrico o una chispa eléctrica que salte continuamente entre dos puntos, separados a una cierta distancia por medio de un electrodo.

Este arco eléctrico desarrolla tal cantidad de calor y alcanza tal temperatura que es capaz de fundir el acero, siendo esta `propiedad la que se aprovecha para realizar la soldadura. Para el soldeo eléctrico se necesitan unas máquinas especiales que proporcionan una corriente eléctrica de tención e intensidad variables.



**Figura 2. 38:** Soldadura de arco

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>

### **2.8.11 Electrodo E6013**

Electrodo celulósico de alta penetración para la soldadura de aceros al mediano y bajo carbón especialmente recomendado para soldar en todas posiciones, incluyendo la vertical descendente en pasos múltiples o sencillos, en líneas de tubería de alta y baja presión, calderas y pailería en general. Es el electrodo más recomendable para soldaduras temporales en montajes por su rápida solidificación y altas propiedades mecánicas.<sup>13</sup>

#### **2.8.11.1 Aplicaciones**

En el sector naval es usado en la construcción, reparación y mantenimiento de embarcaciones en donde se requiera una alta penetración de la soldadura. Dentro del sector petrolero es ampliamente utilizado en el tendido de líneas de tuberías de conducción de gas amargo, L.P., natural, petróleo líquido, recipientes de alta y baja presión, etc. Es ampliamente requerido en el sector metalmecánico en la reparación de dispositivos y componentes de acero al bajo carbono de maquinaria, recipientes sometidos a presión, calderas, etc.<sup>14</sup>

### **2.8.12 Pintura**

#### **2.8.12.1 Código de colores de seguridad**

A fin de estimular una conciencia de los riesgos y plantear procesos de prevención de accidentes y otros tipos de emergencias se utiliza el código de colores para resaltar la señal donde existen riesgos físicos

---

<sup>13</sup> Fuente: <http://es.scribd.com/doc/25271961/ELECTRODO-E6013>

<sup>14</sup> Fuente: Cultural S.A. Manual de mecánica industrial Edición 2002

### 2.8.12.2 Empleo de color en la industria.

Aquí se aplica la norma de OSHA 29CFR 1910.144 que es el “Código de color de seguridad para el marcado de los peligros físicos” que tiene los colores indicados de riesgos en este caso amarillo.

- **Amarillo:** Es la señal universal de precaución, peligro y sirve para llamar la atención con énfasis, se usa con mucha frecuencia para resaltar áreas de riesgo de tropezar o caer. El color amarillo combinado con negro se divisa mejor a distancia. Se señala equipo en movimiento, maquinaria pesada de construcción y transporte de materiales, como grúas, plumas, transportes aéreos, equipos de apoyo y montacargas que puedan causar lesiones. Se usa para letreros de precaución, para prevenir condiciones y actos inseguros.



**Figura 2. 39:** Proceso de pintado

**Fuente:** <http://www.las-pinturas.com/pintado.html>

Dentro del entorno productivo y previo la definición y selección del sistema de pintura, se define el proceso de pintura o pintado como el conjunto de operaciones necesarias para la aplicación de una pintura con el objetivo de satisfacer y cumplir con los requerimientos de calidad, coste, plazo y seguridad fijados previamente. El pintado o proceso de pintura conlleva una serie de operaciones que se puede agruparlas en tres grandes grupos o fases:

- Preparación de superficies
- Aplicación de la pintura
- Curado de la pintura

## 2.9 Normas de seguridad

Para la realización de todo proyecto de construcción es necesario y en cierto grado obligatorio usar un equipo de seguridad que cuide la integridad física del operario. Protección para los ojos: son elementos diseñados para la protección de los ojos, y dentro de estos se encuentran:

### 2.9.1 Faja de protección lumbar



**Figura 2.40:** Faja de protección lumbar

**Fuente:** [http://www.lenyirub.com/productos2\\_detalle.php?id=134](http://www.lenyirub.com/productos2_detalle.php?id=134)

El objetivo primordial del uso de la faja de protección lumbar es reducir y/o eliminar las lesiones en la zona lumbar, e incrementar la productividad del colaborador. Para preservar la salud del hombre y aumentar su rendimiento. El estudio anatómico designó determinados elementos de protección. Ante cualquier tipo de esfuerzo es de gran importancia tener el cinturón de



espalda o faja reguladora, que ofrece máxima protección y sensación de seguridad. Su función principal es la de apoyar la zona lumbar central con ballenas que refuerzan la columna

## **2.9.2 Protección Respiratoria.**

Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

### **2.9.2.1 Limitaciones generales de su uso.**

- Estos respiradores no suministran oxígeno.
- No los use cuando las concentraciones de los contaminantes sean peligrosas para la vida o la salud, o en atmósferas que contengan menos de 16% de oxígeno.
- No use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existe barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético.

### **2.9.2.2 Tipos de respiradores.**

- Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
- Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
- Máscaras de depósito: Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.
- Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen.



**Figura 2. 41:** protección respiratoria

**Fuente:** [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

### **2.9.3 Protección de Manos y Brazos.**

- Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.
- Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.
- No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.
- Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.

#### **2.9.3.1 Tipos de guantes.**

- Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.
- Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.

- Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.
- Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.



**Figura 2. 42:** Protección de Manos y Brazos.

**Fuente:** [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

#### **2.9.4 Protección de Pies y Piernas.**

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

##### **2.9.4.1 Tipos de calzado.**

- Para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, etc., debe dotarse de calzado de cuero con puntera de metal.
- Para trabajos eléctricos el calzado debe ser de cuero sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.
- Para trabajos en medios húmedos se usarán botas de goma con suela antideslizante.
- Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor.



**Figura 2. 43:** Protección de Pies y Piernas.

**Fuente:** [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

## 2.9.5 Ropa de Trabajo.

Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberán tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo.

### 2.9.5.1 Restricciones de Uso.

- La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.
- No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup>Fuente: [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)



**Figura 2. 44:** Ropa de Trabajo.

**Fuente:** [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

## **CAPÍTULO III**

### **3 Construcción**

Este capítulo tiene como fin describir el proceso que se siguió para la construcción de una herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de una manera secuencial, detallando cada uno de los pasos con el propósito de brindar fácil comprensión al proceso seguido.

#### **3.1 Preliminares**

La Construcción de una herramienta neumática Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J responde a una necesidad observada en los laboratorios de La Unidad de Gestión de Tecnologías.

Actualmente no existe ninguna Bead Breacker neumática en la UGT, que brinde la posibilidad de destalonar los neumáticos del avión Fairchild FH 227J que permita observar de una manera directa las características y componentes de las ruedas y neumáticos del avión y de esa manera fortalecer los conocimientos impartidos.

Así el implementar el equipo Bead Breacker neumática se logrará preparar a los futuros Tecnólogos, principales responsables del mantenimiento aeronáutico, para captar y realizar los procesos de trabajo encargados con gran precisión y calidad, que es lo que busca la Industria Aeronáutica moderna.

## **3.2 Planteamiento y estudio de alternativas**

Para realizar la construcción de una herramienta Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J se realizó una búsqueda de Bead Breackers de similares características, para este trabajo específico en manuales, que contenían la información sobre herramientas especiales o datos necesarios para su desarrollo.

De esta forma se hizo un diseño preliminar en función de las necesidades y tomando medidas de otras herramientas similares, con la ayuda de personal técnico relacionado al mantenimiento. Por todo lo expuesto la Bead Breacker neumática fue diseñada en su totalidad por el Investigador y en tal virtud se hizo estudio de alternativas y el bosquejo inicial se fue mejorando según avanzaban los trabajos.

En cuanto al uso de los materiales, éstos se utilizaron en base a un análisis dimensional y de resistencia a los esfuerzos que permitió determinar trabajar los materiales de manera eficiente, estéticamente presentable y tomando en cuenta que el manejo de la herramienta sea fácil.

### **3.2.1 Alternativas**

#### **3.2.1.1 Alternativa A**

##### **3.2.1.1.1 Bead Breacker manual**

Esta herramienta consta de una plataforma metálica y está diseñado para romper los sellos en todos los neumáticos sin cámara para aeronaves que pesen hasta 32.000 libras. Está fabricada en acero de gran espesor para ofrecer años de servicio confiable. La Bead Breacker manual es un gran ahorro de tiempo y se puede guardar fácilmente fuera del camino.



**Figura 3. 1:**Bead Breacker Manual.

**Fuente:** Investigación de Campo.

### **3.2.1.2 Alternativa B**

#### **3.2.1.2.1 Bead Breacker neumática**

Esta herramienta es parecida a la manual pero automatizada con un Sistema de activación neumática su fuerza de aplastamiento es aún más fuerte que la manual por ende es apta para neumáticos aún más grandes.



**Figura 3. 2:** Bead Breacker neumática

**Fuente:** Investigación de Campo.



### 3.2.1.3 Alternativa C

#### 3.2.1.3.1 Bead Breacker hidráulica

Ha sido especialmente diseñado para la última generación de neumáticos radiales, como los neumáticos Michelin y Bridgestone para A340-500/600, A380 y B787. Es decir esta maquinaria se la utiliza para neumáticos extremadamente grandes ya que su funcionamiento está conformado por alta presión hidráulica. Todos los pasos del proceso son controladas de forma electrohidráulica de la caja de control remoto. No hay daño en los vasos de los cojinetes o de cualquier otra parte de la rueda y el neumático.



**Figura 3. 3:** Bead Breacker hidráulica

**Fuente:** Investigación de Campo.

### 3.2.2 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se considera los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor operacional.
- Factor económico.

### 3.2.3 Selección de la mejor alternativa

Para la construcción de la Bead Breacker neumática tiene que cumplir con parámetros técnicos principalmente en cuanto al trabajo que se realiza para no tener problemas al momento de utilizarla. Para esto se tomó en cuenta las medidas de otras alternativas, que permitió obtener un tamaño adecuado de la herramienta neumática para que sea manejable y seguro al momento de destalonar los neumáticos del avión Fairchild FH 227J.

**Tabla 3. 1: Selección de Mejor Alternativa**

<b>Parámetros</b>	<b>Alternativa A Bead Breacker manual</b>	<b>Alternativa B Bead Breacker neumática</b>	<b>Alternativa C Bead Breacker hidráulica</b>
<b>Diseño</b>	4	8	5
<b>Costo</b>	6	8	3
<b>Operación</b>	5	9	9
<b>Puntuación</b>	5/10	8,3/10	5,6/10

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

La alternativa B que concierne a la construcción del equipo se considera como la opción más viable. Para la construcción de la Bead Breacker de destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J se usaran las características de la Bead Breacker neumática por su fácil adquisición de materiales, rendimiento y apropiado para este tipo de neumático.

### 3.3 Factor Económico

Es la gestión económica que se debe realizar para la construcción de la Bead Breacker neumática. Se determinó el asunto económico determinando el valor que corresponde a los costos de la construcción del equipo

analizando la utilidad que se consiguió a partir de los gastos planificados en el proyecto.

### **3.4 Requerimientos Técnicos**

La seguridad que debe garantizar la Bead Breacker neumática es muy importante para que pueda tener un correcto funcionamiento y garantizar el trabajo al momento de realizar el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J. Además se debe cumplir con los siguientes procesos de operación:

- Facilidad de transportación.
- Mantenimiento sencillo del equipo.
- Eficiente desempeño en sus funciones.
- Durabilidad de los materiales.

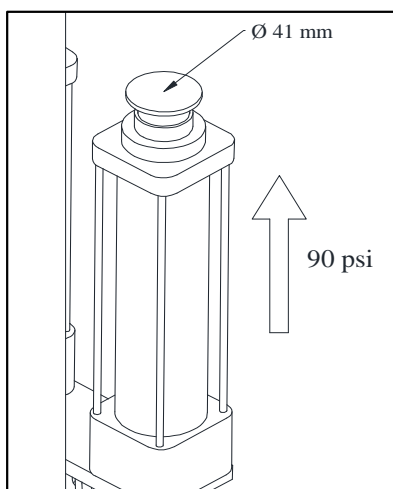
### **3.5 Orden de Construcción**

- Medición de los tubos estructurales
- Corte de la estructura metálica
- Soldadura del material
- Armado de la plataforma para el neumático
- Instalación de refuerzos para los soportes de carga superior e inferior.
- Instalación de la lámina de aluminio
- Instalación del eje para el brazo móvil
- Construcción e instalación del brazo móvil.
- Construcción de la muela de aprensión de destalonado
- Construcción e Instalación de la base de la varilla roscada
- Construcción de una base móvil para los cilindros neumáticos
- Instalación del sistema de activación neumática
- Aplicación de pintura

- Instalación de ruedas
- Instalación de tapas
- Instalación del gancho de sujeción
- Instalación de señalética
- Instalación de la plataforma giratoria

### 3.6 Cálculos Estructurales

La finalidad de los cálculos para la implementación de piezas y partes del contenedor de preservación es la de conseguir estructuras funcionales que resulten adecuadas desde el punto de vista de la resistencia de materiales. En un sentido práctico, es la aplicación de la mecánica de medios continuos para el diseño de elementos y sistemas estructurales



Para determinar la fuerza ejercida por el pistón primero realizamos las transformaciones respectivas para trabajar en unidades adecuadas así:

$$1 \text{ psi} = 6895 \text{ Pa}$$

$$90 \text{ psi} = 620550 \text{ Pa}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0,0205\text{m})^2$$

$$A = 1,32 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$\sigma = \frac{F_p}{A}$$

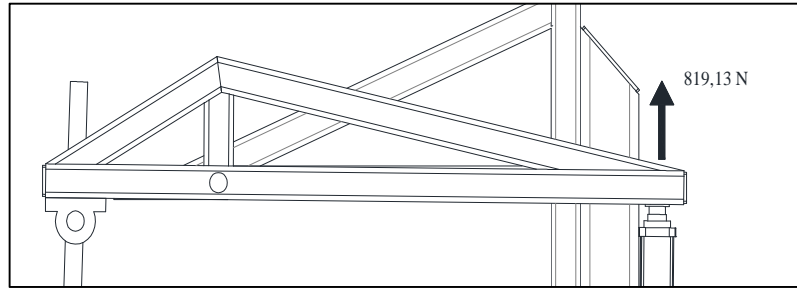
$$F_p = \sigma x A$$

$$F_p = 620550 \text{ Pa} \times 1,32 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$F_p = 819,13 \text{ N}$$

Fuerza aplicada por el pistón.

Con este valor podemos realizar el diagrama de cuerpo libre de la estructura.



Realizando el D.C.L. para encontrar las reacciones tenemos:



$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B(0,243m) + 819,13N(0,243m + 0,776m) = 0$$

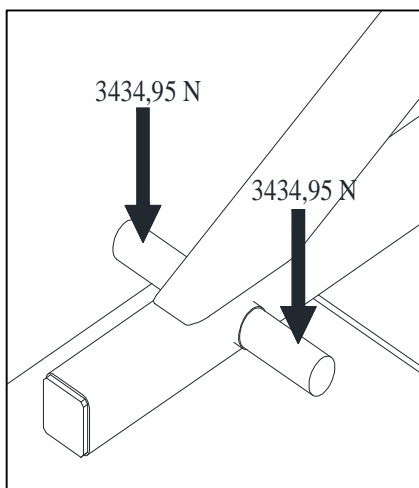
$$R_B = 3434,95N$$

Para encontrar el valor de la reacción en A se realizó una sumatoria de fuerzas:

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A - 3434,95N + 819,13N = 0$$

$$R_A = 2615,82N$$



El pasador que sostiene a los brazos está sometido a esfuerzo cortante:

$\varnothing = 30mm$  Diámetro del pasador

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0,015m)^2$$

$$A = 7,07 \times 10^{-4}m^2$$

$$\tau_B = \frac{F_B}{A}$$

$$\tau_B = \frac{3434,95N}{7,07 \times 10^{-4}m^2}$$

$\tau_B = 4858486,56 Pa$  Esfuerzo cortante aplicado en el pasador a cada lado.

Para determinar el material que se utilizaría en el pasador se escogió un acero AISI 1020 con una resistencia última de 393 MPa con este valor se determinó el esfuerzo admisible que soportaría el eje, el factor de seguridad tomado fue de 2,0.

