



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y  
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

## TESIS DE GRADO

### TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”**

Tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico

El estudio se realizó para la empresa SERSOLEN CIA LTDA

### **Autores:**

León Iza Cristian Andrés

Machay Tisalema Byron Orlando

### **Director:**

Ing. Raúl Reinoso

LATACUNGA-ECUADOR

Febrero– 2015



## FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- León Iza Cristian Andrés
- Machay Tisalema Byron Orlando

Con la tesis, cuyo título es:

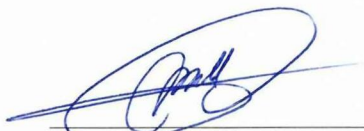
**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”.**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de febrero 2015


Para constancia firman:



Ing. Msc. Edwin Moreano  
**PRESIDENTE**



Dr. Marcelo Benítez  
**MIEMBRO**



Ing. Jorge Paredes  
**OPOSITOR**



Ing. Raúl Reinoso  
**TUTOR (DIRECTOR)**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El presente trabajo de investigación, redacción y propuesta es de exclusiva autoría por parte de los investigadores: León Iza Cristian Andrés y Machay Tisalema Byron Orlando quienes nos responsabilizamos por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto de tesis.



---

León Iza Cristian Andrés

C.I: 050340379-2



---

Machay Tisalema Byron Orlando

C.I: 050364139-1

## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

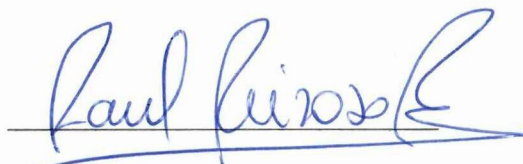
En calidad de Director de Trabajo de Investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”**. De los señores estudiantes; León Iza Cristian Andrés y Machay Tisalema Byron Orlando postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de febrero del 2015

EL DIRECTOR



Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera

C.C. 050215089-9

## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de Asesor Metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”**. De los señores estudiantes; León Iza Cristian Andrés y Machay Tisalema Byron Orlando postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de febrero del 2015

EL ASESOR METODOLÓGICO



Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

C.C. 050067610-1



## CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA SERSOLEN CIA. LTDA.

Quien suscribe, Ing. William Geovanny Llango, mayor de edad, titular de la cédula de identidad 0502682115, actuando en la condición de representante legal de la empresa, SERSOLEN CIA. LTDA. Debidamente inscrita y registrada ante la Súper Intendencia de Compañías. A petición verbal de los interesados tengo a bien:

### CERTIFICAR:

Que los señores *León Iza Cristian Andrés* con cedula de identidad 0503403792 y *Machay Tisalema Byron Orlando* con cedula de identidad 0503641391 han realizado el proyecto acordado con el tema ***“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”***, así de esa manera cumpliendo los objetivos planteados.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo a los interesados hacer uso del presente como lo estime conveniente.

Latacunga, a 23 de febrero del 2015



Ing. William Llango  
GERENTE SERSOLEN CIA LTDA.

## **AGRADECIMIENTO**

*Por medio del presente agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de vivir y alcanzar mi meta anhelada de ser profesional.*

*A mis padres, por el apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida siendo siempre el pilar fundamental y guía en este largo camino.*

*Así mismo, a la Universidad Técnica de Cotopaxi prestigiosa Institución que me abrió las puertas del saber para alcanzar un objetivo más en mi vida y mi profundo agradecimiento a todos los docentes que fueron impartiendo sus conocimientos día a día, llenándome de sabiduría y valores para llegar a ser un buen profesional.*

**Cristian**

*Agradezco a Dios por haberme dado la vida y guiarme por el camino del bien; a mi madre María Rosa que gracias a su esfuerzo pude culminar mis estudios universitarios; a mis hermanos y a mis sobrinos por darme la fuerza y apoyo incondicional permitiéndome alcanzar un logro más en mi vida.*

*A mi Alma Mater Universidad Técnica de Cotopaxi y al personal docente, por los conocimientos transmitidos a lo largo de la carrera para el desenvolvimiento profesional.*

**Byron**

## **DEDICATORIA**

*Es de gran importancia dar el merecido reconocimiento a todas las personas quienes forman parte de mi formación integral. Pamela mi querida esposa y mi hijo Héctor Andrés que son la razón de mi vida y motivo de todos los esfuerzos realizados.*

*Mis padres Manuel y Rocío, a quienes les dedico este trabajo por la confianza y tolerancia en todos los aspectos para llevarme siempre en el buen camino y con todo el cariño a mis hermanas Karen y Sofía que siempre están presentes en mi vida brindándome su fuerza y ternura.*

**Cristian**

*El esfuerzo reflejado en el trabajo investigativo y el cual representa el fruto de mi período universitario, lo dedico en primer lugar a Dios, por regalarme su bendición. Y a mi madre que con su apoyo abnegado me ha fortalecido e incentivado en cada una de mi etapa estudiantil, siendo una base fundamental de admiración y ejemplo a seguir.*

**Byron**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<i>Pag.</i>
<i>Portada</i> .....	
<i>Autoría</i> .....	<i>i</i>
<i>Aval de director de tesis</i> .....	<i>ii</i>
<i>Aval de asesor metodológico</i> .....	<i>iii</i>
<i>Certificado de implementación</i> .....	<i>iv</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>v</i>
<i>Dedicatoria</i> .....	<i>vi</i>
<i>Índice</i> .....	<i>vii</i>
<i>Resumen</i> .....	<i>xx</i>
<i>Summary</i> .....	<i>xxi</i>
<i>Aval de traducción</i> .....	<i>xxii</i>
<i>Introducción</i> .....	<i>xxiii</i>

### **CAPÍTULO I**

<i>1. MARCO TEÓRICO</i> .....	<i>1</i>
<i>1.1. DESCRIPCIÓN</i> .....	<i>1</i>
<i>1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</i> .....	<i>1</i>
<i>1.3. PROCESO DE ANODIZADO</i> .....	<i>2</i>
<i>1.3.1. Ciclo típico y básico del proceso de anodizado</i> .....	<i>3</i>
<i>1.3.1.1. Enganche</i> .....	<i>3</i>
<i>1.3.1.2. Desengrase</i> .....	<i>4</i>
<i>1.3.1.3. Matizado o decapado químico</i> .....	<i>4</i>
<i>1.3.1.4. Anodizado</i> .....	<i>5</i>
<i>1.3.1.5. Sellado</i> .....	<i>6</i>
<i>1.3.2. Aluminio como materia prima</i> .....	<i>6</i>
<i>1.3.2.1. Propiedades físicas</i> .....	<i>7</i>
<i>1.3.2.2. Propiedades mecánicas</i> .....	<i>8</i>
<i>1.3.3. Aluminio 6063</i> .....	<i>9</i>

1.4.DISEÑO DE MÁQUINAS .....	9
1.4.1. Consideraciones de diseños .....	10
1.5.DISEÑO MECÁNICO .....	11
1.5.1. Cinemática, mecanismos y máquinas .....	11
1.5.1.1.Cinemática .....	12
1.5.1.2.Movimiento circular uniforme .....	12
1.5.1.3.Cinética .....	13
1.5.1.4.Mecanismos.....	14
1.5.2. Materiales en ingeniería .....	17
1.5.2.1.Tipos de materiales .....	17
1.5.2.2.Análisis para resistencia de materiales .....	20
1.5.2.3.Autodesk inventor.....	24
1.5.3. Diseño de estructura .....	25
1.5.3.1.Perfiles .....	25
1.5.3.2.Tubos estructurales .....	26
1.5.4. Soldadura .....	26
1.5.4.1.Soldadura por arco eléctrico SWAM.....	27
1.5.4.2.Electrodos para soldar aceros.....	27
1.5.5. Diseño eléctrico .....	28
1.5.5.1.Motorreductor .....	28
1.6.SISTEMA NEUMÁTICO .....	29
1.6.1. Sistema y componentes neumáticos .....	30
1.6.1.1. Compresor.....	31
1.6.1.2. Válvulas.....	31
1.6.1.3. Acumulador .....	34
1.6.1.4. Filtro .....	34
1.6.1.5. Actuador neumático .....	34
1.6.2. Martillo neumático.....	39
1.6.2.1.Pre - operación .....	40
1.6.2.2.Factores de riesgos habituales .....	40
1.6.3. Festo fluidSIM .....	41
1.7.SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO .....	41

1.7.1. Logo PLC .....	42
1.7.1.1.Partes de un autómata programables .....	43

## **CAPITULO II**

2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	44
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	44
2.2.ENTORNO DEL LUGAR PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	45
2.2.1. Filosofía institucional .....	45
2.2.2. Sistema organizacional .....	46
2.2.3. Análisis de la infraestructura tecnológica de la institución .....	46
2.2.4. Proyecciones de futuro en el área de su especialización.....	47
2.3.METODOLOGÍA EMPLEADA.....	47
2.4.Técnicas de investigación .....	48
2.4.1. Observación .....	48
2.4.1.1.Observación en el desgaste del aluminio.....	49
2.4.1.2.Observación para la penetración de pines .....	56
2.4.2. Entrevista .....	58
2.4.2.1.Entrevista dirigida al Gerente .....	58
2.4.2.2.Entrevista dirigida al trabajador .....	60
2.5. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	62
2.6. RESULTADO .....	62
2.7.DECISIÓN .....	63