Material AISI núm.	Condición†	Resistencia última, $s_u$		Resistencia a la cedencia, $s_y$		Porcentaje de alargamiento
		ksi	MPa	ksi	MPa	
1020	Recocido	57	393	43	296	36
1020	Laminado en caliente	65	448	48	331	36
1020	Estirado en frío	75	517	64	441	20

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_u}{n}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{393MPa}{2}$$

$$\sigma_{adm} = 196,5MPa$$

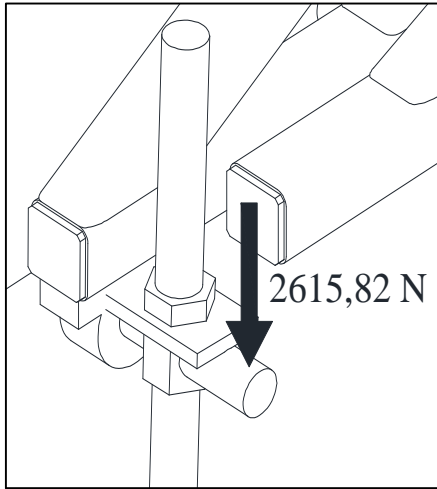
La carga admisible para este material sería:

$$F_{adm} = \sigma_{adm} \times A$$

$$F_{adm} = 196,5MPa \times 7,07 \times 10^{-4}m^2$$

$$F_{adm} = 138925,5 N > R_B = 3434,95N$$

Comparando las fuerzas aplicadas y las fuerzas admisibles de este material se comprueba que son aptas para su uso.



El pasador en el extremo del brazo se encuentra sometido a esfuerzo cortante:

$\varnothing = 30\text{mm}$  Diámetro del pasador

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0,015\text{m})^2$$

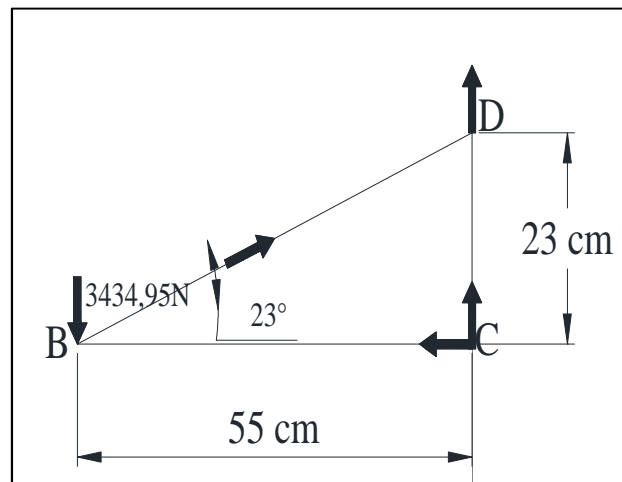
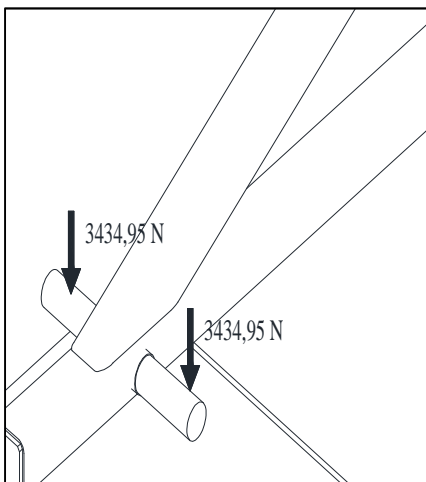
$$A = 7,07 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$\tau_A = \frac{F_A}{A}$$

$$\tau_A = \frac{2615,82\text{N}}{7,07 \times 10^{-4}\text{m}^2}$$

$\tau_A = 3699886,85 \text{ Pa}$  Esfuerzo cortante aplicado en el pasador a cada lado.

Para determinar si el acero estructural soporta las cargas a las que estará impuesta se realizaron cálculos de esfuerzo normal y esfuerzo cortante:



Las fuerzas en BD y BC se encuentran a lo largo de los componentes como se trata de un triángulo rectángulo podemos aplicar proporcionalidad entre estos:

$$h = \sqrt{(0,55\text{m})^2 + (0,23\text{m})^2}$$

$$h = 0,59\text{m}$$

$$\frac{6870}{0,23} = \frac{F_{BC}}{0,55}$$

$$F_{BC} = 16428,3N \text{ Fuerza de compresión}$$

$$\frac{F_{BD}}{0,59} = \frac{6870}{0,23}$$

$$F_{BD} = 17623,03N \text{ Fuerza de tensión}$$

Como el material utilizado es un acero estructural de resistencia a la fluencia de 270 MPa podemos calcular el esfuerzo admisible y después la carga admisible:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fluencia}}{n}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{270MPa}{2}$$

$$\sigma_{adm} = 135MPa$$

La carga admisible para este material sería:

$$F_{adm} = \sigma_{adm} \times A$$

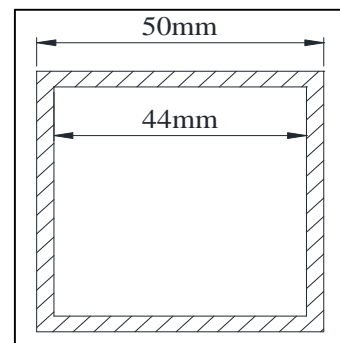
$$A = L^2 - l^2$$

$$A = (0,05m)^2 - (0,044m)^2$$

$$A = 1,089 \times 10^{-3} m^2$$

$$F_{adm} = 135MPa \times 1,089 \times 10^{-3} m^2$$

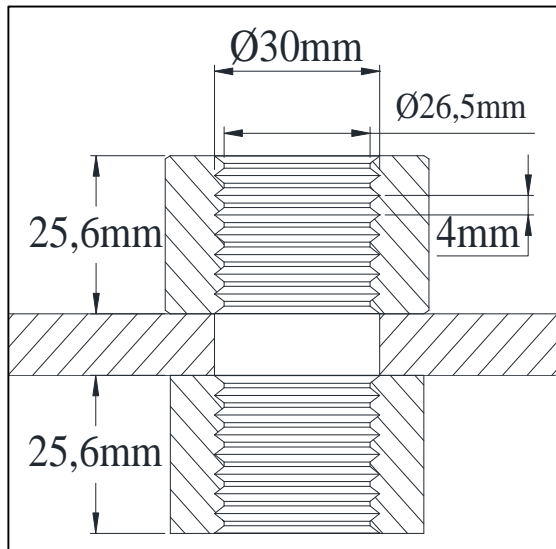
$$F_{adm} = 147015 N > F_{BC}; F_{BD}$$



En ningún caso la fuerza aplicada ha excedido a la fuerza admisible por lo cual el material puede ser usado.



Ahora calculamos el esfuerzo que soporta el perno roscado:



Las partes roscadas del perno y de la tuerca de la conexión están sometidas a cortante, ya que los filetes se encargan de transmitir la fuerza de tracción del perno.

$$\tau = \frac{2F_A}{A_T}$$

El área total de la superficie en contacto viene dada por:

$$A_T = N_f \pi d_r W_i p$$

Dónde:

$N_f$ : es el número de filetes en contacto con la tuerca

$d_r$ : diámetro menor o de raíz

$W_i$ : constante que depende del tipo de rosca

$p$ : paso de la rosca

El número de filetes del perno en contacto con la tuerca viene dado por:

$$N_f = \frac{L_T}{p}$$

Donde  $L_T$  es la longitud de la tuerca.

$$N_f = \frac{2(0,0256m)}{4 \times 10^{-4}m}$$

$$N_f = 12,8$$

$W_i$  viene dada por:

Coefficientes  $W_i$  para roscas estándar.

Tipo de filete	$W_i$
UNC/ISO	0.80
Cuadrada	0.50
Acme	0.77
Diente de sierra	0.90

$$A_T = 12,8x\pi x(0,026,5m)x0,80x(4x10^{-4}m)$$

$$A_T = 3,41x10^{-4}m^2$$

Calculando el esfuerzo cortante en los filetes:

$$\tau = \frac{6870 N}{3,41x10^{-4}m^2}$$

$$\tau = 20146627,57 Pa$$

Especificaciones SAE para pernos de acero.

Grado SAE	Intervalo de tamaños (inclusive) (in)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksi)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (MPa)	Características del acero
1	¼ a 1½	60	413	Medio o bajo carbono
2	¼ a ¾	74	510	Medio o bajo carbono
	7/8 a 1½	60	413	

El esfuerzo al que estará sometido la varilla es menor al que soporta por lo tanto puede ser utilizada.

### 3.7 Dimensionamiento y Planteamiento Estructural

Para la Construcción de la Bead Breacker neumática se tomó como referencia las dimensiones y medidas de acuerdo a los neumáticos del avión Fairchild FH 227J, detalladas en los planos. (anexo C)

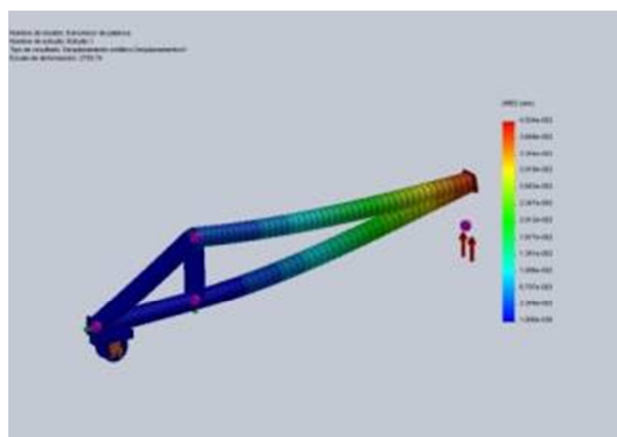


**Figura 3. 4:** estructura en solid works

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.8 Análisis de simulación computacional

Se elaboró un una simulación en computadora mediante el software Solid Works el cual brinda datos sobre la resistencia de la estructura.



**Figura 3. 5:** Representación del factor de seguridad

**Fuente:** Investigación de campo

La simulación que realiza el software da un factor de seguridad al usar acero estructural A 36 y al aplicar 500lbs de fuerza.

### 3.8.1 Simulación en solid works para la estructura principal

El cálculo para la estructura principal de soporte con 90 psi de presión en el punto de pivote

#### 3.8.1.1 Calculo de resistencia de materiales, para el ACERO ASTM A36

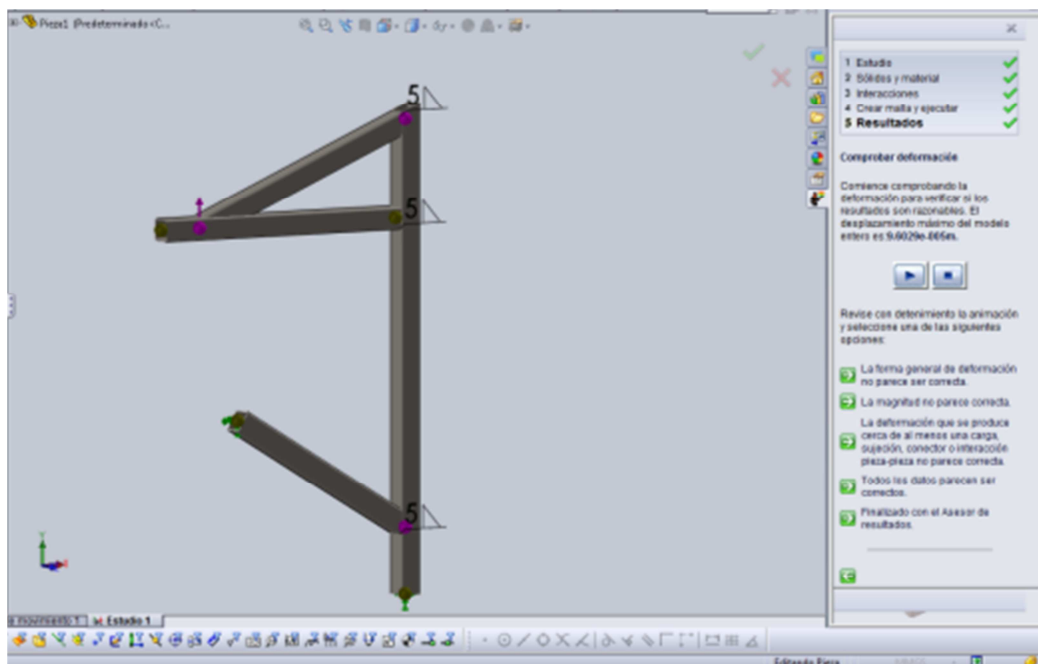
Modulo elástico  $2 \text{ e } + 011 \text{ Nm}^2$

Modulo cortante  $7,93 \text{ e } + 0,10 \text{ Nm}^2$

Limite elástico  $250 \text{ 000000 N/m}^2$

Presión  $90 \text{ psi ó } 620528,15 \text{ N/m}^2$

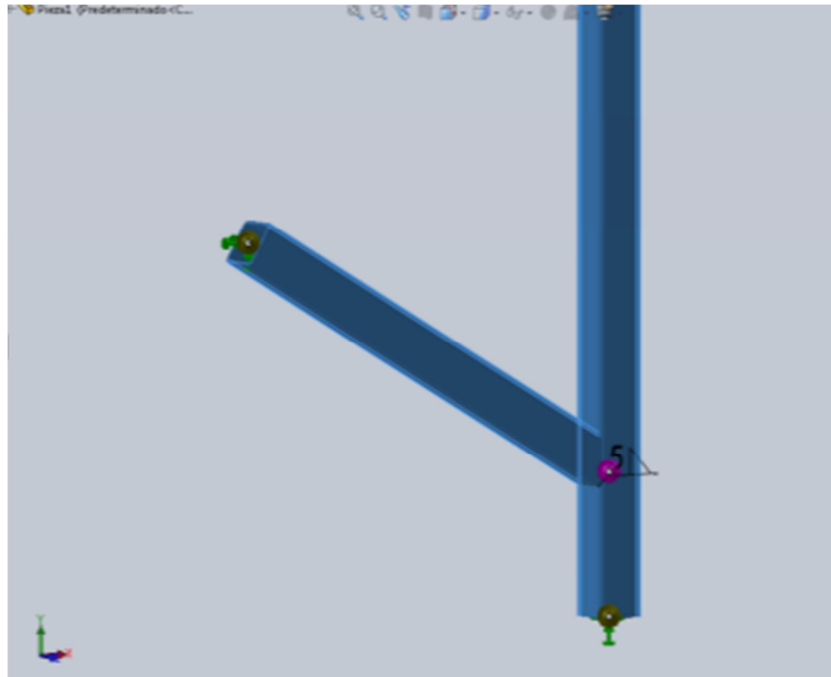
Análisis



**Figura 3. 6:** Representación del factor de limite cortante

**Fuente:** Investigación de campo

Como se observa en la imagen superior el análisis está enfocado en la barra de soporte de presión sin la barra posterior, esto con el fin de puntualizar que la barra posterior es solo para soporte de ayuda, es imperativo observar los valores máximos de esfuerzo cortante y de límite elástico, el límite elástico es la medida en donde el material ya no puede flexionarse más y se rompe, este valor para el material ASTM A 36 en límite elástico es  $250\,000\,000\text{ N/m}^2$  y el límite cortante es en donde el material se sesga o corta, este valor esta en Modulo cortante  $7,93\text{ e }+ 0,10\text{ Nm}^2$



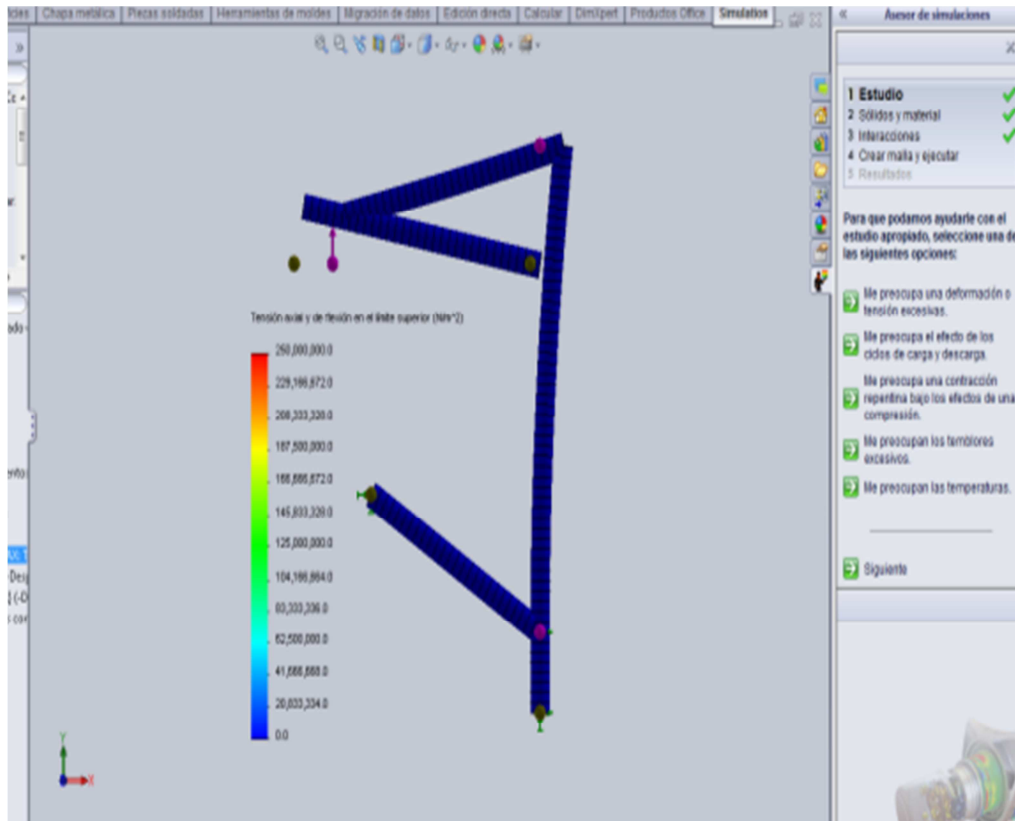
**Figura 3. 7:** Representación del factor de límite elástico (barra inferior)

**Fuente:** Investigación de campo

Como se observa en la parte inferior se colocaron las juntas de sujeción fija, y en la barra de apoyo la presión de 90 psi.

### 3.8.1.2 Análisis de tensión axial y límite elástico

Para el valor material ASTM A 36 es Límite elástico 250 000000 N/m<sup>2</sup>

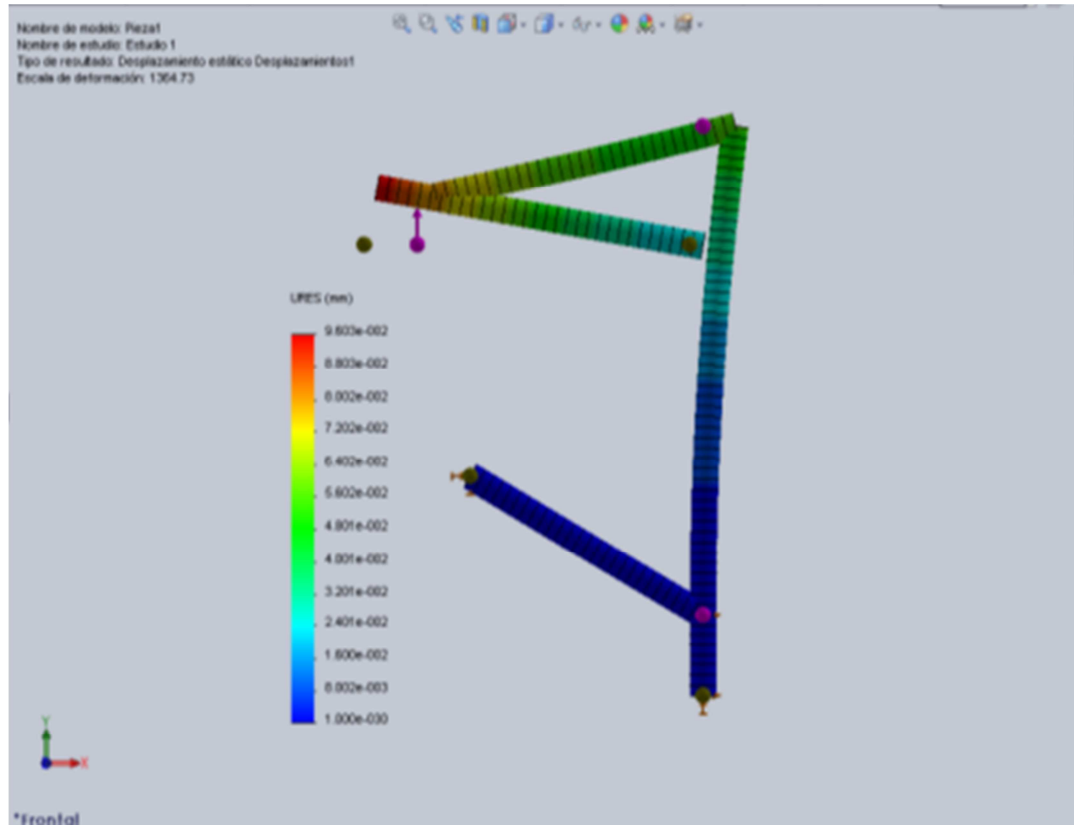


**Figura 3. 8:** Representación del factor de limite elástico

**Fuente:** Investigación de campo

Como se puede ver el limite elástico marcado en rojo esta en 250000000n/m<sup>2</sup> y el mínimo esta en cero, en la barra de cambio de color, es así que después de aplicada la fuerza se encuentra en el límite azul o límite de seguridad, muy por debajo del límite elástico, La viga después de ser aplicada la presión de 90 psi se encuentra dentro de los parámetros de uso seguro para la labor que se está acometiendo.

### 3.8.1.3 Análisis de desplazamiento y deformación

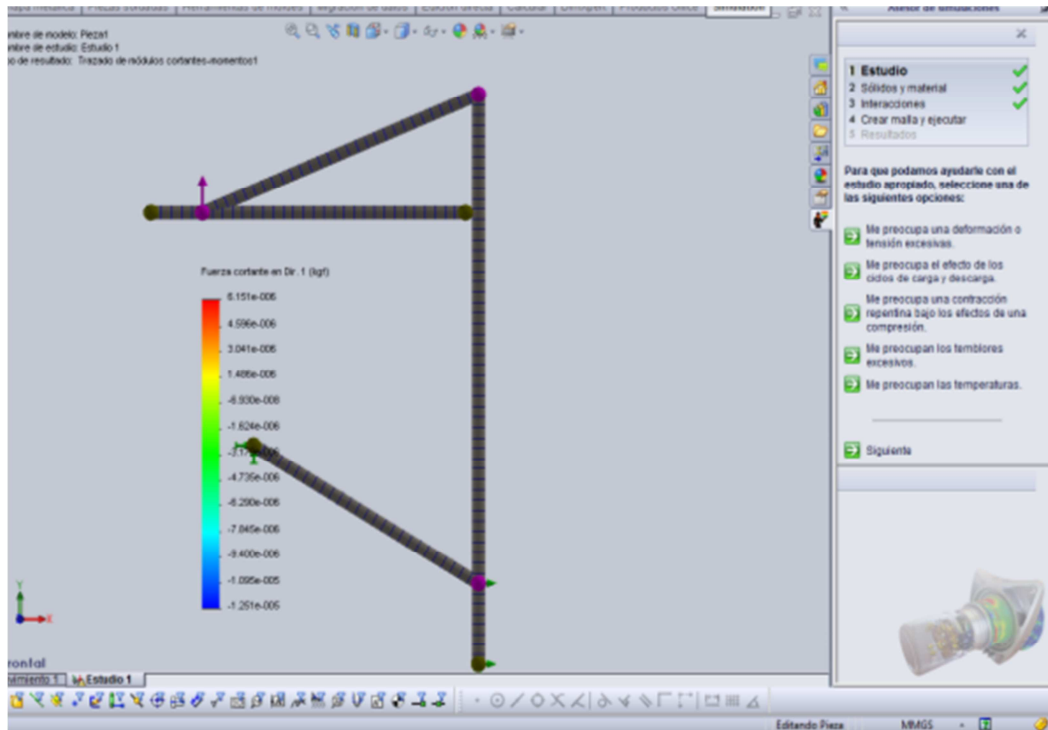


**Figura 3. 9:** Representación del factor de formación

**Fuente:** Investigación de campo

Luego de aplicar la presión el punto de estudio crítico que se encuentra en la parte roja en la viga eso es en la punta superior izquierda es justo allí que el material se deforma  $9,6 \times 10^{-3}$  mm es una cantidad menor a 1 mm, por ende es despreciable la deformación, o en otras palabras no se deforma nada porque el material es muy duro.

### 3.8.1.4 Análisis del módulo cortante



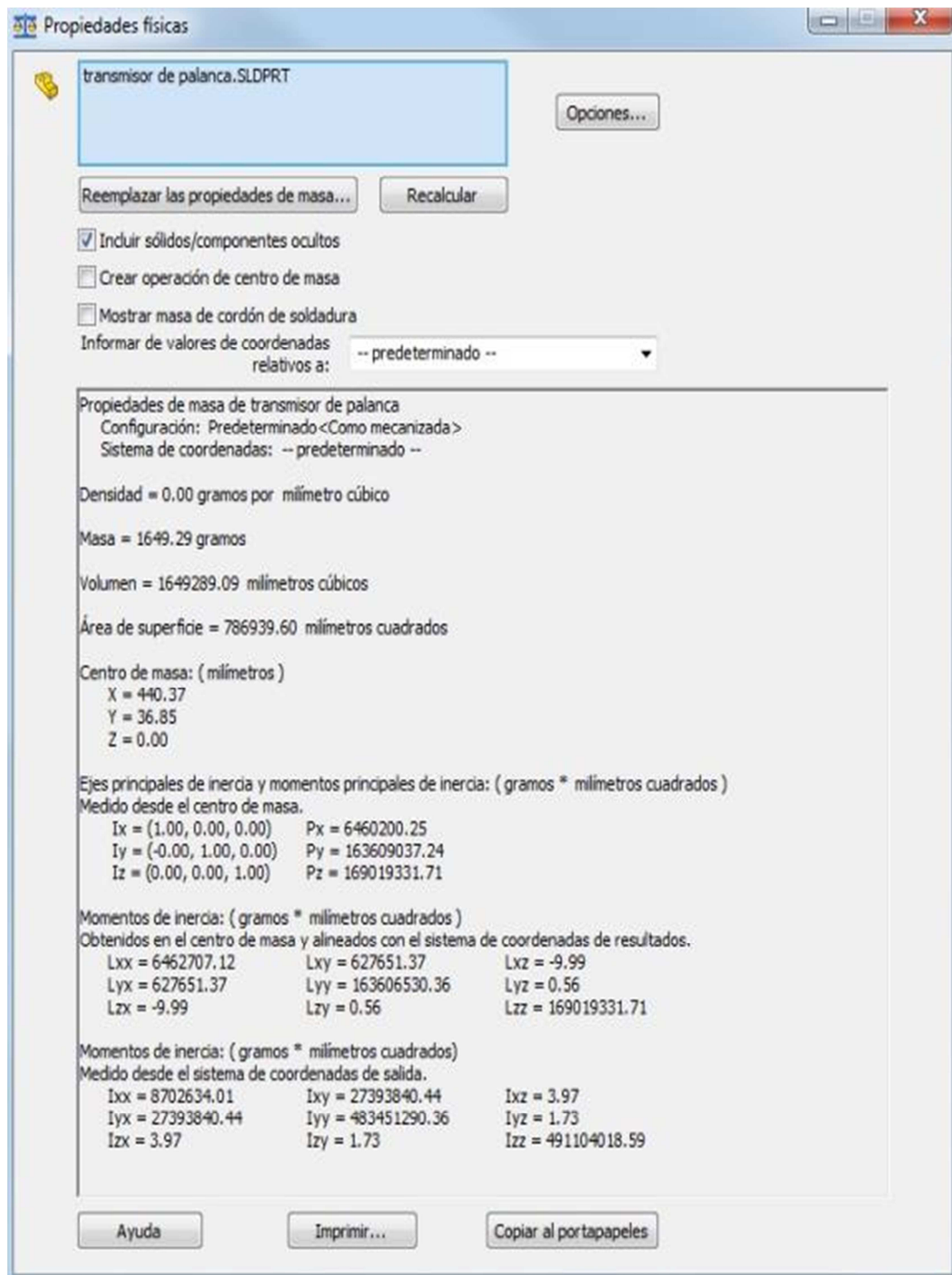
**Figura 3. 10:** Representación del módulo cortante

**Fuente:** Investigación de campo

De la misma manera se observa que la parte metálica no es afectada por el esfuerzo cortante, en conclusión la estructura de soporte físico, soporta en demasía la fuerza aplicada en la estructura



**Tabla 3. 2: Resultados solid works**



**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Investigador

### 3.9 Proceso de construcción de la estructura

Para la construcción de la estructura del mecanismo sobre la cual se acoplarán los elementos del mecanismo se consideró necesario diseñar una base a partir de un tubo de acero ASTM A36 de 75mm de diámetro, medida conveniente para adjuntar los elementos del mecanismo mediante la incrustación de pernos y soportes reforzados con suelda; el espesor del acero de la estructura es de 3 milímetros medida fundamental para manejarlo con suelda.

Mediante un estudio ergonómico se diseñó un plano de la estructura del mecanismo teniendo presente cada uno de los factores que pueden afectar al personal que manipule el equipo y posterior a ello se elaboró el equipo físico. La estructura principal está formada por tubos estructurales cuadrados de acero de 75 x75 mm y 3 mm de espesor y 50 x 50 mm y 3 mm de espesor, este material es de alta resistencia.



**Figura 3. 11:** Representación del factor de seguridad

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.9.1 Medición de los tubos estructurales.

Se procedió a medir según los planos establecidos los tubos cuadrados de 75 x75 mm y 3 mm de espesor para la construcción de la estructura principal la cual será sometida al mayor esfuerzo.

Para el ensamblaje del mecanismo fue indispensable formar la estructura necesariamente con tubo de acero al carbono con un diámetro de 75 x75 mm y 3 mm de espesor, el cual tiene la capacidad de soportar los esfuerzos producidos por el mecanismo de apriete.



**Figura 3. 12:** medición de la base estructural tubo de 75 x75 mm y 3 mm de espesor

**Fuente:** investigación de campo



**Figura 3. 13:** medición de la base estructural tubo cuadrado de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.2 Corte de la estructura metálica

Se procedió a cortar la tubería metálica con la ayuda de una amoladora incorporándole un disco de corte, guiándose del plano y las medidas ya establecidas previamente, tomando las correspondientes medidas de precaución para resguardar la integridad física de quien realizó el corte.



**Figura 3. 14:** corte del tubo cuadrado de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.3 Soldadura del material

Una vez cortado, limpiado y esmerilado los tubos, fue necesario soldar las piezas de acero que ayudarían a que la herramienta soporte la tensión a la que va a ser sometida, éste proceso se lo logra gracias a la utilización de la suelda de arco, con electrodos E6013.



**Figura 3. 15:** proceso de suelda

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.4 Armado de la plataforma para el neumático

Para el armado de la plataforma para el neumático se midió y corto los tubos cuadrados de 75 x75 mm y 3 mm de espesor y 50 x 50 mm y 3 mm de espesor pasando el más grande en grosor que fue cortado con una medida de 105cm por en medio de los demás 6 tubos pequeños que fueron medidos y cortados a una medida de 46,25cm, se procedió a soldarlos ya que estos conformaran la base donde se posara el neumático, utilizando un equipo la soldadura de arco con electrodo E6013, (ver figura 3.16).



**Figura 3. 16:** formación de la base para el neumático

**Fuente:** investigación de campo

Se realizó el armado instalando las patas, tubos cuadrados de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor y una medida de 37,5cm la base en donde se montara el neumático para el proceso de destalonado,(ver figura 3.17).



**Figura 3. 17:** base para el neumático con patas

**Fuente:** investigación de campo

La instalación de los bordes de la plataforma fueron indispensables para completar la misma se soldó con electrodo E 6013, tubos cuadrados de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor y una medida de 42,5cm, (ver figura 3.18).



**Figura 3. 18:** base para el neumático soldada

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.5 Instalación de la viga principal y soportes de carga**

La viga principal consta de dos tubos cuadrados del mismo tamaño de 75 x75 mm y 3 mm de espesor a una medida de 130 cm y otra a 122cm que servirá como refuerzo, esta viga será la que soporte todo el esfuerzo del destalonado, se procedió a unirlo y soldarlo a la plataforma de reposo del neumático (soporte de carga inferior) a 35cm de la parte inferior de la viga principal.



**Figura 3. 19:** viga principal unida a la base

**Fuente:** investigación de campo

La plataforma no solo sirve como base sino que tiene como propósito también el de servir como soporte de la carga en pleno proceso de destalonamiento, así que se le instaló una viga en la parte superior la cual será la que soporte el brazo móvil (soporte de carga superior) a 28cm de la parte superior de la viga principal que brindará la carga para el proceso de destalonado. Este soporte tendrá la misión de alojar a los brazos móviles que darán el apriete para la tarea en cuestión, tiene una medida de 75 x75 mm y 3 mm de espesor con de 60cm de largo.