## **CAPITULO III**

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	64
3.1.TEMA .....	65
3.2.PRESENTACIÓN.....	65
3.3. JUSTIFICACIÓN .....	65
3.4. OBJETIVOS .....	67
3.4.1. Objetivo general.....	67
3.4.2. Objetivos específicos.....	67
3.5.PARÁMETROS DE DISEÑO .....	67

3.6.	ALCANCE .....	68
3.7.	FACTIBILIDAD DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA.....	71
3.8.	PROPUESTA .....	71
3.9.	SEGURIDAD.....	72
3.10.	FUNCIONALIDAD .....	73
3.11.	CÁLCULOS DE ELEMENTOS DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN ...	73
3.11.1.	Cálculo para sistemas de movimiento .....	73
3.11.1.1.	Cálculo de velocidad.....	75
3.11.1.2.	Cálculo de la aceleración.....	75
3.11.1.3.	Cálculo de la fuerza.....	75
3.11.1.4.	Cálculo de la energía cinética producida.....	76
3.11.1.5.	Cálculo para seleccionar la cremallera.....	76
3.11.1.6.	Cálculo de reacción para las ruedas.....	78
3.11.2.	Cálculo para la selección de fuerza de impacto del punzón.....	81
3.11.3.	Cálculo para la selección del motorreductor .....	83
3.11.3.1.	Cálculo del torque .....	83
3.11.3.2.	Cálculo de potencia.....	83
3.11.4.	Cálculo de la fuerza del pistón de simple efecto.....	84
3.11.5.	Cálculo del consumo de aire para el funcionamiento neumático.....	84
3.12.	DISEÑO DE LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA.....	85
3.12.1.	Estructura.....	85
3.12.2.	Sistemas de movimientos mecánicos.....	86
3.12.2.1.	Sistema de empuje de pines de aluminio .....	86
3.12.2.2.	Sistema de ajuste de pines de aluminio .....	88
3.12.3.	Diagrama del sistema eléctrico .....	89
3.12.4.	Diagrama del sistema neumático.....	90
3.12.4.1.	Diagrama de control del pistón de simple efecto en A- .....	90
3.12.4.2.	Diagrama de control del pistón de simple efecto en A+ .....	91
3.13.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS Y COMPONENTES MECÁNICOS, ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS .....	92
3.13.1.	Cilindro de simple efecto .....	92

3.13.2. Martillo neumático.....	93
3.13.3. Electroválvula 3/2 con solenoide, retroceso por muelle.....	94
3.13.4. Motorreductor.....	95
3.13.5. Finales de carrera.....	96
3.13.6. Pulsador de emergencia.....	97
3.13.7. Breaker.....	97
3.13.8. Selector 3 posiciones.....	97
3.13.9. Pulsadores NA y NC.....	98
3.13.10. Cable eléctrico.....	98
3.13.11. Tubo anillado PVC.....	99
3.13.12. Manguera neumática.....	99
3.13.13. Acople neumático recto.....	100
3.13.14. Acople neumático en T.....	100
3.13.15. Acople neumático en codo.....	101
3.13.16. Silenciadores.....	102
3.13.17. Logo siemens 230RC.....	102
3.14. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA.....	103
3.14.1. Construcción de la estructura.....	103
3.14.2. Construcción de los sistemas mecánicos.....	104
3.14.2.1. Sistema de empuje de pines de aluminio.....	104
3.14.2.2. Sistema de ajuste de pines de aluminio.....	105
3.14.3. Montaje de la cremallera.....	105
3.14.4. Montaje de los cilindros.....	106
3.14.5. Montaje del martillo neumático en el cilindro.....	107
3.14.6. Maquinado del eje motorreductor - piñón.....	107
3.14.7. Montaje del motorreductor.....	108
3.14.8. Montaje de componentes neumáticos auxiliares.....	108
3.14.9. Montaje y conexión de componentes eléctricos auxiliares.....	109
3.14.10. Acabado superficial para la estructura de la máquina.....	110
3.14.11. Montaje del logo PLC 230 RC.....	110
3.15. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL CONTROLADOR DEL LOGO PLC.....	111

<i>3.15.1. Cargar el programa al Logo PLC 230RC</i> .....	<i>114</i>
<i>CONCLUSIONES</i> .....	<i>115</i>
<i>RECOMENDACIONES</i> .....	<i>116</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	<i>117</i>
<i>GLOSARIO DE TÉRMINOS</i> .....	<i>120</i>
<i>GLOSARIO DE SIGLAS</i> .....	<i>123</i>
<i>ANEXOS</i>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<i>FIGURA 1.1: Anodizado de aluminio</i> .....	2
<i>FIGURA 1.2: Enganche</i> .....	4
<i>FIGURA 1.3: Desengrase</i> .....	4
<i>FIGURA 1.4: Matizado</i> .....	5
<i>FIGURA 1.5: Anodizado</i> .....	5
<i>FIGURA 1.6: Sellado</i> .....	6
<i>FIGURA 1.7: Movimiento circular uniforme</i> .....	13
<i>FIGURA 1.8: Sistema piñón - cremallera</i> .....	15
<i>FIGURA 1.9: Movimiento de la rueda dentada</i> .....	16
<i>FIGURA 1.10: Tensión o tracción</i> .....	20
<i>FIGURA 1.11: Compresión</i> .....	21
<i>FIGURA 1.12: Torsión</i> .....	21
<i>FIGURA 1.13: Diagrama de cuerpo libre</i> .....	22
<i>FIGURA 1.14: Soldadura</i> .....	27
<i>FIGURA 1.15: Nomenclatura del electrodo</i> .....	28
<i>FIGURA 1.16: Válvula de bola</i> .....	32
<i>FIGURA 1.17: Electroválvula</i> .....	33
<i>FIGURA 1.18: Filtro</i> .....	34
<i>FIGURA 1.19: Cilindro de simple efecto</i> .....	35
<i>FIGURA 1.20: Martillo neumático</i> .....	40

<i>FIGURA 1.21: Logo PLC</i> .....	43
<i>FIGURA 3.1: Perforación de la barra y tipo de agujero</i> .....	69
<i>FIGURA 3.2: Pin de aluminio</i> .....	69
<i>FIGURA 3.3: Bastidor</i> .....	70
<i>FIGURA 3.4: Esquema del sistema de empuje de pines de aluminio</i> .....	74
<i>FIGURA 3.5: Esquema del sistema de ajuste de pines de aluminio</i> .....	74
<i>FIGURA 3.6: Sistema de empuje de pines</i> .....	78
<i>FIGURA 3.7: Sistema de ajuste de pines</i> .....	80
<i>FIGURA 3.8: Presión para la deformación</i> .....	82
<i>FIGURA 3.9: Diseño de la estructura</i> .....	85
<i>FIGURA 3.10: Diseño del sistema de empuje de pines</i> .....	86
<i>FIGURA 3.11: Simulación de esfuerzo de la pieza de sujeción 1</i> .....	87
<i>FIGURA 3.12: Diseño del sistema de ajuste de pines</i> .....	88
<i>FIGURA 3.13: Simulación de esfuerzo de la pieza de sujeción 2</i> .....	89
<i>FIGURA 3.14: Pistón de simple efecto en A-</i> .....	90
<i>FIGURA 3.15: Activación del cilindro A+</i> .....	91
<i>FIGURA 3.16: Cilindro simple efecto</i> .....	92
<i>FIGURA 3.17: Martillo neumático</i> .....	93
<i>FIGURA 3.18: Electroválvula 3/2</i> .....	94
<i>FIGURA 3.19: Motorreductor</i> .....	95
<i>FIGURA 3.20: Finales de carrera eléctricos</i> .....	96
<i>FIGURA 3.21: Acoples neumáticos rectos</i> .....	100

<i>FIGURA 3.22: Acoples neumáticos en T</i> .....	101
<i>FIGURA 3.23: Logo siemens 230RC</i> .....	103
<i>FIGURA 3.24: Corte de canal U</i> .....	103
<i>FIGURA 3.25: Soldadura de estructura</i> .....	104
<i>FIGURA 3.26: Soldadura del sistema de empuje</i> .....	105
<i>FIGURA 3.27: Construcción del sistema de ajuste de pines</i> .....	105
<i>FIGURA 3.28: Montaje de la cremallera</i> .....	106
<i>FIGURA 3.29: Montaje del cilindro neumáticos</i> .....	106
<i>FIGURA 3.30: Montaje del martillo neumáticos</i> .....	107
<i>FIGURA 3.31: Maquinado del eje</i> .....	107
<i>FIGURA 3.32: Montaje del motorreductor</i> .....	108
<i>FIGURA 3.33: Montaje de componentes neumáticos</i> .....	109
<i>FIGURA 3.34: Montaje de componentes eléctricos</i> .....	109
<i>FIGURA 3.35: Acabado superficial de la estructura</i> .....	110
<i>FIGURA 3.36: Montaje del logo</i> .....	111
<i>FIGURA 3.37: Instalación del software pasos (4-5)</i> .....	112
<i>FIGURA 3.38: Instalación del software paso (6)</i> .....	112
<i>FIGURA 3.39: Instalación del software pasos (4-5)</i> .....	113
<i>FIGURA 3.40: Instalación del software paso (6)</i> .....	113

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pag.</b>
<i>GRÁFICO 1.1: Sistema neumático .....</i>	<i>31</i>
<i>GRÁFICO 1.2: Diagrama de flujo del proceso semiautomático.....</i>	<i>41</i>
<i>GRÁFICO 2.1: Desgaste día 1 .....</i>	<i>50</i>
<i>GRÁFICO 2.2: Desgaste día 2 .....</i>	<i>51</i>
<i>GRÁFICO 2.3: Desgaste día 3 .....</i>	<i>52</i>
<i>GRÁFICO 2.4: Desgaste día 4 .....</i>	<i>53</i>
<i>GRÁFICO 2.5: Grado de favorabilidad de la entrevista.....</i>	<i>61</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
<i>TABLA 1.1: Propiedades físicas del aluminio 6063 .....</i>	<i>9</i>
<i>TABLA 1.2: Fuerza de empuje y retroceso del vástago del cilindro .....</i>	<i>36</i>
<i>TABLA 1.3: Factor de montaje .....</i>	<i>38</i>
<i>TABLAS 2.1: Desgaste día 1 .....</i>	<i>50</i>
<i>TABLA 2.2: Desgaste día 2 .....</i>	<i>51</i>
<i>TABLA 2.3: Desgaste día 3 .....</i>	<i>52</i>
<i>TABLA 2.4: Desgaste día 4 .....</i>	<i>53</i>
<i>TABLA 2.5: Detalle de desgaste de los agujeros .....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA 2.6: Detalle de desgaste de los pines .....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA 2.7: Estadística cuando existe suficientes bastidores .....</i>	<i>55</i>
<i>TABLA 2.8: Estadística cuando no existe suficientes bastidores .....</i>	<i>56</i>
<i>TABLA 2.9: 1<sup>ra</sup> opción para perforación de barras .....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 2.10: 2<sup>da</sup> opción para perforación de barras .....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 2.11: 3<sup>ra</sup> opción para perforación de barras .....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 2.12: Favorabilidad de la entrevista dirigida al Gerente .....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 2.13: Favorabilidad de la entrevista dirigida a un trabajador .....</i>	<i>61</i>
<i>TABLA 2.14: Detalle general de favorabilidad .....</i>	<i>61</i>
<i>TABLA 2.15: Tiempo en proceso manual .....</i>	<i>62</i>
<i>TABLA 3.1: Tiempo de proceso semiautomático .....</i>	<i>70</i>
<i>TABLA 3.2: Especificaciones del cilindro de simple efecto .....</i>	<i>92</i>

<i>TABLA 3.3: Especificaciones de martillo neumático .....</i>	<i>93</i>
<i>TABLA 3.4: Especificaciones la electroválvula 3/2.....</i>	<i>94</i>
<i>TABLA 3.5: Especificaciones del motorreductor .....</i>	<i>95</i>
<i>TABLA 3.6: Especificaciones de los finales de carrera eléctricos .....</i>	<i>96</i>
<i>TABLA 3.7: Especificaciones del pulsador de emergencia .....</i>	<i>97</i>
<i>TABLA 3.8: Especificaciones del pulsador NA y NC .....</i>	<i>98</i>
<i>TABLA 3.9: Especificaciones del cable eléctrico .....</i>	<i>98</i>
<i>TABLA 3.10: Especificaciones del tubo PVC anillado.....</i>	<i>99</i>
<i>TABLA 3.11: Especificaciones de la manguera neumática .....</i>	<i>99</i>
<i>TABLA 3.12: Especificaciones del racor recto.....</i>	<i>100</i>
<i>TABLA 3.13: especificaciones del racor en T.....</i>	<i>101</i>
<i>TABLA 3.14: Especificaciones del racor en codo .....</i>	<i>101</i>
<i>TABLA 3.15: Especificaciones del silenciador.....</i>	<i>102</i>
<i>TABLA 3.16: Especificaciones del Logo PLC 230RC .....</i>	<i>102</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<i>Manual de funcionamiento.....</i>	<i>ANEXO 1</i>
<i>Planos de la máquina semiautomática .....</i>	<i>ANEXO 2</i>
<i>Planos mecánicos.....</i>	<i>ANEXO 2.1</i>
<i>Planos del circuito de programación.....</i>	<i>ANEXO 2.2</i>
<i>Planos del circuito de control eléctrico .....</i>	<i>ANEXO 2.3</i>
<i>Planos del circuito neumático y de fuerza .....</i>	<i>ANEXO 2.4</i>
<i>Características generales y propiedades de los materiales.....</i>	<i>ANEXO 2.5</i>
<i>Fuerza de pruebas aplicada para la extracción de pines.....</i>	<i>ANEXO 2.5.1</i>
<i>Propiedades mecánicas del perfil de canales en U .....</i>	<i>ANEXO 2.5.2</i>
<i>Propiedades mecánicas del perfil del ángulo.....</i>	<i>ANEXO 2.5.3</i>
<i>Propiedades mecánicas del tubo estructural rectangular .....</i>	<i>ANEXO 2.5.4</i>
<i>Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 250:2000 .....</i>	<i>ANEXO 2.5.5</i>
<i>Especificaciones ruedas .....</i>	<i>ANEXO 2.5.6</i>
<i>Especificaciones de las propiedades de nylon.....</i>	<i>ANEXO 2.5.7</i>
<i>Especificaciones del conductor.....</i>	<i>ANEXO 2.5.8</i>
<i>Especificaciones del breaker .....</i>	<i>ANEXO 2.5.9</i>
<i>Programación del Logo PLC 230RC.....</i>	<i>ANEXO 3</i>

## RESUMEN

Las máquinas inventadas por el hombre, las cuales en un principio fueron rudimentarias y que a lo largo del tiempo han servido para realizar un trabajo físico, hoy en día se consideran eficientes si alcanzan sus objetivos en menor tiempo. La implementación de la máquina semiautomática para la empresa SERSOLEN CIA. LTDA permite disminuir el tiempo en la penetración y extracción de pines de aluminio en el periodo de mantenimiento del bastidor transportador, que en su anterioridad fue desempeñada con métodos manuales y desperdiciando materia prima que afecta directamente en el factor económico. La investigación realizada previa al diseño facilita conocer el comportamiento del aluminio y requerimientos técnicos para brindar facilidad de operación y confiabilidad en la ejecución del trabajo, además se estampa las bases teóricas, las técnicas de estudio para tener como resultado integral una máquina eficaz. El proyecto está enmarcado en el tipo de investigación científica, fundamentada a nivel comprensivo con un diseño de fuente mixta (documental y campo). Se emplearon técnicas e instrumentos de recolección de datos, específicamente el análisis de fuentes documentales, la observación directa y las entrevistas no estructuradas. La funcionalidad de la máquina está basada por un sistema de empuje y un sistema de ajuste para cada uno de los pines, donde se encuentra involucrada la parte del estudio estructural, eléctrico, electrónico, mecánico y neumático, esto permite poseer elementos fáciles de maniobrar y que se pueden encontrar rápidamente en el mercado nacional, dando versatilidad para el mantenimiento de la misma.

### PALABRAS CLAVES

**Extracción y ajuste de pines, semiautomático**

## ABSTRACT

The machines invented by man, which at first were rudimentary and that over time has been used to perform physical labor, today is considered efficient if they achieve their goals in less time. The implementation of the semi-automatic machine for the company SERSOLEN CIA. LTDA reduces the time in the penetration and extraction of aluminum pins on the holding period of the carrier frame, which was previously performed by manual methods, wasting raw material that directly affects the economic factor. The research conducted prior to the design facilitates understanding the behavior of aluminum and technical requirements for ease of operation and reliability in the performance of work. Besides the theoretical and study techniques have allowed comprehensive income as an efficient machine. The project is framed in the kind of scientific research, based on a design comprehensive mixed-source (documentary and field) level. Techniques and data collection instruments were used, specifically the analysis of documentary sources, direct observation and unstructured interviews. The functionality of the machine by a push system and an adjustment system is based for each of the pins, which is involved part of the structural, electrical, electronic, mechanical and pneumatic study. This allows easy hold and maneuver elements that can be found quickly in the domestic market, providing versatility for maintaining it.

## KEYWORDS

**Extraction and adjustment pin, semiautomatic**

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo Mg. Fabiola Soledad Cando Guanoluisa con C.C. 0502884604 **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema. **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA DISMINUIR EL TIEMPO EN LA PENETRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE PINES DEL BASTIDOR TRANSPORTADOR EN EL PROCESO DE ANODIZADO DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PERIODO 2013”**. Cuyos autores son León Iza Cristian Andrés, Machay Tisalema Byron Orlando y el director de Tesis Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera.

Latacunga, 23 de febrero del 2015

Docente:



Msc. Fabiola Soledad Cando Guanoluisa

C.C. 0502884604

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día los avances tecnológicos demandan gran parte del desarrollo económico y social, por lo que las máquinas semiautomáticas creadas se las conocen por la sencillez y facilidad de maniobrabilidad, ya que cubren una gran parte de las necesidades industriales mejorando y aligerando un proceso.

La solución de un problema es la aplicación e intervención de todos los conocimientos adquiridos, aplicando los métodos y técnicas de investigación, para determinar el problema y de ello tener materializada una solución directa.

Es preciso tener en cuenta que tanto el diseño y el ensamblaje en sí, serán determinados en aplicaciones sencillas que van a ser de suma importancia al momento de presentar el producto.

La elaboración de este proyecto de investigación está basada específicamente en tres capítulos, los mismos que se resumen a continuación con cada uno de los detalles.