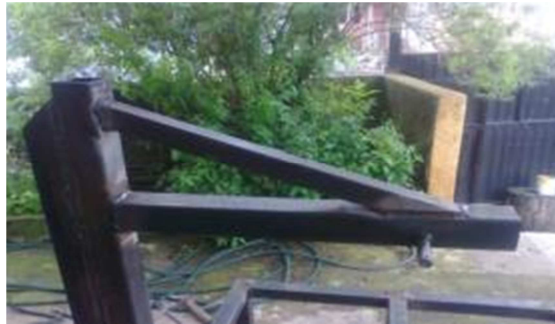


**Figura 3. 20:** partes unidas

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.6 Instalación de refuerzos para los soportes de carga superior e inferior.**

Estos refuerzos se consideran necesarios para un buen desempeño de la herramienta, con tubos cuadrados de un tamaño de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor se los instalara tanto en los soportes superior como inferior.



**Figura 3. 21:** refuerzo parte superior

**Fuente:** investigación de campo



**Figura 3. 22:** refuerzo parte inferior

**Fuente:** investigación de campo

Al terminar de instalar los refuerzos la estructura termina siendo más fuerte según el diseño aplicado para someterse al proceso de destalonamiento (ver Figura 3.23)



**Figura 3. 23:** estructura principal

**Fuente:** investigación de campo



### 3.9.7 Instalación de la lámina de aluminio

Para completar la plataforma del neumático se instaló una lámina de aluminio tomando las medidas establecidas para realizar el corte de la plancha de aluminio. La lamina que se va a utilizar como base de reposo para el neumático, es de un espesor de 3mm. Esta lamina de aluminio se la empleo como recubrimiento además de las siguientes razones.

- Liviano
- Buen Acabado
- Mejor presentación
- Más durabilidad
- Más elegante



**Figura 3. 24:** lamina de aluminio sobre la base para el neumático

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.8 Instalación del eje para el brazo móvil

Este eje se lo mecanizó en el torno con una barra de 21mm de diámetro y 25.5cm de largo en acero al carbono la cual atraviesa el tubo cuadrado de 75 x75 mm y 3 mm de espesor soldándolo en su interior, conformara el eje del brazo móvil y se le instalo dos bocines a cada lado para evitar que el brazo recorra horizontalmente, también se lo perforo dos agujeros a 1cm de cada punta para instalar un pasador, esto evitará que los brazos móviles se salgan.



**Figura 3. 25:** eje para el brazo móvil

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.9 Construcción e instalación del brazo móvil.**

Esta estructura se la construyo con el propósito de brindar el movimiento vertical que proporcionara el apriete necesario para el proceso de destalonamiento. Se la construyo en tubos de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor, se conforma de un tubo principal, dos de refuerzo en su parte superior y un pequeño tubo en medio de la parte más pronunciada de la estructura, este brinda solides a la pieza, se lo soldó con electrodos E6013, es provisto de agujero en cada extremo para la instalación de los componentes como la base de la varilla roscada.



**Figura 3. 26:** brazo móvil construido

**Fuente:** investigación de campo

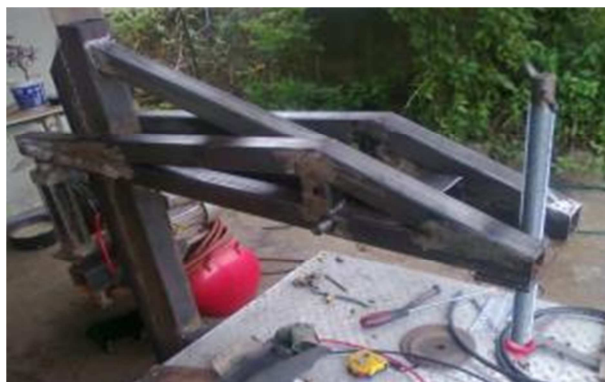
Ya que estos brazos darán movimiento estarán provistos por rodamientos tipo agujas. Para la utilización de los rodamientos se hizo un agujero de la medida del diámetro exterior del rodamiento para colocarlo en el interior del tubo principal del brazo para que así el rodamiento quede fijo.



**Figura 3. 27:** rodamientos tipo agujas

**Fuente:** investigación de campo

Esta estructura viene en par, una a cada lado del soporte de carga superior, conformando dos brazos que soportan las bases del tornillo ajustable para el destalonamiento.



**Figura 3. 28:** brazos móviles

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.10 Construcción de la muela de aprensión de destalonado**

La muela de aprensión fue construida mediante acero al carbono soldados con electrodos E6013.



**Figura 3. 29:** ubicación de las partes para ensamblaje de la muela

**Fuente:** investigación de campo

En esta muela se incorporó una pequeña base para el rodamiento tipo axial de bolas que servirá para dar movilidad a la varilla roscada en el momento de su ajuste y una chumacera que brindara estabilidad entre la muela y la varilla roscada evitando que se salga de su lugar.



**Figura 3. 30:** muela de aprensión ensamblada

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.11 Construcción e Instalación de la base de la varilla roscada**

Se optó por la varilla roscada por el desempeño que esta brindara al ajuste del neumático en la práctica, la varilla tiene un diámetro de 3cm y largo de 50cm, también tiene un paso de 4mm y altura de la rosca de 3mm de espesor.



**Figura 3. 31:** base y varilla roscada

**Fuente:** investigación de campo

Se cortó una platina de acero al carbono de 9mm de grosor al que se le hizo un agujero de 4cm de diámetro para soldarle en la parte superior e inferior de la misma una tuerca acorde para el roscado de la varilla a cada lado con suelda eléctrica y electrodos E6013. En la cual se le adiciono un par de ejes a los costados para que permita movimiento ya que ira instalado en las chumaceras que se colocaron previamente en los brazos móviles.



**Figura 3. 32:** base de la varilla roscada

**Fuente:** investigación de campo

Gracias a este elemento no solo se podrá realizar el proceso de destalonado de neumáticos medianos sino también de pequeños por su alcance al regular mediante el tornillo al que previamente se le incorporo un pasador en la punta superior para su control.



**Figura 3. 33:** pasador de la varilla roscada

**Fuente:** investigación de campo

La base de la varilla roscada se la instalo en el extremo delantero de los brazos mediante dos chumaceras que previamente fueron instaladas a cada lado mediante pernos.



**Figura 3. 34:** base instalada

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.12 Construcción de una base móvil para los cilindros neumáticos

La construcción fue hecha por una base fija y una base móvil unidas por una bisagra de alta resistencia. Para la base fija se cortó un tubo cuadrado de 75 x75 mm y 3 mm de espesor de 25cm de largo en un extremo se le soldó una bisagra a 1.5cm de una esquina y sobre esta se soldó una platina de acero al carbono de 1cm de grosor y de 20x7.5cm de área. A la que previamente se le hizo ocho agujeros para instalar los cilindros neumáticos.



**Figura 3. 35:** base de los actuadores

**Fuente:** investigación de campo

Esta base móvil que servirá para dar una libertad de movimiento a los cilindros para evitar remordimientos al activarlos por la acción de trayectoria curva a la que se someterán.

### 3.9.13 Instalación del sistema de activación neumática

Los actuadores neumáticos se los considera muy importantes porque le da movimiento a la herramienta y da apriete necesario, los cilindros que se utilizaron son de 5 cm de diámetro, son de doble acción con 29cm de altura y 48cm extendido accionado por aire comprimido que se transfiere desde el compresor hasta la válvula de accionamiento por medio de mangueras. Son

de doble efecto quiere decir que se activara y desactivara según se requiera. Se los sujeta por la parte inferior de los mismos con cuatro pernos en cada uno. En la parte superior en los vástagos extensibles se sujetan los brazos móviles.



**Figura 3. 36:** actuadores neumáticos

**Fuente:** investigación de campo

Avanzando en la construcción se implementó las mangueras de  $\frac{1}{4}$ plg de diámetro para la transferencia de aire. Se utilizó mangueras flexibles compuestas de poliuretano, diseño que permite soportar altas presiones de aire, presión de hasta 500 PSI, suficiente para resistir la presión que genera el compresor al conducir el aire desde el compresor a los cilindros neumáticos.





**Figura 3. 37:** instalación de mangueras neumáticas

**Fuente:** investigación de campo

La válvula que se utilizó es una de 3 vías y 2 posiciones la cual activa el movimiento de los cilindros neumáticos, esta válvula es tipo pulsador. Las uniones que se adquirieron son de rápida y fácil instalación en el mecanismo para adaptarlas a la mangueras de presión neumática, uniéndolas entre cada uno de los componentes del mecanismo que deban ser enlazados mediante las mangueras que soportan las fuerzas con las que se dirige el aire.

El diseño de los acoples cuenta con unos anillos y un pequeño balín que oprimen fuertemente la manguera mediante una tuerca fijándolos en ambos extremos, haciendo la unión firme, además de que el cuerpo de la carcasa llena perfectamente el espacio de la ranura impidiendo el movimiento de la manguera.



**Figura 3. 38:** instalación de válvula

**Fuente:** investigación de campo

Ya instalada la válvula se procedió a instalar el manómetro con regulador incorporado. El manómetro tiene medida en psi y bar, el regulador cierra cuando esta toda la rosca aflojada y abre el paso al aire cuando está ajustado es su totalidad.



**Figura 3. 39:** instalación de válvula

**Fuente:** investigación de campo

#### **3.9.14 Aplicación de pintura**

Previo a la aplicación de pintura se realizó un proceso de lijado en toda la estructura y después una limpieza completa con desengrasante y tiñer luego se procedió a aplicar la primera capa de pintura utilizando fondo anticorrosivo de color verde que ayudara a evitar la corrosión.



**Figura 3. 40:** aplicación de fondo verde

**Fuente:** investigación de campo

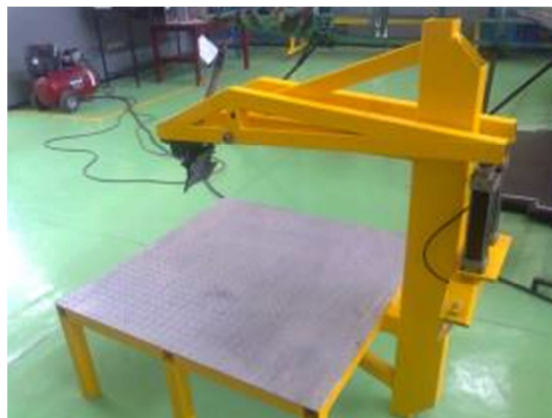
Después en la capa final se utilizó pintura de color amarillo dándole tres capas de color para intensificar el acabado, para apegarse al color que tiene como norma de seguridad.



**Figura 3. 41:** aplicación de la pintura amarilla

**Fuente:** investigación de campo

Se utilizó pintura que permita identificar la estructura para seguridad de los operarios. Se detalla también las herramientas, equipos, máquinas empleadas para el desarrollo del proyecto, con el fin de poder interpretar de una mejor manera los procesos de fabricación ver los planos en el (Anexo C).



**Figura 3. 42:** maquina armada

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.15 Instalación de ruedas

Las ruedas son metálicas y cada una soporta 80kg de peso. Instaladas en cada pata de la máquina de destalonamiento, son en total 7, 2 fijas y 5 móviles, dotadas de un pasador de seguridad y unos agujeros para así frenar 4 de las ruedas también se las soldó a una base que tiene como propósito sujetarse a las patas de tal manera que no se saldrán de ellas.



**Figura 3. 43:** ruedas en cada pata de la herramienta

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.16 Instalación de tapas

Las tapas están construidas en lata de platino inoxidable tomando la forma del agujero a cubrir y pintado de amarillo, fueron hechas para cubrir los agujeros que estaban a la vista y para evitar que cualquier objeto entren en ellos.



**Figura 3. 44:** vista de tapas

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.17 Instalación del gancho de sujeción

El gancho de sujeción se instaló para sujetar el tornillo de ajuste que tiende a tener un movimiento excesivo por las chumaceras y el peso de la muela de sujeción cuando no está operando que podría causar un percance al operador mientras acomoda el neumático, se lo construyó con un tubo de  $\frac{3}{4}$ plg de hierro común y de un espesor de 1mm.



**Figura 3. 45:** gancho de sujeción

**Fuente:** investigación de campo

### 3.9.18 Instalación de señalética

La señalética tiene como objetivo informar al usuario acerca de los posibles riesgos del su uso de la maquina Bead Breacker, con imágenes de uso obligatorio, aviso de personal autorizado, aviso de peligro y la placa de identificación con el logo respectivo los cuales se los adhirió con cinta doble face. Además de la pintura de seguridad que está conformada por rayas de color negra en la pintura amarilla en el extremo de ambos brazos móviles.



**Figura 3. 46:** señalética

**Fuente:** investigación de campo

Y rayas amarillas en la pintura negra en la muela de aprensión.



**Figura 3. 47:** aplicación de la pintura amarilla en pintura negra

**Fuente:** investigación de campo

### **3.9.19 Instalación de la plataforma giratoria**

La plataforma giratoria se construyó con el propósito de dar giro libre al neumático mientras se realiza la operación de destalonamiento. Se conforma de dos láminas circulares de 4 mm de grosor y 75 cm de diámetro. Una con conexión de 5 mm y otra con conexión de 10 mm. Se las monto por sus lados convexos y entre el montaje se impregno de grasa lubricante para que gire con facilidad y tenga resistencia al peso del neumático.



**Figura 3. 48:** plataforma giratoria instalada

**Fuente:** investigación de campo

### 3.10 Codificación de máquinas, herramientas y equipos

**Tabla 3. 3: Codificación de Maquinas.**

<b>N°</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	Soldadora eléctrica	Century MFG 220V	M1
<b>2</b>	Torno	Paralelo 1.5 M Volteo De 60mm	M2
<b>3</b>	Amoladora	Dewalt110V	M3
<b>4</b>	Taladro manual	Perles 110V	M4
<b>5</b>	Compresor de aire	PS-U300 225A 110V/220V	M5

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

**Tabla 3. 4: Codificación de Herramientas.**

<b>Nº</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Marcador de metal	H1
2	Estilete	H2
3	Sierra manual	H3
4	Llaves de ajuste	H4
5	Llaves hexagonales	H5
6	Nivel	H6
7	Escuadras	H7
8	Flexómetro	H8
9	Pistola Aero gráfica	H9
10	Grasero	H10
11	Calibrador pie de rey	H11
12	Martillo	H12
13	Prensa	H13
14	Remachadora	H14
15	Brocas 3/16	H15
16	Discos de corte	H16
17	Discos de desbaste	H17
18	Brocha	H18
19	Portalijas	H19
20	Waipe	H20

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.