CAPÍTULO I.- En este capítulo se resume todos los conceptos con respecto a las variables dependientes e independientes. Entre ellos los más renombrados están los conceptos de aluminio, anodizado, bastidor, neumática y logo 230 RC que tendrá como objetivo la recopilación de información de textos, revistas, páginas web, entre otros.

CAPÍTULO II.- En el cual se procederá a realizar el análisis e interpretación de resultados de las técnicas utilizadas como son: la observación y la entrevista aplicada al gerente general de la empresa SERSOLEN CIA LTDA y a uno de los

trabajadores de la misma empresa, mediante el cual se podrá realizar la verificación de hipótesis y la toma de decisión.

CAPÍTULO III.- En la propuesta se conoce una empresa Cotopaxense que brinda servicios de ingeniería a varias empresas que tienen como fin el desarrollo de proyectos industriales. También se detallará y desarrollará el diseño, cálculo y selección de elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos para la implementación de una máquina semiautomática la cual permitirá obtener el resultado de disminuir el tiempo en la penetración y extracción de pines de aluminio, se establecerán las conclusiones y recomendaciones pertinentes al desarrollo del proyecto y finalizando con el desarrollo del manual de funcionamiento e instrucciones del uso correcto de la máquina.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. DESCRIPCIÓN**

Con la información encontrada se describe que: para el proceso de transporte de perfiles de aluminio se utiliza un bastidor en el cual se realiza varios tipos de enganche, estos pueden ser mediante pinzas y binchas de polietileno, alambre y pines de aluminio. Los bastidores de preferencia no deben tener ningún material corrosivo, es decir que no puede estar influenciado por ningún tipo de acero. En la industria alumínica se está implantando el sistema de enganche por medio de pines de aluminio, el mismo que está brindando a la producción grandes beneficios.

En los bastidores se transportan los perfiles de aluminio para el anodizado, que es un proceso electrolítico donde se origina una película protectora para elevar la dureza y la resistencia a la abrasión, también se produce un desgaste de milímetros en los pines de aluminio debido al tiempo y al número de inmersiones. Por este motivo es necesario realizar el cambio de pines que se lo viene desarrollando de forma manual.

### **1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

No existe ninguna información, monografía o tesis del tema de investigación por lo que el trabajo es auténtico y describe lo que los autores han encontrado de antemano.

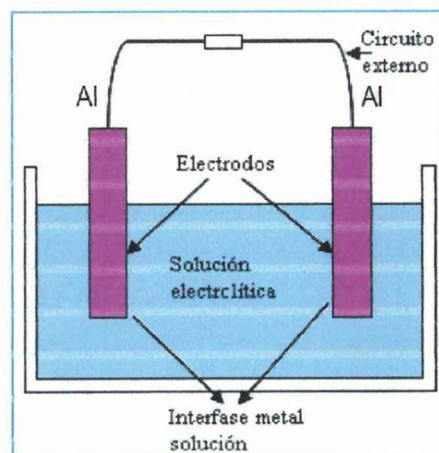
### 1.3. PROCESO DE ANODIZADO

Según la página <http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf>. Anodizado es un proceso electro-lítico por medio del cual la película protectora natural de óxido de 0,0000125 mm de su superficie se hace de mayor espesor, esta capa puede llegar hasta los 25 micrones.

Según Vargas H. y Jiménez N. (crecimiento de películas de óxido de aluminio) el proceso de anodizado de aluminio, es un proceso que actualmente se puede llevar a cabo variando parámetros de voltaje, temperatura, material utilizado como cátodo y concentración de soluciones. Se observa en la figura 1.1 las partes elementales de un tanque de anodizado como son los electrodos, el circuito externo del aluminio, la solución electrolítica y el interface metal de la solución.

*Anodizado es el proceso principal del tratado químico de la fabricación de los perfiles de aluminio, donde se genera una capa de protección natural mediante el proceso electrolítico, aumentando su capa en micras.*

FIGURA 1.1: ANODIZADO DE ALUMINIO



**Fuente:** Vargas H. y Jiménez N.  
(Crecimiento de películas de óxido)



Según Paredes J. (El uso de anodizado en materiales) los principales beneficios y ventajas que se puede obtener al realizar un proceso de anodizado son:

1. La capa de anodizado es más dura que las capas obtenidas pintado con resina sintética.
2. El anodizado no puede ser pelado ni escamado por cuanto la capa forma parte del metal base.
3. El anodizado le da al material una apariencia de superficie metálica muy superior a la que se puede lograr con pinturas orgánicas.
4. El anodizado no es afectado por la luz solar. Sin embargo, todos los recubrimientos orgánicos pueden eventualmente fallar debido a la exposición de los rayos ultravioletas.
5. Espesor de la capa controlada.
6. Eleva la dureza y la resistencia a la abrasión
7. Gran resistencia a la luz UV.

### **1.3.1. Ciclo típico y básico del proceso de anodizado**

Los ciclos básicos de un proceso de anodizado son: engrase, desenganche, matizado o decapado químico, anodizado y sellado. Se conoce con estos nombres por cada proceso químico que se lo realiza en cada uno de los tanques.

#### **1.3.1.1.Enganche**

Es un proceso que permite asegurar un adecuado contacto entre los perfiles de aluminio y las barras o bastidores que los transportan en todo el proceso de tratamiento que se realiza a los perfiles, pines, barras de aluminio, esto da como resultado una muy buena conducción de la corriente a través de ellas, además un buen enganche evita un posible corto circuito entre los barrajes. En figura 1.2 se observa un buen contacto y un buen ordenamiento de los perfiles.

FIGURA 1.2: ENGANCHE



Fuente: <http://www.revistaaluminio.com/?p=1424>

### 1.3.1.2.Desengrase

Consiste en aplicar agentes químicos que eliminen de la superficie manchas de aceite, grasas u otros componentes. En la figura 1.3 se visualiza los perfiles sumergidos en el interior del tanque para su respectivo desengrase.

FIGURA 1.3: DESENGRASE



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/degreasing-tank-anodizing-line-503031346.html>

### 1.3.1.3.Matizado o Decapado Químico

Este proceso es realizado en un tanque con sosa cáustica como una etapa preparatoria de la superficie del aluminio antes de la anodización. En la figura 1.4 se observa el tanque de anodizado que esta antes del tanque de decapado para el realizar un proceso correcto.

FIGURA 1.4: MATIZADO



Fuente: <http://www.alucolor.com.ar/nosotros.html>

#### 1.3.1.4. Anodizado

Es un proceso electrolítico de oxidación anódica que se prepara con ácido sulfúrico haciendo pasar una corriente eléctrica directa de aproximadamente 1 a 2 Amperios por decímetro cuadrado. En la celda electrolítica el aluminio actúa como ánodo y la corriente como agente de disociación. El cátodo lo constituyen láminas de otro material dentro de la celda. En la figura 1.5 se observa que los perfiles están de una forma ordenada para que no exista algún cortocircuito.

FIGURA 1.5: ANODIZADO



Fuente: [http://www.exlabesa.com/spa/servicios\\_anodizado.asp](http://www.exlabesa.com/spa/servicios_anodizado.asp)

### 1.3.1.5.Sellado

Es una etapa a continuación de la anodización, la película anódica se sella en tanques con agua y sales de níquel a bajas temperaturas. De esta forma, dicha película así formada puede llegar a tener un espesor de 5 a 20 micras, según el uso para el que se requiera el material. En figura 1.6 se observa que en el tanque de sellado se queda todos los agente químicos del tanque de anodizado.

FIGURA 1.6: SELLADO



**Fuente:** <http://www.wisphysics.es/2012/09/aluminio-anodizado-dureza-y-iphone-5>

### 1.3.2. Aluminio como materia prima

Según Askeland D. (Ciencia e ingeniería en los materiales) el aluminio es el segundo metal más abundante de la tierra. Permittedo que el aluminio se convierta en uno de los materiales de ingeniería más ampliamente utilizado y económico.

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) la resistencia a la corrosión de las aleaciones del aluminio depende de la formación de un recubrimiento delgado

de óxido. Dicha película se forma de modo espontáneo porque el aluminio es inherentemente muy reactivo. Se puede producir una película de óxido muy pesada mediante el proceso llamado anodizado.

*El aluminio por ser un metal no ferroso y con buenas características en su resistencia es utilizado en la actualidad para enfoques de tecnología. Además por su textura y su color es apreciado en el campo arquitectónico.*

### **1.3.2.1. Propiedades Físicas**

**Color.-** Es un metal blanco, con una alta reflectividad de la luz y el calor.

**Densidad.-** Según la página <http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf> la ligereza de la masa (peso) del aluminio es una de las propiedades más conocidas que este metal posee. Un centímetro cúbico de aluminio puede tener una masa de aproximadamente 2,699 g, comparado con los 7,85 g del acero y 8,46 g del cobre y su peso es casi un tercio del acero.

**Resistencia a la Corrosión.-** La resistencia del aluminio como propiedad física es por una formación espontánea de una película muy delgada de óxido de aluminio que es insoluble en agua, la cual la protege del medio ambiente y de la corrosión, tanto en forma de metal puro como cuando forma aleaciones.

**No es tóxico.-** El aluminio y sus derivados no son tóxicos, porque se pueden encontrar en todos los usos comunes y especialmente en los utensilios de cocina y en envases industriales.

**Apariencia.-** El aluminio es uno de los metales blancos que posee brillo natural de apariencia atractiva. Después de un tratamiento químico el aluminio puede cambiar su apariencia.

**Conductividad.-** Según la página <http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf> el aluminio es un excelente conductor del calor y la electricidad. Un conductor de aluminio pesa casi la mitad que otro de cobre con la misma conductividad.

*Al aluminio por ser un buen conductor de electricidad se realiza el proceso de anodizado, ya que cederá que toda la corriente eléctrica circule a través de ella sin problema y permitiendo de esa manera sea una ventaja para realizar el decapado químico que se disuelve en los tanques de ácido.*

### **1.3.2.2. Propiedades Mecánicas**

**Resistencia.-** Según la página <http://www.sapagroup.com/es/extrusions-argentina/el-aluminio/>. Las aleaciones de aluminio más comunes tienen una resistencia que va entre 70 y 700 MPa. Las más usadas para la extrusión abarcan un rango de entre 150 y 300 MPa. A diferencia de la mayoría de los aceros, el aluminio no se convierte en un metal quebradizo a bajas temperaturas, al contrario su resistencia aumenta; mientras que a altas temperaturas la resistencia del aluminio se reduce.

**Mecanizado.-** El aluminio es un material con el que se trabaja muy fácilmente, se puede curvar, cortar, taladrar, mecanizar. Además, se considera que el consumo de energía durante el mecanizado.

**Soldadura.-** En muchos casos los diseños de perfiles ya incorporan elementos que facilitan la soldadura de los perfiles. Soldadura por fusión, soldadura por fricción son solo algunos de los ejemplos.

*La resistencia del aluminio depende de las aleaciones que se los efectuó, estos podrían ser: magnesio, manganeso, cobre y silicio que los realiza respectivamente aplicando las normas técnicas.*

### 1.3.3. Aluminio 6063

Según la página <http://www.delmetal.com.ar/productos/aluminio/6063.pdf> el uso más frecuente de este tipo de aleación de aluminio es en: cañerías, barandas, muebles, perfiles de carpintería, camiones y pisos para tráileres, puertas, ventanas y tubos para riego. En la tabla 1.1 podemos detallar las condiciones técnicas y específicas del aluminio 6063 a nivel general.

*La descripción del aluminio se lo realiza según el tipo de aleación que la compone y también mediante el tiempo de tratamiento térmico que se lo hace en el horno de envejecimiento. La numeración 6063 se la asigna mediante la Norma Técnica ASTM.*

TABLA 1.1: PROPIEDADES FÍSICAS DEL AL. 6063

Densidad ( $gr/cm^3$ )	2.69	Coef. Dilatación (0 a 100 °C) $^{\circ}C^{-1} \times 10^{-6}$	23.4
Rango de fusión °C	615 – 655	Conductividad térmica (0 a 100 °C) W/m °C	Temple T6: 201
Módulo de elasticidad (MPa)	68300	Resistividad a 20 °C ( $\mu\Omega cm$ )	Temple T6: 3.3
Coeficiente de Poisson	0.33	Calor específico (0 a 100 °C)	900

**Fuente:** <http://www.delmetal.com.ar/productos/aluminio/6063.pdf>

## 1.4. DISEÑO DE MÁQUINAS

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) el diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones.

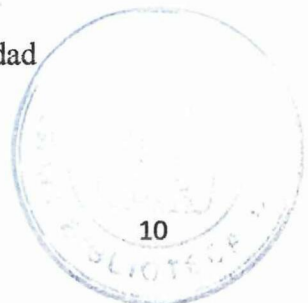
Algunas veces éstas deben tomarse con muy poca información, en otras con apenas la cantidad adecuada y en ocasiones con un exceso de información parcialmente contradictoria.

*Por lo antes mencionado se puede deducir que el diseño de una máquina está basado en las decisiones, condiciones y el conocimiento del diseñador, motivo por el cual se relacionan cada uno de estos ítems para desarrollar el proyecto y tener como conclusión un producto que cumplan con las necesidades y características de quién lo va utilizar.*

### **1.4.1. Consideraciones de diseño**

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) la resistencia que requiere un elemento de un sistema significa un factor importante para determinar su geometría y dimensiones. En esa situación se dice que la resistencia es una consideración de diseño importante. Cuando se emplea la expresión consideración de diseño, se involucra de manera directa alguna característica que influye en el diseño del elemento, o tal vez en todo el sistema. A menudo se deben considerar muchas de esas características en una situación de diseño dada. Entre las más importantes se pueden mencionar (no necesariamente en orden de importancia):

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Funcionalidad                | 9. Corrosión             |
| 2. Ruido                        | 10. Control              |
| 3. Resistencia/esfuerzo         | 11. Seguridad            |
| 4. Estilo                       | 12. Propiedades térmicas |
| 5. Distorsión/deflexión/rigidez | 13. Confiabilidad        |
| 6. Forma                        | 14. Superficie           |
| 7. Desgaste                     | 15. Manufacturabilidad   |
| 8. Tamaño                       | 16. Lubricación          |



17. Utilidad

18. Comercialización

19. Costo

20. Mantenimiento

21. Fricción

22. Volumen

23. Peso

*Al hablar de consideraciones de diseño se involucra directamente las características que debe poseer una máquina para cumplir las referencias técnicas y a los parámetros que el diseñador pueda asumir.*

## **1.5. DISEÑO MECÁNICO**

Se hace un realce a este tema para conocer el diseño y selección de componentes mecánicos.

### **1.5.1. Cinemática, mecanismos y máquinas**

Según Myszka D. (Machines – Mechanisms) las máquinas son dispositivos que se utilizan para modificar y transmitir las fuerzas directas para lograr un objetivo específico. Un mecanismo es la parte mecánica de una máquina que tiene la función de transferir el movimiento y las fuerzas de una fuente de alimentación a una salida.

*Interpretando a Myszka D. se define que una máquina es el conjunto de mecanismos que interactúan entre sí para lograr un fin específico. Un mecanismo puede transmitir o transformar un movimiento.*

### 1.5.1.1.Cinemática

Se ocupa de la forma en que las cosas se mueven. Formalmente definido, es el estudio de la geometría de movimiento. Análisis cinemático implica la determinación de la posición, el desplazamiento, la rotación, la velocidad y la aceleración. Para esto se puede denotar el movimiento de los cuerpos en una dimensión, aplicando así las fórmulas más representativas como:

Según Vallejo – Zambrano (Física Vectorial) detalla que:

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación 1.1}$$

$$a = \frac{v}{t} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

$$F = m \cdot a \quad \text{Ecuación 1.3}$$

**Dónde:**

$v$  = Velocidad (m/s)

$a$  = Aceleración ( $m/s^2$ )

$d$  = Distancia (m)

$F$  = Fuerza (N)

$t$  = Tiempo (s)

$m$  = Masa (Kg)

### 1.5.1.2.Movimiento circular uniforme (MCU)

Se puede decir que el movimiento circular es la que cubre toda la trayectoria de una circunferencia, por lo tanto una circunferencia tiene una vuelta completa que equivale a  $360^\circ$  o también a  $2\pi\text{rad}$ . En la figura 1.7 se puede observar una circunferencia para el movimiento circular se puede encontrar el radio, el valor de  $\theta$ , el tiempo, entre otros. Las fórmulas más utilizadas son:

Según la página <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/MovimientoCircular.html> las ecuaciones para el movimiento circular son:

$$\theta = \frac{\text{arco}}{\text{radio}} \text{ (Radianes)}$$

*Ecuación 1.4*

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

*Ecuación 1.5*

$$\omega = \frac{v}{r}$$

*Ecuación 1.6*

**Dónde:**

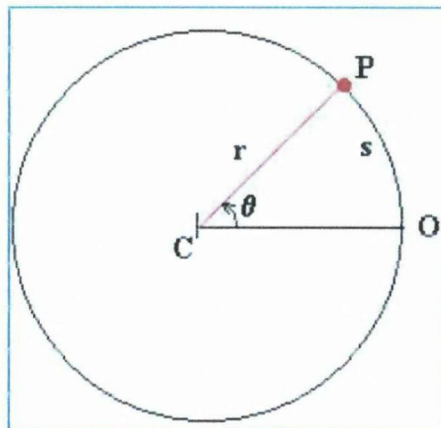
$\omega$  = Velocidad angular (rad/s)

$v$  = Velocidad (m/s)

$t$  = Tiempo (s)

$r$  = Radio (m)

FIGURA 1.7: MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME



**Fuente:** <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/MovimientoCircular.html>

### 1.5.1.3. Cinética

Es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, de la cual estos dependen la cantidad de la masa y la velocidad de un cuerpo. Por lo tanto la energía viene dada en julios (J) y su ecuación es:

Según Vallejo – Zambrano (Física Vectorial) la ecuación para hallar la energía cinética es:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

*Ecuación 1.7*

**Dónde:**

$E_c$  = Energía cinética (J)

$m$  = Masa (Kg)

$v$  = Velocidad (m/seg)

#### **1.5.1.4.Mecanismos**

Según la página <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2008/04/mecanismos-transmision.pdf> los mecanismos son dispositivos que transforman el movimiento producido por un elemento motriz (fuerza de entrada) en un movimiento deseado de salida (fuerza de salida) llamado elemento conducido. Existen dos grupos de mecanismos:

- a) Mecanismos de transmisión del movimiento.
- b) Mecanismos de transformación del movimiento.