**Tabla 3. 5: Codificación de Materiales.**

<b>Nº</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Remaches	M5
2	Tubo de acero 2x3	M6
3	Tubo de acero 3x3	M7
4	Lija	M8
5	Pintura	M9
6	Arandelas	M10
7	Electrodos	M11
8	Fondo anticorrosivo	M12
9	Mangueras de aire	M13
10	Tiñer	M14
11	Acoples 1/4	M15
12	Tuercas	M16
13	Lps inhibidor de corrosión	M17
14	Pasadores	M18
15	Pernos	M19
16	Barra de acero de 21 mm de diámetro	M20
17	Chumaceras	M21
18	Varilla roscada	M22
19	Rodamiento tipo de agujas	M23
20	Rodamiento axial de bolas	M24
21	Platina de acero	M25
22	Lamina de aluminio	M26
23	Grasa lubricante	M27
24	Platina de acero	M28
25	Barra de acero de 1plg de	M29

	diámetro	
<b>26</b>	Bisagra industrial	M30

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

**Tabla 3. 6: Especificaciones de Construcción y Montaje.**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>MATERIAL</b>
<b>1</b>	Medición de los tubos		1-7-8-11	2-3
<b>2</b>	Corte de los tubos	3	3-16	2-3
<b>3</b>	Soldadura de la estructura	1	12-13-17	2-3-7
<b>4</b>	Armado de la plataforma para el neumático	1-3	12-13	2-3
<b>5</b>	Instalación de la viga principal	1-3	12-13	3
<b>6</b>	Instalación de soportes de carga	1-3	12-13-6	2-3
<b>7</b>	Instalación de los refuerzos	1-3	12-13	2
<b>8</b>	Instalación de la lámina de aluminio	4	18-15-14	1-22-13
<b>9</b>	Construcción e instalación del brazo móvil		12-13-16	2-19-23
<b>10</b>	Instalación del eje para el brazo móvil	1-2-3-4	15-7-16	16-23-14
<b>11</b>	Construcción de la muela de aprensión	1-3	16-13-12	21-24-20- 17-12-6-15
<b>12</b>	Construcción e Instalación de la base de la varilla roscada	1-2-3	16-15-8-13	21-24-25- 20-17-18
<b>13</b>	Construcción de una base móvil para los cilindros	1-2-3	13-12-16-8	21-26-24- 23-3-15





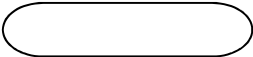
<b>14</b>	Instalación del sistema de activación neumática	4-5	4-5-7-6	9-11
<b>15</b>	lijado		19	4
<b>16</b>	limpieza		20	10
<b>17</b>	Aplicación de pintura	5	9	5-8-10

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

### 3.11 Diagramas de proceso.

Tabla 3. 7: Simbología del proceso

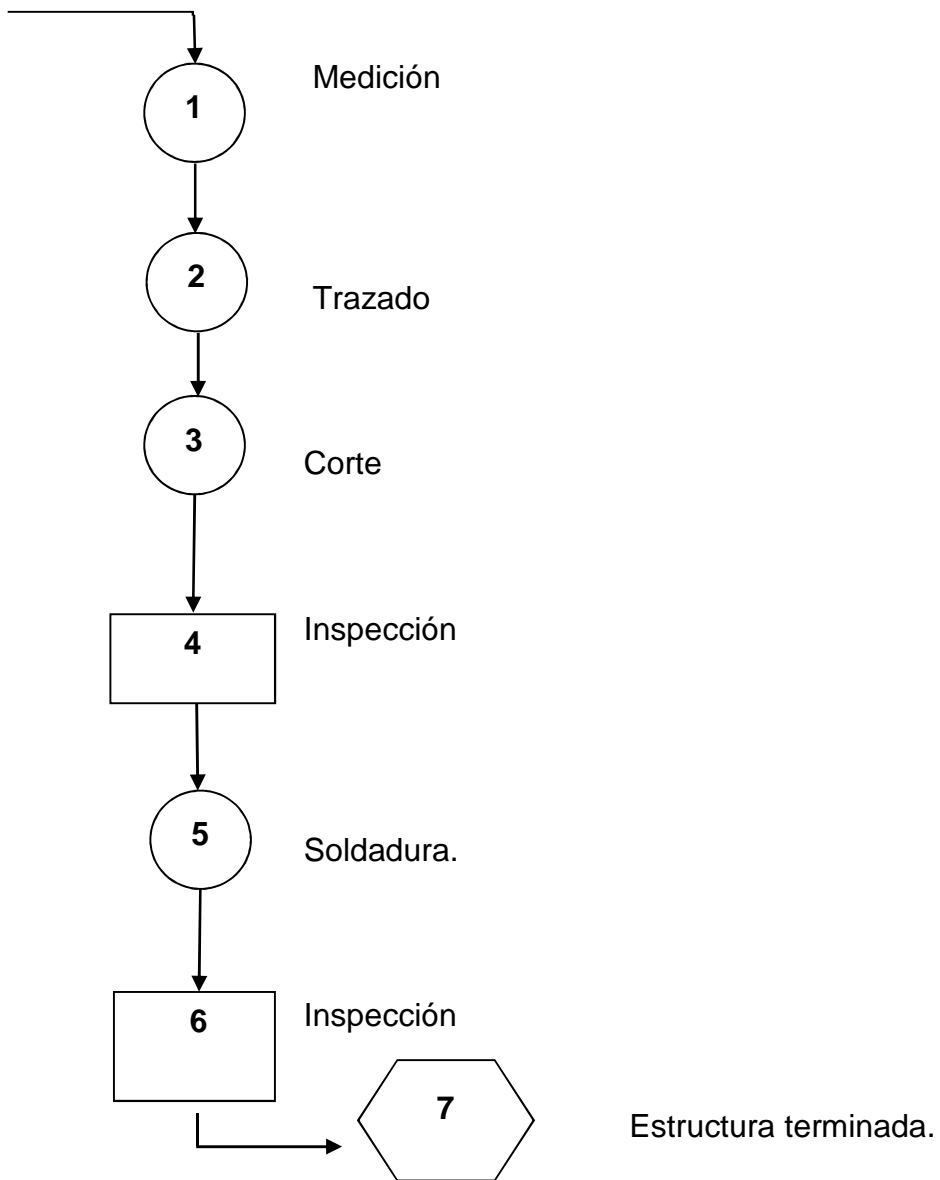
SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN
	Proceso
	Inspección
	ensamblado
	Conectores
	Proceso terminado

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Jairo Moromenacho

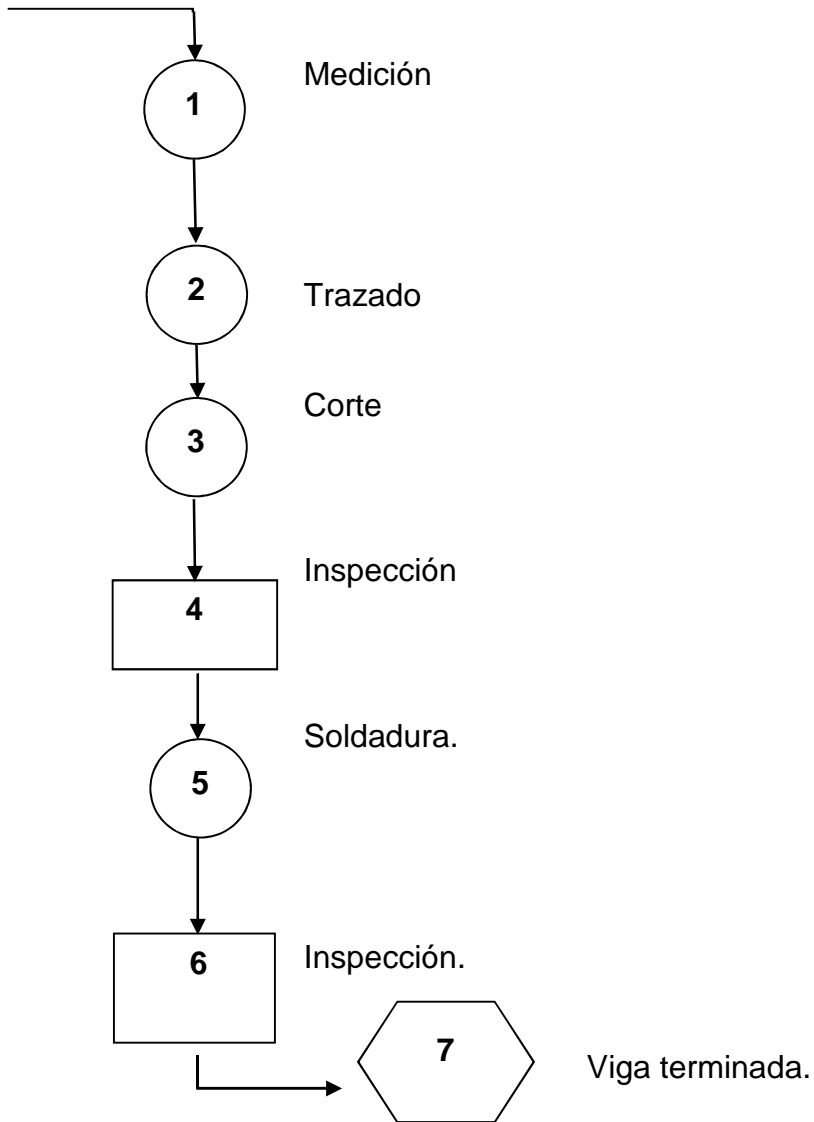
### 3.11.1 Diagrama de procesos para la construcción de la plataforma para el neumático (soporte de carga inferior).

Tubo cuadrado de acero al carbono de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor



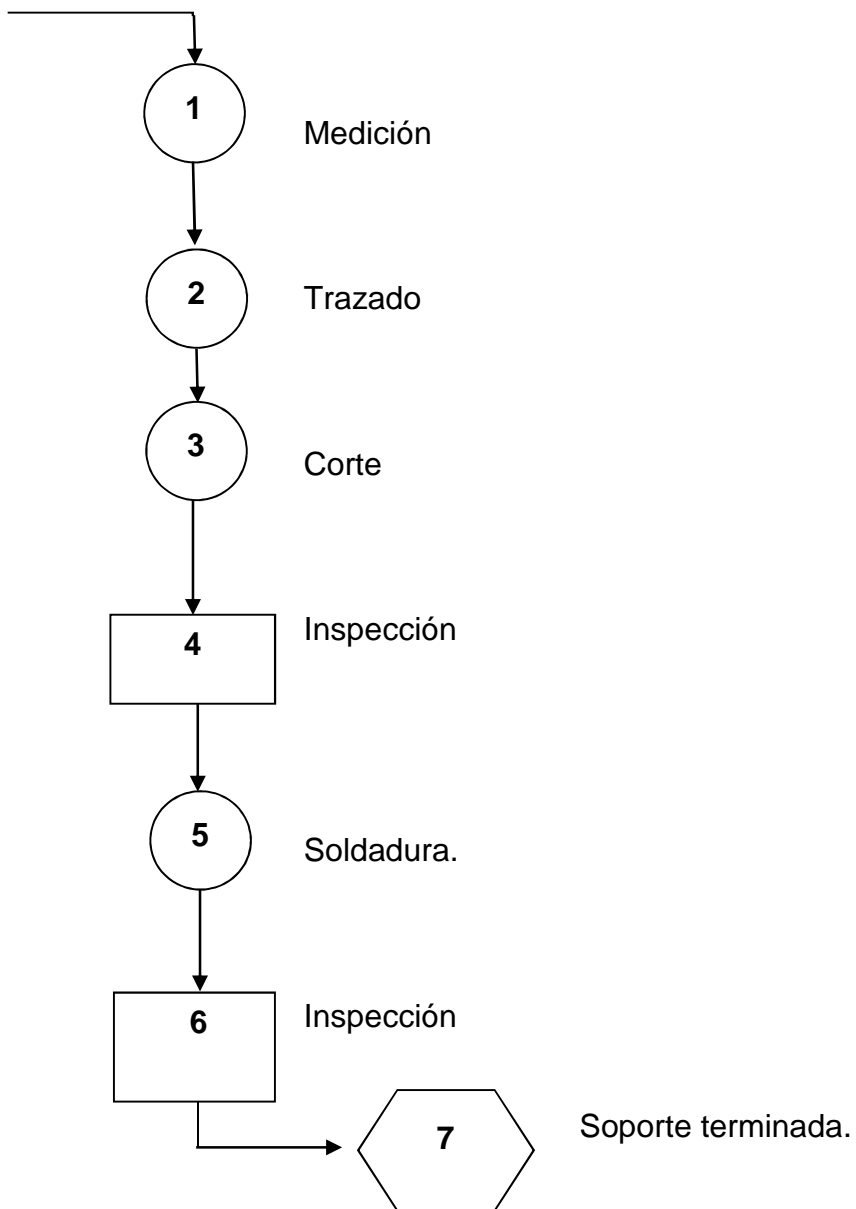
### 3.11.2 Diagrama de procesos para la construcción de viga principal.

Tubo cuadrado de acero al carbono de 75 x 75 mm y 3 mm de espesor



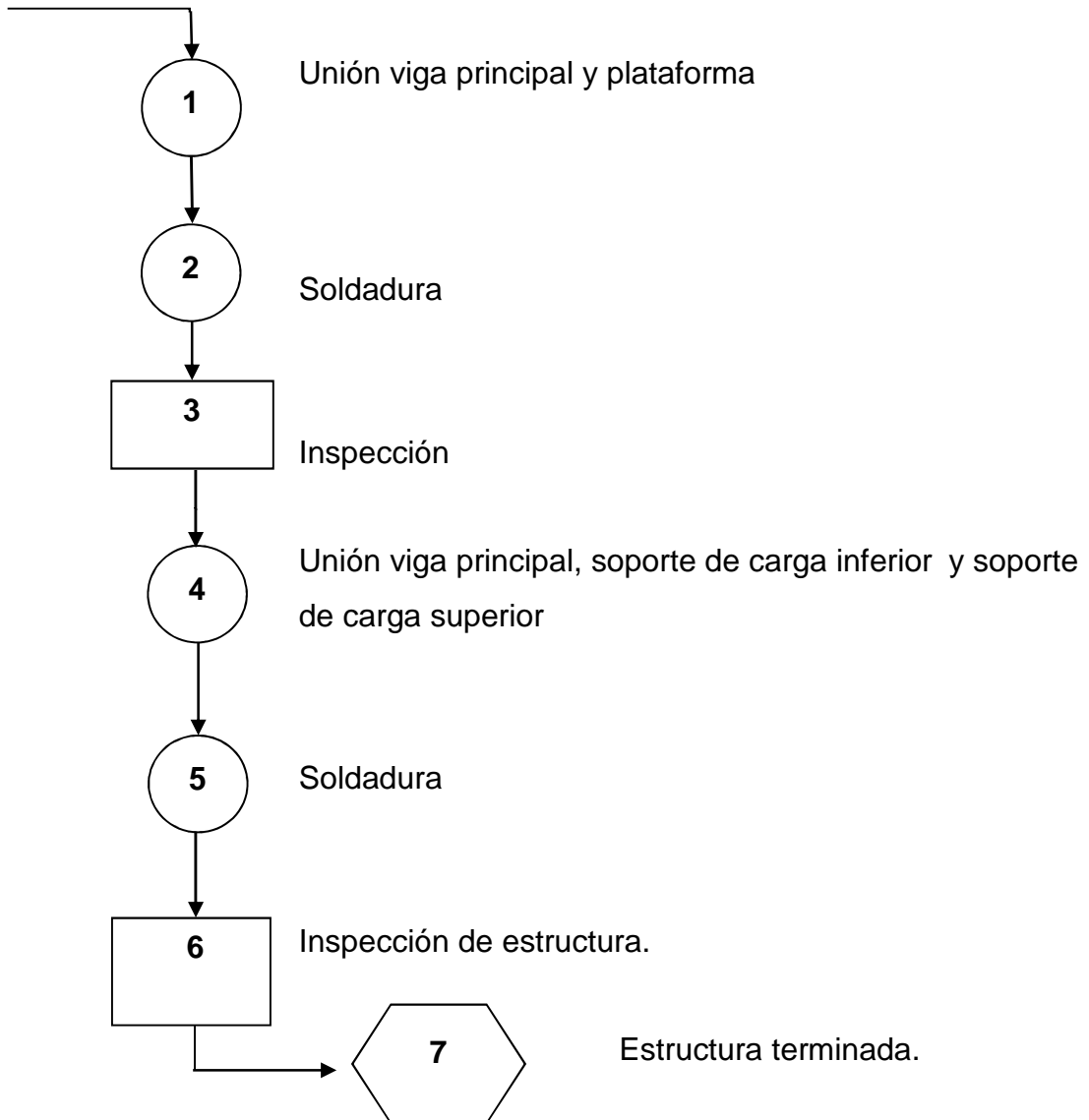
### 3.11.3 Diagrama de procesos para la construcción del soporte de carga superior.