*Es un sistema que puede transmitir o transformar una fuerza de entrada en una fuerza de salida deseada.*

##### **a) Mecanismos de transmisión del movimiento**

Son los que transmiten el movimiento de un punto a otro punto diferente, siendo el mismo tipo de movimiento para los dos puntos mencionados. Existen dos tipos de mecanismos y estos son:

- **Mecanismos de transmisión lineal.**- El elemento de entrada y el de salida tienen movimiento lineal.
- **Mecanismos de transmisión circular.**- El elemento de entrada y el de salida tienen movimiento circular.

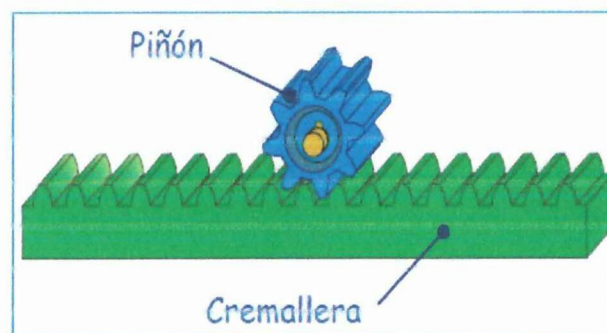
### **b) Mecanismos de transformación del movimiento**

Es en la cual su principal funcionamiento es transformar un movimiento giratorio a un movimiento lineal o también puede ser viceversa, esto depende del mecanismo que se pueda utilizar. Estas pueden ser:

- **Transformación de giratorio en giratorio.-** Este mecanismo realiza la conversión de una fuerza de entrada giratoria en una fuerza de salida giratoria. El mecanismo más conocido para realizar este trabajo es el sistema de engranajes.
- **Transformación de giratorio en lineal.-** Este tipo de mecanismo realiza la conversión de una fuerza de entrada giratoria en una fuerza de salida lineal. El mecanismo más conocido y utilizado para realizar este trabajo es el sistema de piñón -cremallera

**Sistema piñón – cremallera.-** Este sistema permite convertir un movimiento giratorio en un movimiento lineal este sistema puede ser tan versátil y utilitario que se lo utiliza también viceversa, en figura 1.8 se observa el sistema acople entre los dos componentes o piezas mecánicas que forman un mecanismo de movimiento.

FIGURA 1.8: SISTEMA PIÑÓN - CREMALLERA

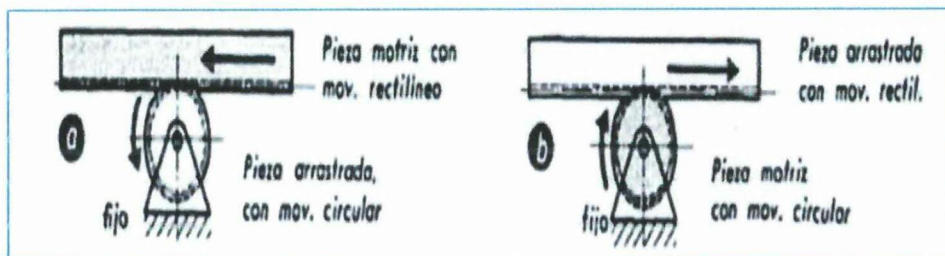


**Fuente:** [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cremallera-pinon.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cremallera-pinon.htm)

### Montaje de un mecanismo de una cremallera

Las cremalleras o barras dentadas facilitan en la colaboración con una rueda dentada para producir los cambios de movimiento, tanto la rueda dentada como la cremallera pueden actuar como motrices en un sistema determinado. En figura 1.9 se puede apreciar el mecanismo de una cremallera que se puede disponer de esta tanto al estar montado verticalmente u horizontalmente pudiendo además estar dispuesta la cremallera sobre la rueda dentada, debajo o a lado de ella según se determine el fin que se le vaya a dar al mecanismo.

FIGURA 1.9: MOVIMIENTO DE LA RUEDA DENTADA



Fuente: Joseph S. (Montaje, ajuste, verificación de elementos de máquina)

Según la página [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cremallera-pinion.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cremallera-pinion.htm) deduce que existe la distancia de desplazamiento y la velocidad mencionando las siguientes ecuaciones:

$$d = \frac{z}{n} \quad \text{Ecuación 1.8}$$

$$V = N \times \frac{z}{n} \quad \text{Ecuación 1.9}$$

**Dónde:**

$d$  = Distancia de desplazamiento (m)

$z$  = Número de dientes del piñón

$n$  = Número de dientes por centímetro de la cremallera

$V$  = Velocidad de la cremallera (m/s)

$N$  = Velocidad de giro del piñón (rpm)

## **1.5.2. Materiales en ingeniería**

Todos los materiales para su fabricación son diseñados dependiendo de su uso y su aplicación, esto se deberá a la información disponible y a las herramientas que permiten predecir el comportamiento mecánico de un material. Los materiales también se los puede clasificar según su aplicación.

### **Factores a considerar para la selección de un material:**

1. Factibilidad de fabricación
2. Estabilidad dimensional
3. Compatibilidad con los demás materiales
4. Reciclabilidad
5. Impacto ambiental durante su fabricación y desecho
6. Costo de fabricación

### **1.5.2.1. Tipos de materiales**

En la naturaleza se pueden distinguir varios tipos de materiales tales como:

- a) Metálicos
- b) Polímeros
- c) Cerámicos
- d) Vidrios

#### ***Materiales metálicos***

Según Smith W. (Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales) los materiales metálicos son sustancias inorgánicas compuestas por uno o más elementos metálicos y pueden contener algunos elementos no metálicos. Son ejemplos de elementos metálicos el hierro, el cobre, el aluminio, el níquel y el titanio.

*Interpretando a Smith William los metales, compuestos por elementos químicos los cuales se clasifican en metales y no metales. Al estar compuesto por elementos metálicos se consideran también muy buenos conductores de corriente.*

Los metales están formados por enlaces metálicos y tienen una estructura cristalina. Por esta razón se clasifican en dos grupos importantes que son ferrosos y no ferrosos, esto se debe según el contenido de hierro.

### **Ferrosos**

Un material es ferroso o férrico cuando su componente principal es el hierro. Normalmente posee pequeñas cantidades de carbono que se han incorporado en el proceso de obtención y otros metales incorporados, para que la aleación resultante adquiera propiedades especiales.

Según Villalba H. (Elementos de máquinas y sistemas) para clasificar los materiales ferrosos dependen de la cantidad que carbono que obtengan cada uno de estos materiales, tales como:

Hierro	$C < 0,1\%$
Aceros	$0,1 \% < C < 2\%$
Fundiciones	$2 \% < C < 7\%$

*El tipo de material ferroso depende de porcentaje de carbono que se añade al momento de la fabricación de cualquier tipo de metal.*

### **No ferrosos**

Los metales no ferrosos son los más importantes desde el punto de vista industrial, pues presentan excelentes propiedades mecánicas, capacidad para modificar sus

propiedades por medio de tratamientos mecánicos y térmicos y bajo precio debido a su abundancia y fácil obtención.

No obstante, hay veces que las exigencias técnicas obligan a usar materiales cuyas características no siempre son satisfechas por los metales férricos. Con frecuencia se exige de los metales buena resistencia a la corrosión, poco peso, gran resistencia mecánica, elevada conductividad eléctrica o térmica y alta resistencia al desgaste. Características difíciles de lograr con el hierro y sus aleaciones, pero que poseen distintos metales no ferrosos.

### Clasificación

Según Giraldo R. (materiales no ferrosos) los metales no ferrosos se pueden clasificar atendiendo a su densidad en tres grandes grupos:

- **Metales no ferrosos pesados:** Densidad igual o mayor a  $5 \text{ kg/dm}^3$ . Los más importantes son el cobre, estaño, cinc y plomo.
- **Metales no ferrosos ligeros:** Densidad comprendida entre 2 y  $5 \text{ kg/dm}^3$ . Los más importantes son el aluminio y sus aleaciones.
- **Metales no ferrosos ultraligeros:** Densidad menor a  $2 \text{ kg/dm}^3$ . En este grupo casi podemos encontrar el magnesio y el berilio.

*La clasificación de los metales no ferrosos depende solo de la cantidad de densidad, tomando en cuenta que el aluminio se encuentra en los metales no ferrosos ligeros.*

### **Polímeros**

Según Smith W. (Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales) la mayoría de los materiales poliméricos constan de largas cadenas o redes

moleculares que frecuentemente se basan en compuestos orgánicos, la mayoría de los materiales poliméricos no son cristalinos, pero algunos constan de mezclas de regiones cristalinas y no cristalinas. La resistencia y ductibilidad de los materiales poliméricos varía considerablemente. Algunos de estos materiales son buenos aislantes y se emplean como aislantes eléctricos.

*Interpretando a Smith William se puede deducir que la resistencia de los polímeros depende de las redes moleculares y de esta manera también se las denomina como aislantes.*

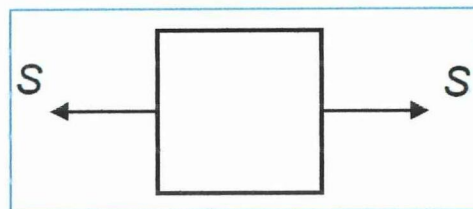
### 1.5.2.2. Análisis para resistencia de materiales

#### a) Cargas

Son fuerzas que se aplica sobre una pieza, donde se puede encontrar el punto de aplicación, dirección y sentido. Las cargas pueden estar en diferentes estados como es la tensión, compresión y torsión.

**Tensión o tracción.**- Son cuando las cargas son colineales con el eje de simetría y sus sentidos están saliendo del cuerpo. En figura 1.10 se puede identificar las cargas salientes que están identificadas con la letra S.

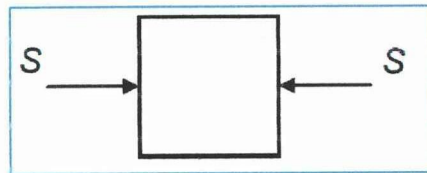
FIGURA 1.10: TENSION O TRACCION



Fuente: <http://www.utp.edu.co/~lvanegas/disI/Cap2.pdf>

**Compresión.-** Son cuando las cargas colineales están en el eje de simetría y sus sentidos están entrando al cuerpo. En figura 1.11 se puede apreciar las cargas entrantes hacia un cuerpo que están identificadas con la letra S.

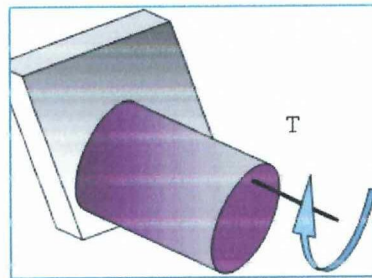
FIGURA 1.11: COMPRESIÓN



**Fuente:** <http://www.utp.edu.co/~lvanegas/disI/Cap2.pdf>

**Torsión.-** Se produce cuando la carga trata de hacer girar toda la parte del objeto. En figura 1.12 observar que la torsión en un cuerpo puede ser efectuada en sentido horario o anti horario, y el cuerpo básicamente no debe ser redondo.

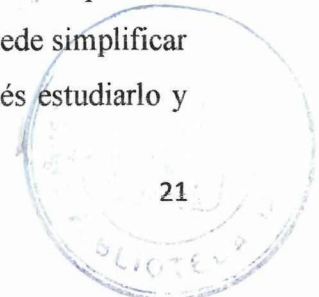
FIGURA 1.12: TORSIÓN



**Fuente:** <http://www.utp.edu.co/~lvanegas/disI/Cap2.pdf>

### ***b) Diagrama de cuerpo libre***

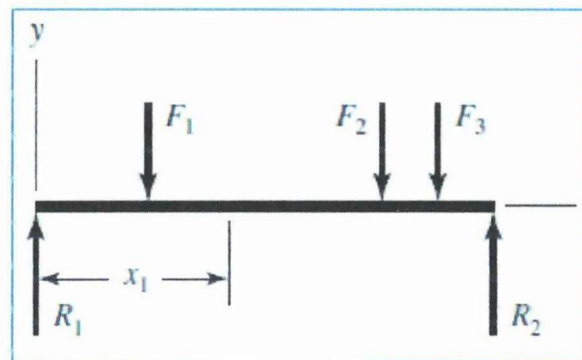
Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) el diagrama de cuerpo libre permite el análisis de una estructura o máquina muy compleja se puede simplificar por medio del aislamiento sucesivo de cada elemento, para después estudiarlo y



analizarlo mediante el empleo de diagramas de cuerpo libre. Cuando todos los elementos se han analizado de esta manera, el conocimiento se unifica para producir información respecto del comportamiento del sistema total. En la figura 1.13 se observa que pueden existir varias fuerzas interactuando sobre un mismo cuerpo, en el cual todas esas fuerzas deben ser representadas en el diagrama de cuerpo libre.

*El diagrama de cuerpo libre permite identificar y ubicar todas las fuerzas y cargas que se encuentran interactuando en un cuerpo.*

FIGURA 1.13: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



**Fuente:** Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica)

### c) Esfuerzo

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) la distribución de fuerza que actúa en un punto sobre la superficie es única y tendrá componentes en las direcciones normal y tangencial llamados esfuerzo normal y esfuerzo cortante tangencial, respectivamente. Los esfuerzos normales y cortantes se identifican con las letras griegas  $\sigma$  (sigma) y  $\tau$  (tau), respectivamente. Si la dirección de  $\sigma$  es saliente de la superficie se considera un esfuerzo de tensión y es un esfuerzo normal positivo. Si  $\sigma$  entra hacia la superficie es un esfuerzo compresivo y

comúnmente se considera una cantidad negativa. La unidad de medida puede deducir como  $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal (Pa)}$ .

*El esfuerzo se puede deducir como una interacción de fuerza ejercida sobre una pieza. El esfuerzo de dicha pieza puede estar en tensión o compresión.*

#### ***d) Esfuerzos uniformemente distribuidos***

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) toda pieza mecánica o soportes de sujeción se pueden verificar la distribución del esfuerzo, sea los esfuerzos mínimos y máximos que pueden soportar. Una barra en tensión es un ejemplo típico. Un esfuerzo uniforme significa que si se corta la barra en una sección alejada de los extremos y se remueve una parte, se puede reemplazar su efecto aplicando una fuerza uniformemente distribuida de magnitud  $\sigma A$  al extremo cortado. Por ello se dice que el esfuerzo  $\sigma$  está uniformemente distribuido y se calcula mediante la ecuación

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \text{Ecuación 1.10}$$

**Dónde:**

$\sigma$  = Esfuerzo (Mpa)

$F$  = Fuerza (N)

$A$  = Área ( $\text{m}^2$ )

#### ***e) Factor de seguridad***

Es un valor calculado de la capacidad máxima de un sistema o de un cuerpo de puede soportar varias cargas. Por lo tanto el valor del factor de seguridad debe ser mayor que 1, en la cual indica la capacidad en exceso que puede tener ese sistema diseñado o construido para cumplir todos los requerimientos establecidos.

Según Shigley J. (Diseño en ingeniería mecánica) el factor se conoce como factor de seguridad,  $n$ , que tiene la misma definición que el factor de diseño, pero por lo general difiere en su valor numérico. De esa manera se denota la ecuación del factor de seguridad como:

$$n = \frac{\delta_y}{\sigma_x} \qquad \text{Ecuación 1.11}$$

Dónde:

$\sigma_x$  = Esfuerzo de una pieza (Mpa)

$n$  = factor de seguridad

$\delta_y$  = Limite de fluencia (Mpa)

*El factor de seguridad de un diseño que se lo realice permite tener un grado de confiabilidad, dando como resultado evitar fallas estructurales y la capacidad de soportar mayor cargas para las cuales fueron diseñadas.*

### **1.5.2.3. Autodesk Inventor**

Según la página <http://www.autodesk.es/products/inventor/features/all/list-view> los productos de software de CAD 3D Inventor e Inventor Professional proporcionan funciones avanzadas para el diseño de ingeniería mecánica, análisis de elementos finitos, simulación de movimiento, gestión de datos, sistemas enrutados y diseño de moldes, junto con soluciones que aumentan la productividad de CAD.

*Es un software de diseño mecánico basado en técnicas de modelado paramétrico en la cual el usuario puede utilizar las herramientas que ofrece para agilizar los avances de los proyectos de ingeniería. Además permite la visualización el análisis de resistencia de una pieza mecánica.*

### **1.5.3. Diseño de estructura**

La estructura de una máquina está encargada de soportar el peso total de todos los elementos y componentes que van a estar sujetas a ella. Esta estructura debe ser capaz de soportar todas las condiciones físicas y mecánicas, por lo cual debe ser un material resistente al peso y a las posibles vibraciones ocasionadas por algún mecanismo.

#### **1.5.3.1. Perfiles**

Según la página <http://www.arquitecturaenacero.org/materiales/24-perfiles-y-tubos> normalmente los perfiles de acero se pueden clasificar según el tipo de proceso de producción que le da origen tales como:

##### ***a) Perfiles laminados***

Los perfiles se producen a partir de la laminación en caliente de palanquillas o tochos hasta darle la conformación deseada. Entre sus características destaca su uniformidad estructural pues no presentan soldaduras o costuras y tienen un bajo nivel de acumulación de tensiones residuales localizadas. Estas se producen en secciones tipo I, H, T y U.

##### ***b) Perfiles conformados en frío***

Los perfiles conformados en frío o doblados se obtienen por la conformación de planchas planas en forma de chapas o flejes sin cambiar su temperatura. Se producen usualmente en secciones tipo U, C, L y algunas variantes según cada productor. También se pueden destacar los perfiles de ángulo, en el ANEXO 3.4.3 se indican sus respectivas características. En el ANEXO 3.4.2 se muestran las características de los canales en U.

*Los perfiles fabricados en la industrial se clasifican según el tipo de proceso que se los efectúa, en la cual los diversas formas que se encuentran en el mercado son establecidos según normas de fabricación.*

### **1.5.3.2. Tubos estructurales**

Estos tubos estructurales son formados a partir de flejes de acero que pueden ser laminados en frío o en caliente. En el ANEXO 3.4.4 se muestran las características del tubo rectangular. La forma de fabricación depende de matricaria. Los más conocidos y disponibles en el mercado son:

- Tubos rectangulares
- Tubos redondos
- Tubos cuadrados.