Tubo de acero al carbono de 75 x75 mm y 3 mm de espesor



### 3.11.4 Diagrama de procesos para la unión entre el soporte de carga superior, inferior y viga principal.

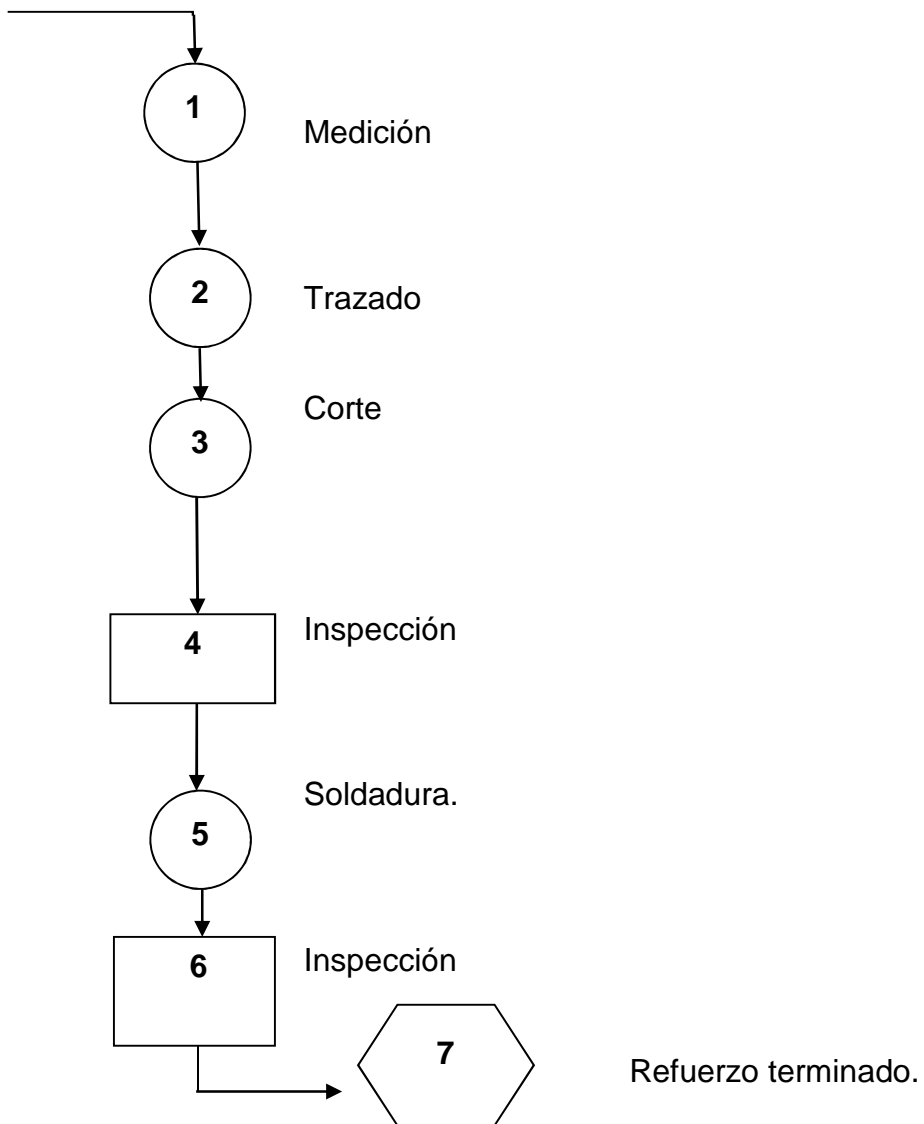
Tubo de acero al carbono 75 x75 mm y 3 mm de espesor





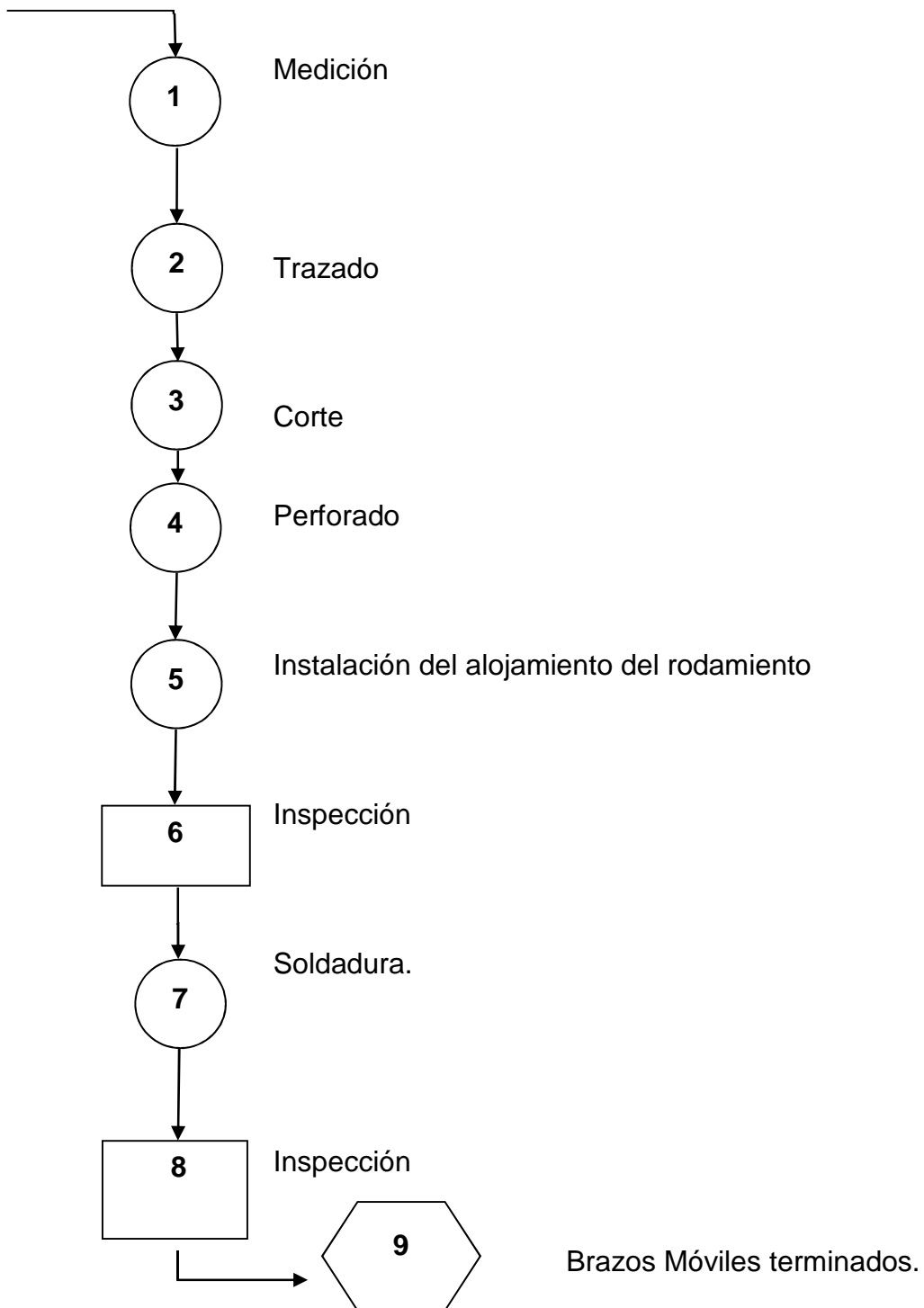
### 3.11.5 Diagrama de procesos para la construcción de los refuerzos para el soporte de carga superior e inferior

Tubo de acero al carbono de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor



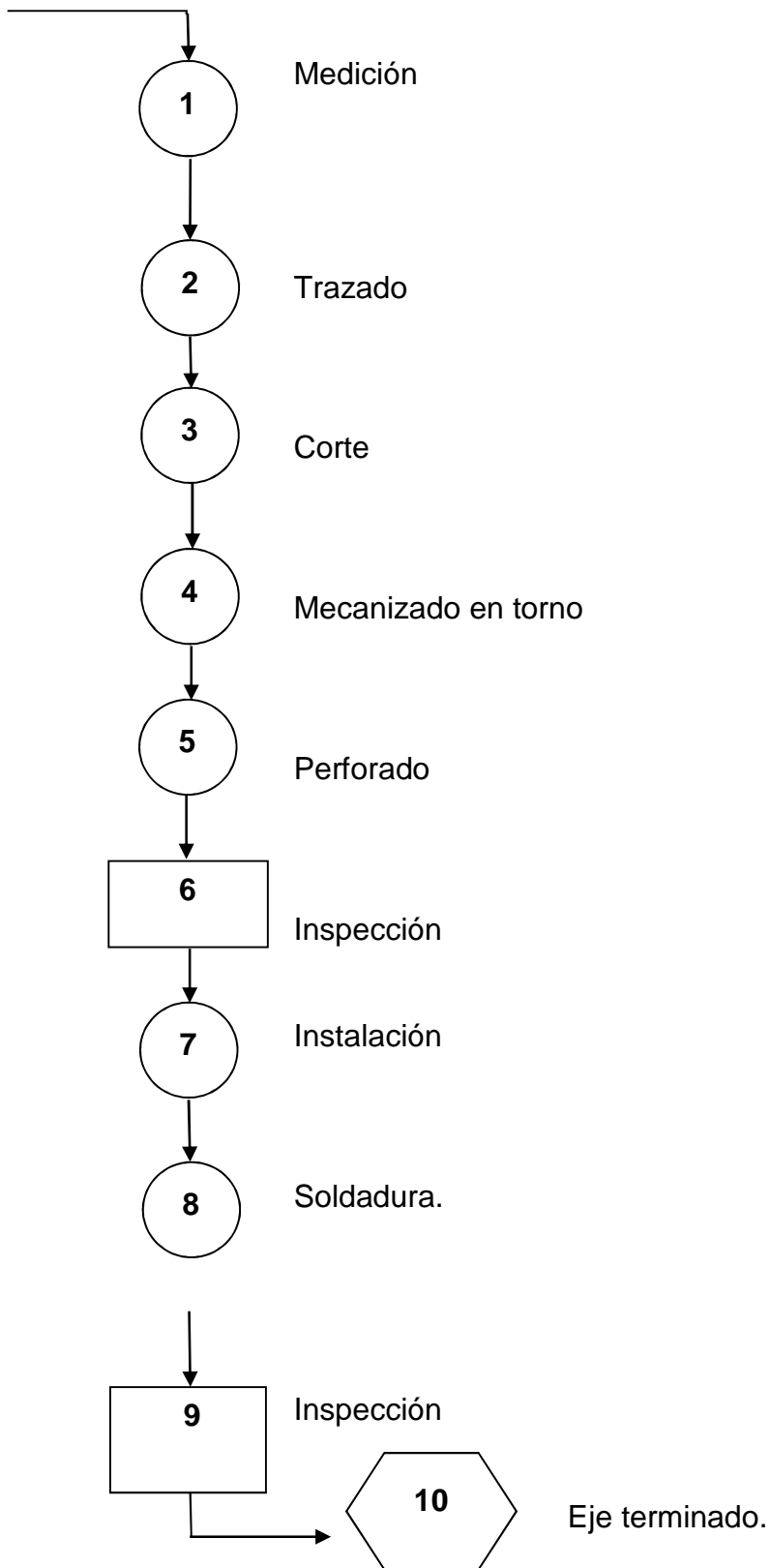
### 3.11.6 Diagrama de procesos para la construcción de los brazos móviles

Tubo de acero al carbono de 50 x 50 mm y 3 mm de espesor



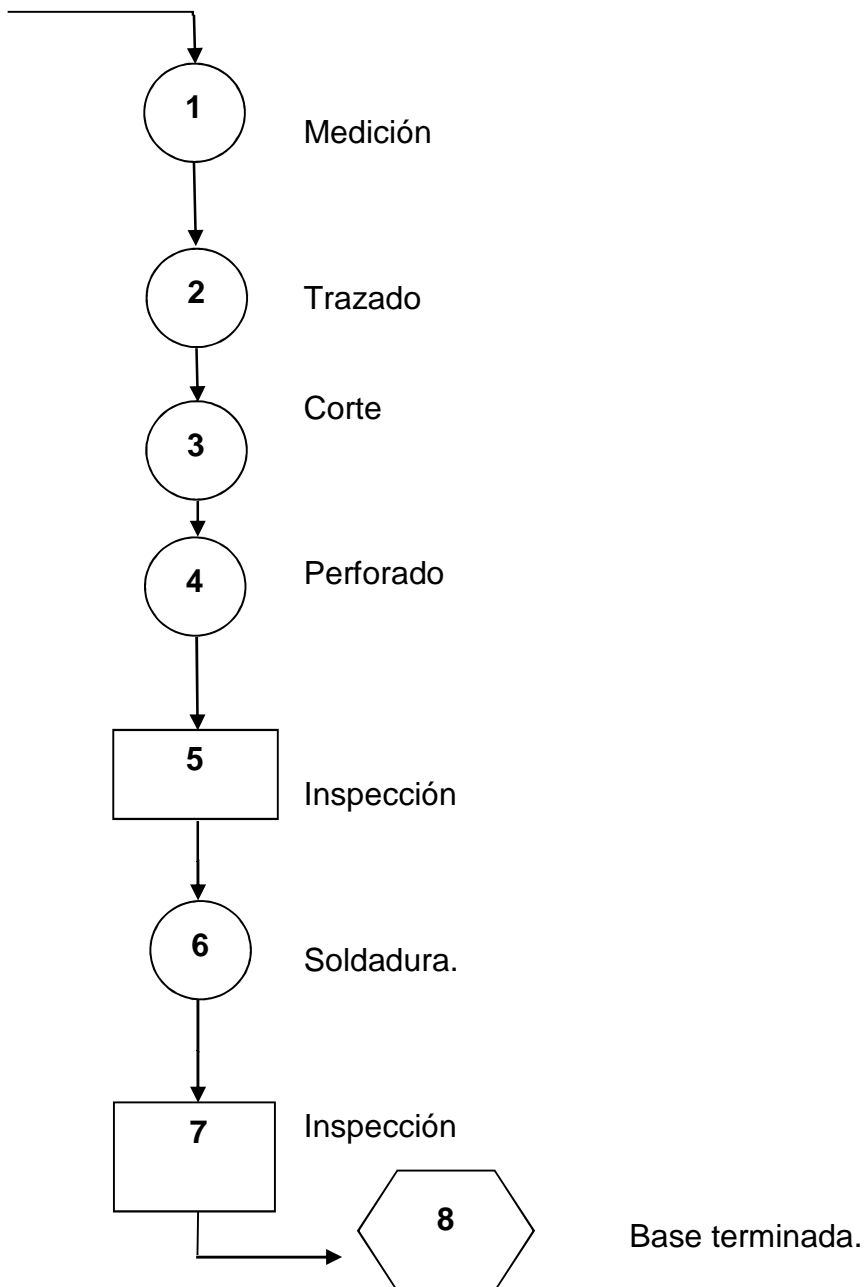
### 3.11.7 Diagrama de procesos para la construcción del eje para los brazos móviles

Barra de acero al carbono de 21mm de espesor por 25.5cm de longitud.



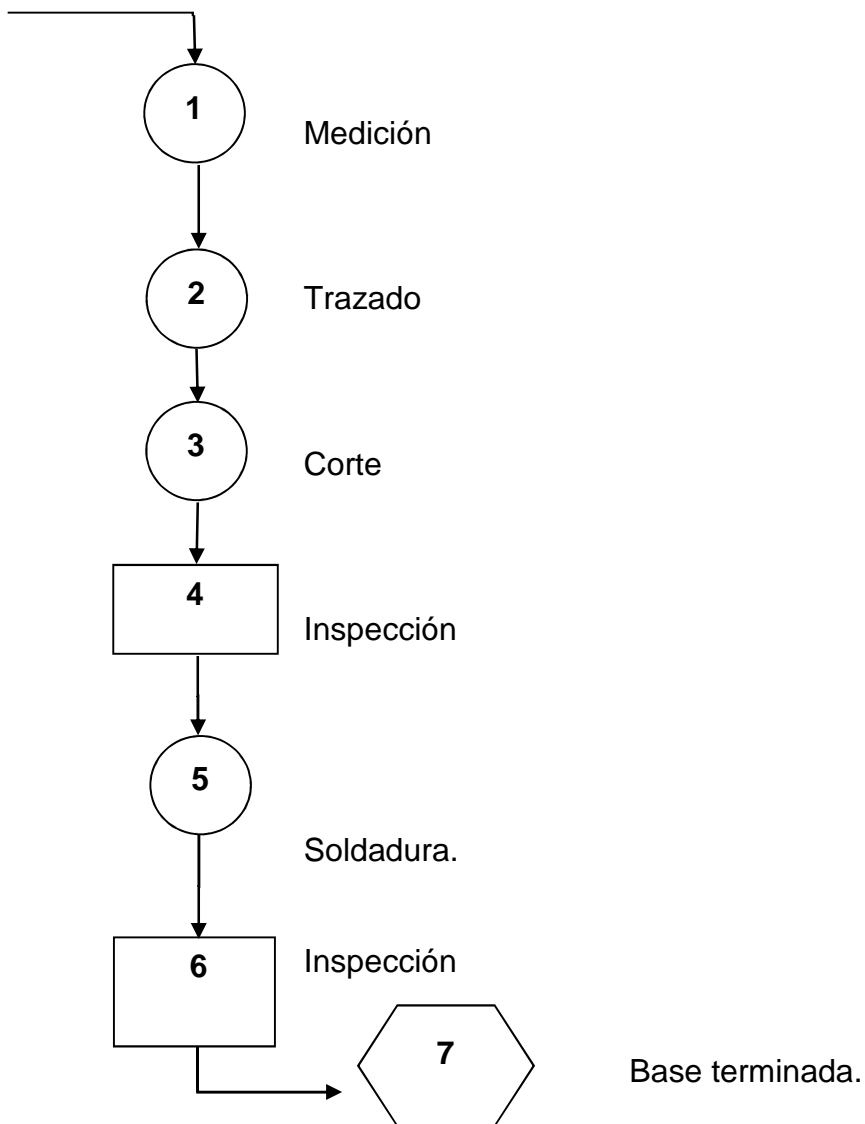
### 3.11.8 Diagrama de procesos para la construcción de la base móvil para los cilindros.

Tubo de acero al carbono de 75 x 75 mm y 3 mm de espesor



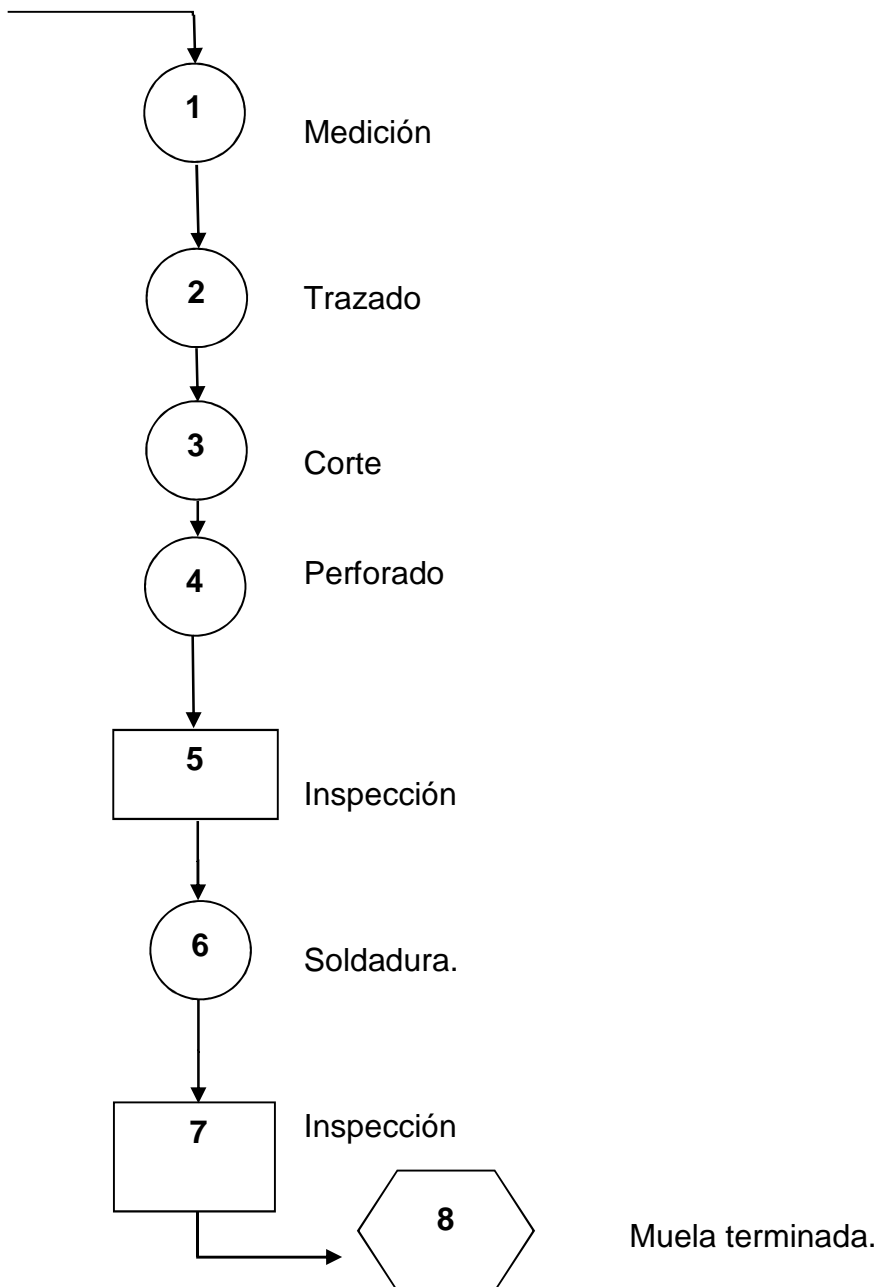
**3.11.9 Diagrama de procesos para la construcción de la base móvil de la varilla roscada de ajuste.**

Platina de acero de 9mm de espesor



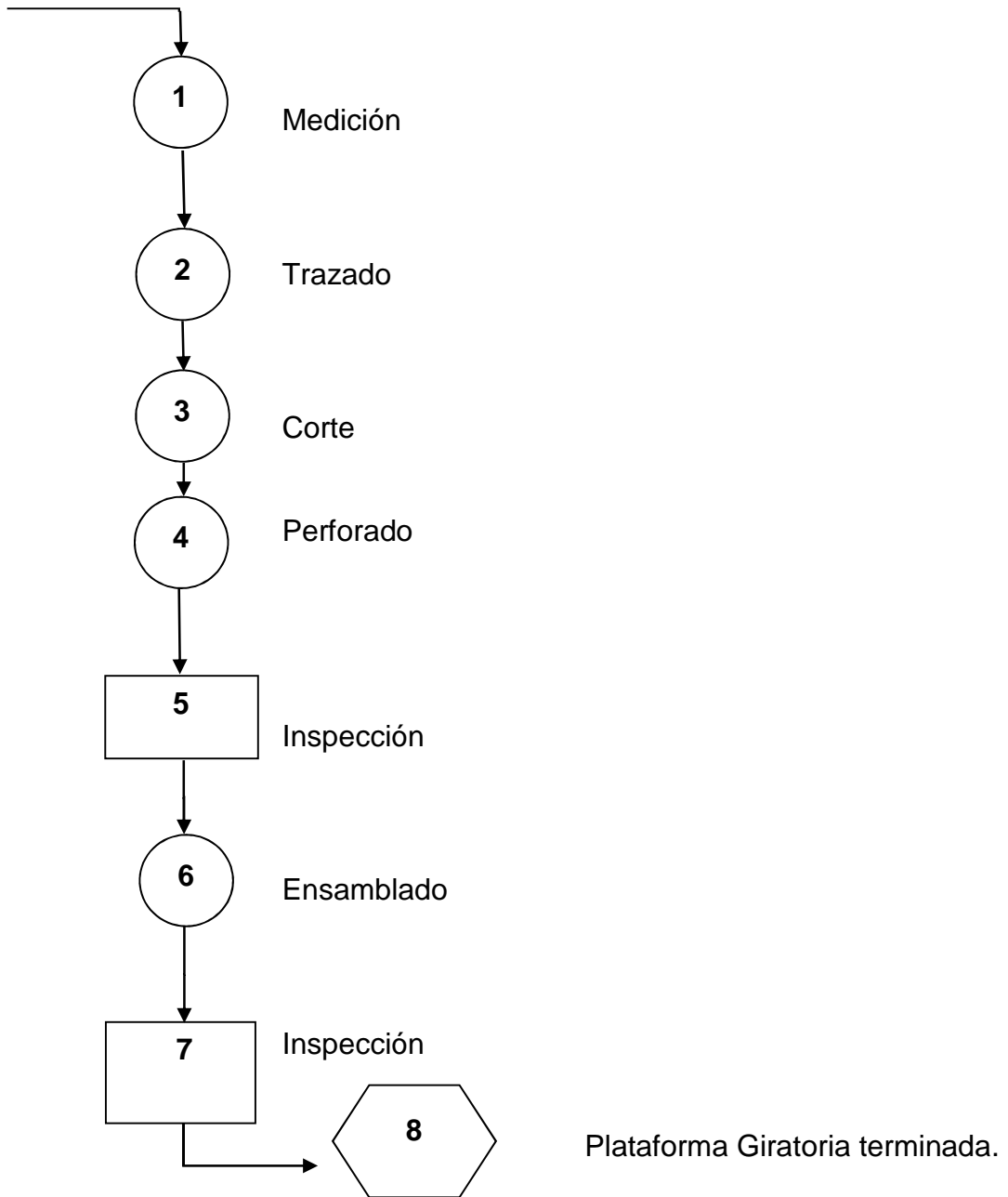
### 3.11.10 Diagrama de procesos para la construcción de la muela de aprensión

Platina de acero de 9mm de espesor



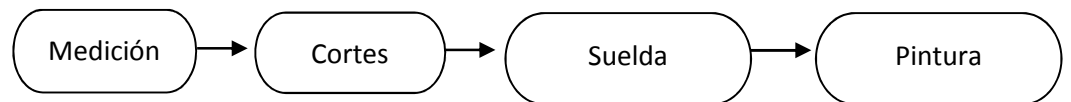
### 3.11.11 Diagrama de procesos para la construcción de la plataforma giratoria

Lamina de acero de 4 mm de espesor

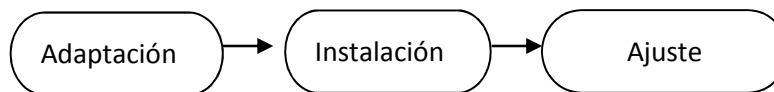


**3.11.12 Diagrama final de la construcción de una herramienta neumática Bead Breacker para en destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT.**

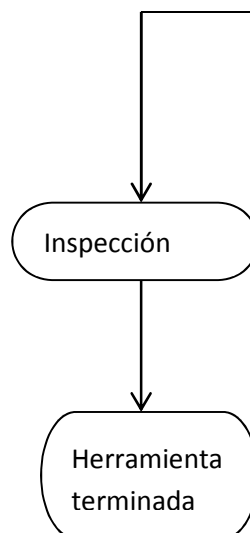
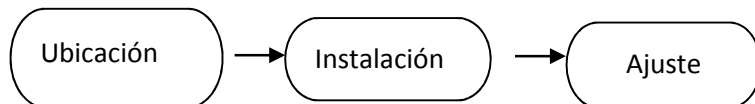
Estructura



Componentes



Conexiones neumáticas





### 3.12 Pruebas de funcionamiento

Luego de la fabricación de la estructura se realizan pruebas de funcionamiento de destalonando de neumáticos, similares a las que se realizara durante el desarrollo de las prácticas tutoriadas. Una vez concluidas las pruebas se observa que la Bead breaker tiene un correcto funcionamiento para el trabajo en las prácticas con los estudiantes.

Para comprobar que el mecanismo opera en óptimas condiciones fue necesario realizar previas pruebas a las operaciones reales del mecanismo al ponerlo en práctica en un neumático de similares características el cual permitió comprobar el modo de operación del mecanismo, exhibiendo buenos resultados en la presión ejercida por la herramienta.

**Tabla 3. 8: Criterio de pruebas del funcionamiento del mecanismo.**

<b>TABLA DE CRITERIOS DE PRUEBAS</b>		
<b>Aprobación del funcionamiento a través de pruebas</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Primera prueba:</b> Comprobación del funcionamiento de los cilindros neumáticos.	✓	
<b>Segunda prueba:</b> Comprobación del funcionamiento del tornillo de ajuste de la muela de destalonado.	✓	
<b>Tercera prueba:</b> Verificación de presión al neumático para el destalonamiento.	✓	
<b>Cuarta prueba:</b> Verificación de la válvula de control manual de activación y desactivación neumática		X
<b>Detalle:</b> la prueba resultó fallida al mostrar una fuga de aire por la válvula de control manual debido a una descalibración.		
<b>Corrección:</b> se calibro la válvula para evitar fugas en el accionamiento.		

<b>Quinta prueba:</b> Verificación de la válvula de control manual de activación y desactivación neumática ya calibrada.	✓	
<b>Quinta prueba:</b> inspección anti fugas de las mangueras neumáticas y acoples.	✓	
<b>Sexta prueba:</b> verificación de rodamientos.	✓	
<b>Séptima prueba:</b> comprobación de muela de destalonamiento.	✓	
<b>Octava prueba:</b> comprobación de operación de la plataforma giratoria	✓	

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

### 3.13 Elaboración de manuales

Sabiendo de la importancia que representa el buen uso del equipo, su mantenimiento respectivo y los parámetros de seguridad para el personal al operarlo, surge la necesidad de elaborar los manuales que contengan la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones.

- ✓ Operación
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Seguridad

Con el propósito de plantear bien la elaboración del mecanismo se presenta a continuación la descripción de los manuales de operación, mantenimiento, seguridad de operación y funciones respecto a equipo.


**Tabla 3. 9: Elaboración de Manuales.**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	Manual de mantenimiento de la herramienta Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J	LHB-11
<b>2</b>	Manual de operación de la herramienta neumática Bead Breacker para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT.	LHB-11.
<b>3</b>	Manual de seguridad para las operaciones de la herramienta y más que nada para resguardar la integridad física del operario.	LHB-11

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Investigador.

**Tabla 3. 10: Manual de Mantenimiento**

	Manual de Mantenimiento	Pág. 1 de 8
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227J de la UGT	Código: LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha: 01/08/14

**1. OBJETIVO**

Explicar los procedimientos de mantenimiento que se deberán realizar a la Bead Breacker para un buen desempeño del equipo.

**2. ALCANCE**


Docentes, Técnicos y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica

**3. DEFINICIONES**

Mantenimiento.- Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, edificios, equipos y accesorios.

**4. PROCEDIMIENTOS**

De acuerdo al tiempo de conservación, se determina el tipo e intervalo de mantenimiento, en tal circunstancia el técnico debe realizar revisiones periódicas según el uso y funcionamiento del equipo, donde se enuncia el siguiente procedimiento de mantenimiento:

	Manual de Mantenimiento	Pág. 2 de 8
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

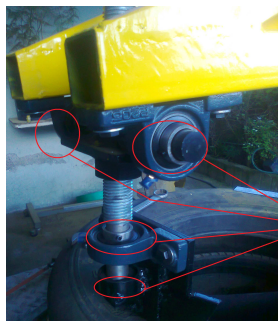
### Mantenimiento trimestral:

1. Realizar una limpieza del equipo, evitando que se encuentren impurezas.
2. Revisar la condición en la que se encuentra la estructura
3. Mantener limpios los cilindros neumáticos

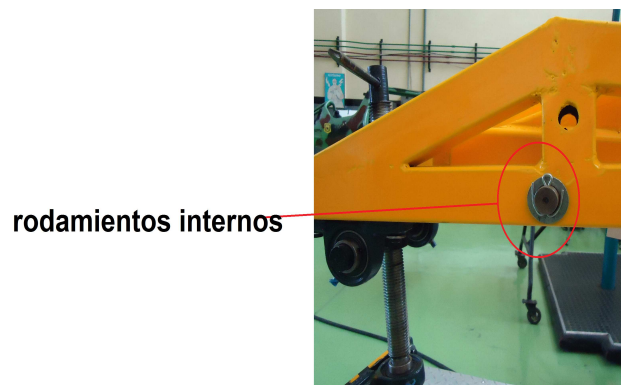


**cilindros**


4. Realizar la lubricación de los todos los rodamientos y chumaceras



**chumaceras y rodamientos**



**rodamientos internos**

	Manual de Mantenimiento	Pág. 3 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

5. Lubricar el tornillo de ajuste de la muela con aceite



tornillo de ajuste de a muela de destalonamiento

**Mantenimiento semestral:**


1. Limpiar toda la herramienta del polvo e impurezas
2. Inspeccionar todo el sistema de accionamiento neumático haciendo énfasis en uniones de mangueras



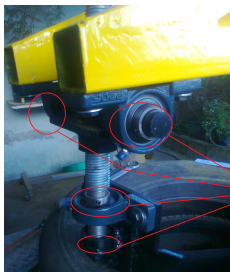
uniones y acoples

acoples de la valvula de accionamiento



	Manual de Mantenimiento	Pág. 4 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

3. Lubricar todos los componentes de rodamientos, ruedas, chumaceras y tornillo de ajuste de la muela de aprensión

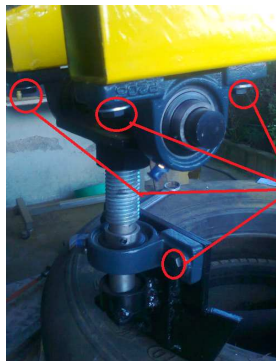


chumaceras y rodamientos



tornillo de ajuste de a muela de destalonamiento

4. Revisar el ajuste de los pernos que sujetan las chumaceras




pernos de chumaceras

5. Revisar el ajuste de las tuercas de los actuadores sacando las tapas que los cubren



tapas de los pernos de los actuadores

	Manual de Mantenimiento	Pág. 5 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

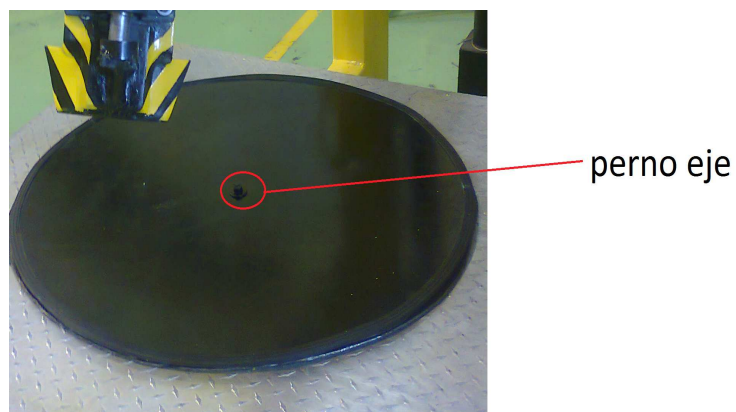
### Mantenimiento Anual

1. Limpiar toda la herramienta del polvo e impurezas
2. Inspeccionar todo el sistema de accionamiento neumático y reemplazar partes defectuosas, este sistema consta de:

Toma de aire y manómetro regulador de presión.




3. Lubricar la superficie internas de la plataforma giratoria desmontando el único perno eje que la sujeta.

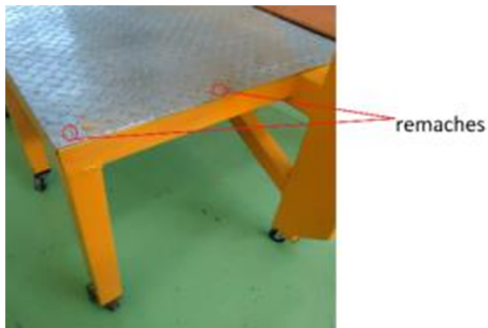


Después de desmontarlo se separa las dos plataformas circulares y se lo impregna de grasa lubricante.



	Manual de Mantenimiento	Pág. 6 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

4. Revisar que los remaches de la lámina de aluminio no estén rotos en caso de ello cambiar los que necesiten ser cambiados, también hay remaches debajo de la plataforma giratoria.




5. Desmontar los rodamientos siguiendo las siguientes instrucciones:
- sacar los pasadores de seguridad, hay uno por cada lado



- desmontar los vástagos de los actuadores sacando primero las tapas que los recubren.



	Manual de Mantenimiento	Pág. 7 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

c. desmontar la base del perno de ajuste de la muela de destalonamiento, aflojando los pernos de los ejes de las chumaceras que sujetan a la base.

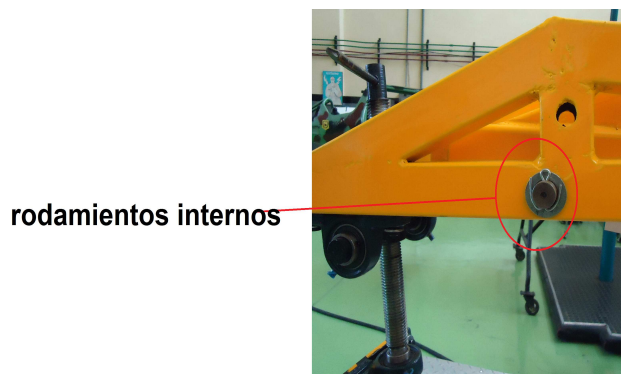


perno de sujeción de la base



pernos de sujecion de la base del perno de ajuste de la muela


a. retirar los brazos y rodamientos



rodamientos internos



brazos moviles

	Manual de Mantenimiento	Pág. 8 de 8
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild FH 227Jde la UGT	Código:LHB-11
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Revisión: 1
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

e. revisarlos




f. en caso de desgaste del rodamiento cambiarlo y lubricarlo



5. Inspeccionar los cordones de soldadura de toda la herramienta
6. En caso de presentar defectos, repare la suelda
7. Realice el proceso de pintura para evitar la corrosión

**Tabla 3. 11: Manual de Operaciones**

	Manual de operaciones	Pág. 1 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código: LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		

### 1. OBJETIVO

Establecer los procedimientos de operación de la Bead Breacker neumática para realizar correctamente los trabajos

### 2. ALCANCE

El manual está dirigido al personal de instrucción y a los estudiantes de la UGT que realizan la operación de mantenimiento.

### 3. PROCEDIMIENTOS


1. Asegurar la integridad física del operador usando los respectivos elementos de seguridad.
2. Frenar las ruedas de la herramienta



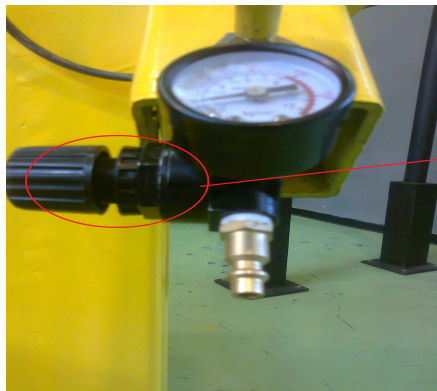
3. Conectar a la herramienta una manguera de aire en el acople de conexión de entrada.



acople de  
conexión de  
entrada

	Manual de operaciones	Pág. 2 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código: LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		


1. Verificar que el suministro de aire brinden los 90 psi requeridos, la marca la dará el manómetro del compresor y se lo podrá controlar mediante el regulador de la herramienta



regulador de presión

2. Montar el neumático en la base de la herramienta sobre la plataforma giratoria.




	Manual de operaciones	Pág. 3 de 4
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código: LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		

3. Posicionar al neumático en la trayectoria de la muela a 10 a 15 mm de la ceja de la rueda sobre el flanco del neumático



4. Ajustar manualmente hasta tocar el neumático
5. Activar la válvula de accionamiento manual de la herramienta




	Manual de operaciones	Pág. 4 de 4
	Bead Breaker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código:LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		

6. Esperar hasta que el proceso de destalonado se complete en ese extremo del neumático
7. Cambiar de posición del neumático en 4 puntos de presión siguiendo la continuidad de destalonado.



8. Hacer esta acción en los cuatro cuadrantes del neumático tanto de un lado como del otro y el proceso de destalonado habrá concluido con éxito.

**Tabla 3. 12: Manual de seguridad**

	Manual de seguridad	Pág. 1 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código: LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha: 01/08/14

### 1. OBJETIVO

Establecer las normas de seguridad para realizar las prácticas en la Bead Breacker neumática y evitar algún accidente.

### 2. ALCANCE

El manual está dirigido al personal de técnicos que utilizan la Bead Breacker neumática.

### 3. PROCEDIMIENTOS


Al seguir con todos los métodos de seguridad evitara accidentes al momento de realizar las practicas tutoriadas a continuación se detallaran todos los implementos, de seguridad que se debe utilizar.

#### Faja de protección lumbar



Una faja para la espalda es un dispositivo utilizado, en teoría, para reducir la fuerza sobre la columna, aumentar la presión intra-abdominal, rigidez de la columna y reducir cargas durante el levantamiento.




	Manual de seguridad	Pág. 2 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código: LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		

También se advierte que al utilizar una faja para la espalda, el trabajador deberá evitar posiciones incómodas y cargas pesadas, reducir los movimientos de inclinación y al final, reducir las lesiones en ciertos lugares de trabajo.

### Overol



- Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo
- La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.
- No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Una adecuada vestimenta ayuda mucho en la seguridad e higiene en el proceso de trabajo, la ropa adecuada evita quemaduras y cortes, esta debe ser de una tela gruesa y de preferencia anti flama.
- Los conjuntos que usen o en su debido caso los overoles que se usan deben ser cómodos para evitar que los accidentes se den por una prenda de vestir que no le venía adecuadamente al empleado.

	Manual de seguridad	Pág. 3 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código:LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista	Fecha:01/08/14

### Orejas Protectoras de oídos

Las orejas o cascos protectores de oídos son unos auriculares con dos casquetes, hechos para proteger los oídos en ambientes adversos de ruido o frío excesivo. Las orejas se utilizan en los aeropuertos. Con las orejas se suelen utilizar también tapones para los oídos.


- Orejas acústicas: hecho con materiales para absorber el ruido, y con el fin de proteger los oídos del ruido.



### Guantes



Los guantes son un elemento muy importante en el trabajo ya que protege las manos de cortaduras, la flexibilidad del material del que están hechos ayuda a la comodidad al realizar algunos trabajos.

	Manual de seguridad	Pág. 4 de 4
	Bead Breacker neumática para el destalonamiento de los neumáticos del avión Fairchild de la UGT	Código:LHB-11
		Revisión: 1
	Elaborado por: Jairo Ismael Moromenacho Defas	Fecha:01/08/14
Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista		

### Zapatos de trabajo



Los zapatos Constituyen parte de los equipos de protección personal para proteger al usuario ya que los riesgos que pueden dar lugar a accidentes, está equipado con tope de seguridad en su punta de acero que resiste a los golpes y recubiertos de cuero para aislar de la electricidad, calor evitando quemaduras. Protege la parte delantera del pie y al personal mismo de posibles caídas por deslizamiento o resbalones ya que el calzado está diseñado para adherirse a la superficie.

### 3.14 PRESUPUESTO

El presupuesto de la construcción de este proyecto se basó en proformas que se cotizaron para cada material utilizado y las maquinas herramientas empleadas, así como transporte alimentación, estadía, etc.

#### 3.14.1 Costos primarios

Comprende el costo detallado de los materiales utilizados, herramientas, etc.

**Tabla 3. 13: costo primario**

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio unitario \$</b>	<b>Total \$</b>
1	tubo cuadrado 3x3	70	70
2	actuadores neumáticos	80	160
1	válvula manual de activación	20	20
7	ruedas	5	35
35	electrodos	0,15	5,25
1	escuadra	4	4
1	flexómetro	4	4
1	marcador de metal	4	4
15	lijas	0,8	12
2	solvente (mek)	3	6
4	tiñer	1,5	6
1	pintura	8	8
1	fondo	7	7
4	discos de corte	2	8
4	mangueras neumáticas	3	12
3	tubo cuadrado 2x3	40	120
3	chumaceras	15	45
1	barra de acero de 1plg	10	10

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio unitario \$</b>	<b>Total \$</b>
1	varilla roscada	25	25
3	platina de acero	40	120
2	rodamientos tipo aguja	15	30
1	rodamientos tipo axial	20	20
4	tuercas grandes	5	20
10	acoples de 1/4	0,8	8
5	señalética	4	20
1	bisagra industrial	20	20
1	barra de acero de 21 mm de diámetro	9	9
6	pernos	0,5	3
2	pasadores	0,3	0,6
1	Lps inhibidor de corrosión	5	5
4	arandelas	0,5	2
25	remaches	0,1	2,5
1	lamina de aluminio	50	50
1	grasa lubricante	8	8
1	estilete	2	2
1	sierra manual	7	7
1	llaves de ajuste	35	35
1	llaves hexagonales	8	8
1	nivel	20	20
1	remachadora	35	35
8	brocas 3/16	3	24
7	discos de desbaste	5	35
5	brocha	3	15
3	portalijas	4	12
25	waipe	0,2	5
1	martillo	7	7

1	calibrador pie de rey	25	25
Total			\$ 1109,35

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Jairo Moromenacho

### 3.14.2 Costos secundarios

Comprende el gasto realizado aparte de la construcción del proyecto.

**Tabla 3. 14: costos secundarios**

No	Asignación	Costo \$
9	transporte	255
4	impresiones	80
20	internet	50
4	empastado	15
4	anillados	80
2	derechos	12
total		\$ 492

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Jairo Moromenacho

### 3.14.3 Costo total

Comprende la suma de los costos primarios más los secundarios.

**Tabla 3. 15: costo total**

<b>Designación</b>	<b>Valor</b>
costo primario	1109,35
costo secundario	492
costo total	\$ 1601,35

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Jairo Moromenacho

## **CAPÍTULO IV**

### **4 Conclusiones y recomendaciones**

#### **4.1 Conclusiones**

- La información recopilada de libros, manuales, publicaciones e internet permitió desarrollar la investigación del presente proyecto de manera satisfactoria.
- La Bead Breacker neumática fue la alternativa más adecuada resultando esta la más fiable en su construcción por su economía, su diseño y eficacia.
- A través de los planos realizados en el programa Solid Work se ejecutó el proyecto siendo esta la guía fundamental en la construcción de la Bead Breacker.
- El estudio detallado de materiales enfocado en vigas estructurales y accesorios, fue de gran utilidad para seleccionar los materiales más adecuados para la realización del proyecto.
- El proceso de construcción se realizó con la ayuda de la información y materiales seleccionados logrando una satisfactoria ejecución de proyecto Bead Breacker
- La elaboración de los respectivos manuales de mantenimiento, operaciones y seguridad del equipo se dio con el objetivo de conservar su funcionalidad con tiempos determinados de mantenimiento establecidos por la UGT e Indicaciones detalladas de las operaciones.



- Las pruebas de funcionamiento realizadas al equipo ya terminado revelaron discrepancias que fueron corregidas debidamente para su correcto funcionamiento.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Elegir la alternativa de la Bead Breacker mediante estudio de factibilidad económico, técnico y operacional, esto llevara a una elección acorde a las necesidades del usuario.
- Revisar que la información de manuales de mantenimiento del avión y manuales de mantenimiento de los neumáticos emitidos por el fabricante estén actualizados esto también nos ayudara a saber las especificaciones técnicas del neumático.
- Para dimensionar las medidas del diseño correctamente y sin fallas es mejor utilizar un programa de diseño que no brinde simulaciones de seguridad de la estructura como lo es el programa Solid Work.
- Emplear la herramienta específicamente para las funciones designadas que le compete su construcción, destalonamiento de neumáticos.
- Para el correcto funcionamiento del sistema se debe seguir las instrucciones indicadas en el manual de operación.
- Considerar a la herramienta solo como material instrucción de mantenimiento para el personal que requiera de conocimientos relacionados con el proceso de destalonado de neumáticos de aviación.

- Revisar el manual de seguridad ya que se requiere en el área de trabajo para salvaguardar la integridad física del operario.

## GLOSARIO

**Husillo:** Un husillo es un tipo de tornillo largo y de gran diámetro, utilizado para accionar los elementos de apriete tales como prensas o mordazas, así como para producir el desplazamiento lineal de los diferentes carros de fresadoras y tornos, o en compuertas hidráulicas.

**Hidráulica:** es una rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos.

**Pulgada:** La pulgada es una unidad de longitud antropométrica que equivale a la longitud de la primera falange del pulgar, y más específicamente a su falange distal.

**Mecanizadas:** es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

**Espesor:** grueso o anchura en un sólido

**Cilíndrico:** En geometría, es una superficie de las denominadas cuádricas formada por el desplazamiento paralelo de una recta llamada generatriz a lo largo de una curva plana, que puede ser cerrada o abierta, denominada directriz del cilindro.

**Rodamiento.-** Dispositivo mecánico para reducir el rozamiento entre dos piezas que giran; consta de dos cilindros, en medio de los cuales hay un juego de rodillos o bolas, que giran libremente

**Accionamiento.-** Activar un sistema para que entre en funcionamiento.

**Neumático.-** Cubierta dura de caucho que se monta sobre la llanta de la rueda de algunos vehículos, como coches, motocicletas o bicicletas, y se llena de aire a presión.

**ASTM** (American Society for Testing and Materials). Entidad que se encarga de proporcionar las normas técnicas de materiales estructurales.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- BEER Johnston (2006) Mecánica De Materiales. 4 Edición.
- Oñate, A. E. (2007). *Conocimientos del Avión*. Madrid: Thomson-Paraninfo.
- Lab-Volt (Quebec) Ltda. FUNDAMENTOS DE NEUMÁTICA PRIMERA Edición, SEPTIEMBRE DE 1999
- Cultural S.A. Manual de mecánica industrial Edición 2002
- Tren de aterrizaje, José Fernando Viscomi, educación técnico-profesional
- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE EN LAS AERONAVES, Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frövel, *VOLUMEN XI. AÑO 2013 SEPARATA*

### NETGRAFIA

- [bogertaviation.com/index.php?page=shop.product\\_details&flypageard\\_en\\_flypage.tpl&product\\_id=38&option=com\\_virtuemart&Itemid=23](http://bogertaviation.com/index.php?page=shop.product_details&flypageard_en_flypage.tpl&product_id=38&option=com_virtuemart&Itemid=23) (en línea)
- <http://www.ekonollantas.com/partes.html>(en línea)
- <http://buenosaires.evisos.com.ar/fotos-del-anuncio/destalonador-desarmador-de-cubiertas-neumatico-id-72201>(en línea)
- [http://www.myrv10.com/tips/tools/Bead\\_Breaker/index.html](http://www.myrv10.com/tips/tools/Bead_Breaker/index.html)(en línea)
- <http://www.aircraftspruce.eu/Tires---Tubes/Tire-Bead-Breakers/MEYERS-HYDRAULICS-TIRE-BEAD-BREAKER.html>(en línea)
- <http://www.supercrosscar.com/foro/showthread.php?1607-Destalonadora-neum%Eticos-10-quot>(en línea)
- <http://www.abcpedia.com/construccion/>(en línea)

- <http://www.tecnologia-informatica.es/metales/>(en línea)
- <http://www.monografias.com/trabajos12/rosytor/rosytor.shtml>(en línea)
- <http://www.tubo-estructural-hss.com/>(en línea)
- <http://www2.ula.ve/dsiportal/dmdocuments/elementos/TORNILLOS.pdf>(en línea)