### **1.5.4. Soldadura**

La American Welding Society define una soldadura como “una coalescencia localizada (la fusión o unión de la estructura de granos de los materiales que se están soldando) de metales o no metales producidas mediante el calentamiento de los materiales a las temperaturas de soldadura requeridas, con o sin metal la aplicación de presión, o mediante la aplicación de presión sola y con o sin el uso de metal de aportación.

*Se puede definir como un proceso de unión de dos o más piezas metálicas, con o sin metal de aportación.*

Los procesos de soldadura usada pueden dividirse en cuatro grupos, las cuales son:

- Soldadura de arco eléctrico SWAM

- Soldadura de resistencia eléctrica
- Soldadura por gases (Plasma)
- Soldadura en estado sólido

#### 1.5.4.1. Soldadura de arco eléctrico SWAM

Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto (Coated Electrode) y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. En figura 1.14 se observa todos los elementos que se encuentra en el momento de formar un arco eléctrico.

FIGURA 1.14: SOLDADURA



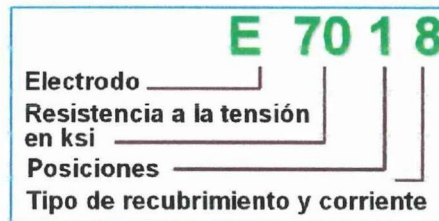
**Fuente:** [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro\\_ma/17.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/17.pdf)

#### 1.5.4.2. Electrodo para soldar aceros

La selección de electrodos para realizar cada una de las juntas soldadas depende del uso, aplicaciones y procedimientos de soldadura que se los va a realizar a

cualquier pieza o elemento mecánico. En figura 1.15 se puede reconocer la nomenclatura de los números encontrados en un electrodo.

FIGURA 1.15: NOMENCLATURA DEL ELECTRODO



Fuente: [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro\\_ma/17.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/17.pdf)

### ***Electrodo 6011***

Según la página [http://www.indura.net/\\_file/file\\_1774\\_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf](http://www.indura.net/_file/file_1774_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf) los electros 6011 están especialmente diseñado para uso con corriente alterna y corriente continua. Sus características son:

- a) Eficiencia de deposición del metal superior al 70%.
- b) Gran facilidad de encendido, manejo de arco y firmeza de la copa.
- c) Excelente penetración.
- d) Fácil remoción de escoria

*Los electrodos son usados según el tipo de material que requiere soldar y también según el tipo de corriente que posee la máquina soldadora.*

## **1.5.5. Diseño eléctrico**

### **1.5.5.1. Motorreductor**

Se llaman así por la transmisión de fuerza por cadenas, engranes y correas, que son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso

industrial, que necesita reducir la velocidad de una forma segura y eficiente para cualquier tipo de trabajo que los vaya a realizar. Para la selección se los motorreductores se debe tomar mucho en cuenta los factores como son la potencia, velocidad, torque y la relación de reducción.

Según la página <http://www.forosdeelectronica.com/f12/calcular-potencia-motor-cierto-torque-105015/> deduce que las ecuaciones del torque y la potencia son:

#### *Cálculo del torque*

$$T = F \cdot r \qquad \text{Ecuación 1.12}$$

#### *Cálculo de la potencia en HP*

$$\text{Potencia (HP)} = \frac{T(\text{Kgm}) \cdot \text{Velocidad de giro (rpm)}}{716} \qquad \text{Ecuación 1.13}$$

Dónde:

$T$  = Torque (N m) o (Kg m)

$r$  = Radio (m)

$F$  = Fuerza (N)

$\text{Potencia}$  = Horse Power (HP)

## **1.6. SISTEMA NEUMÁTICO**

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) la neumática se refiere al estudio del movimiento del aire. Los movimientos del cilindro y motores neumáticos se lo

realizan por medio del aire comprimido, pudiendo aplicar en herramientas, válvulas de control, martillos neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, prensas neumáticas, etc.

**Ventajas:**

- No es inflamable por lo que permite trabajar en lugares explosivos.
- El costo es más económico a relación de lo hidráulico.
- Sus componentes son de fácil adquisición.
- Es energía limpia.
- Es aplicada para altas velocidades.
- No es contaminante.
- Es poco probable que exista sobrecarga.

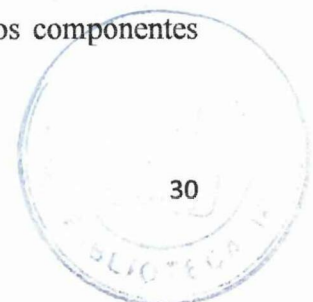
**Desventajas:**

- Dificulta la visualización de fugas.
- Existe ruido.
- Tiene un sistema de almacenamiento limitado.
- Existe pérdida de presión a largas distancias.
- Amplio espacio del sistema de control.

*Por las ventajas que favorecen al desarrollo de la investigación la máquina va a tomar en su diseño las bases de la neumática, relacionando cada una de las alternativas que brinda un sistema neumático.*

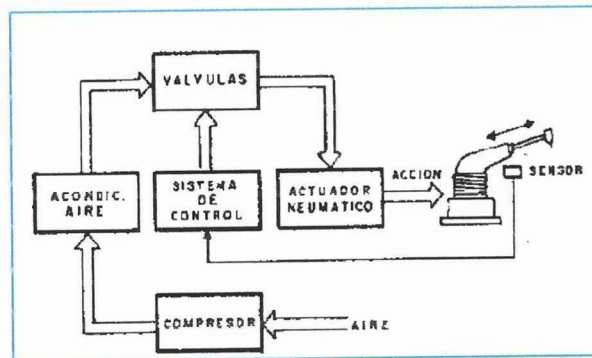
### **1.6.1. Sistema y componentes neumáticos**

Los componentes de un sistema neumático transmiten la energía mediante el movimiento del aire. En el gráfico 1.1 está representado todos los componentes que forma un sistema neumático y está formado por:



- Compresor
- Actuador
- Válvulas
- Acumulador
- Filtro
- Válvula de alivio
- Tubería

GRÁFICO 1.1: SISTEMA NEUMÁTICO



Fuente: [http://ivanferreyra-colon.blogspot.com/2012/08/sistemas-neumaticos-definicion\\_24.html](http://ivanferreyra-colon.blogspot.com/2012/08/sistemas-neumaticos-definicion_24.html)

### 1.6.1.1. Compresor

Es aquella que aprovecha la energía mecánica para disminuir el volumen y aumentar la presión. En detalle también se lo conoce porque aspira el aire a presión atmosférica y lo comprime mecánicamente logrando expulsar el aire con una gran velocidad gracias a la presión acumulada.

### 1.6.1.2. Válvulas

Las válvulas tienen la función de controlar la presión o el paso del aire comprimido. Según su uso, las válvulas pueden clasificarse en:

1. Válvulas de vías
2. Válvulas de cierre
3. Válvulas reguladoras de flujo

4. Válvulas de presión
5. Combinación de estas válvulas

- ***Válvulas de cierre***

Este tipo de válvula permite que el flujo de aire pase en una sola dirección. Esta es utilizada en válvulas selectoras (válvulas reguladoras de caudal unidireccional).

Los tipos de válvulas que se puede encontrar en las válvulas de cierre son:

- a) Válvula antirretorno
- b) Válvula de escape rápido
- c) Válvula de simultaneidad
- d) Válvula de estrangulamiento

- ***Válvula de bola***

En estas válvulas la bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación de fluidos cuando se encuentra en posición abierta, y corta el paso cuando se cambia la posición girando la manija 90 grados. Suelen ser de bajo costo y poco propensas a fugas. Requieren poco mantenimiento y no necesitan lubricación. En figura 1.16 se puede observar la forma estética que tiene una válvula de bola.

FIGURA 1.16: VÁLVULA DE BOLA



**Fuente:** <http://www.jnaceros.com.pe/blog/valvulas-acero-inoxidable/>

- ***Electroválvulas***

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

*Son simplemente válvulas que permiten el paso o cierre del aire comprimido, pero su conmutación es de naturaleza eléctrica, excitando a un solenoide que por acción neumática provoca el deslizamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el paso del aire comprimido.*

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación. En figura 1.17 se observa la forma estética de una electroválvula 3/2 que significa que tiene 3 vías y 2 posiciones y es accionado mediante un solenoide.

FIGURA 1.17: ELECTROVÁLVULA



**Fuente:** <http://www.boletinindustrial.com/producto-imagen.aspx?pid=56187>

### 1.6.1.3.Acumulador

Este es el encargado de almacenar aire comprimido proveniente del compresor. Su función consiste en estabilizar la alimentación de aire a presión al sistema y evitar las oscilaciones. La superficie relativamente grande del acumulador provoca un enfriamiento del aire, motivo por lo cual condensa el agua contenida en el acumulador.

### 1.6.1.4.Filtro

Según Delnero J. (circuitos neumáticos - fluido dinámica) los filtros de aire comprimido tienen por función detener las partículas sólidas que hay en el aire y eliminar el agua condensada. Los filtros se fabrican en diferentes modelos así como como se observa en la figura 1.18, por lo general deben tener drenajes acondicionados manualmente, semiautomáticas o automáticas.

*El filtro es un componente neumático que permite limpiar la suciedad y la humedad del aire comprimido producida por el compresor.*

FIGURA 1.18: FILTRO



**Fuente:** <http://www.seincodelcentro.com/producto.php?producto=NF%20244>

### 1.6.1.5.Actuador neumático

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) los actuadores neumáticos convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal

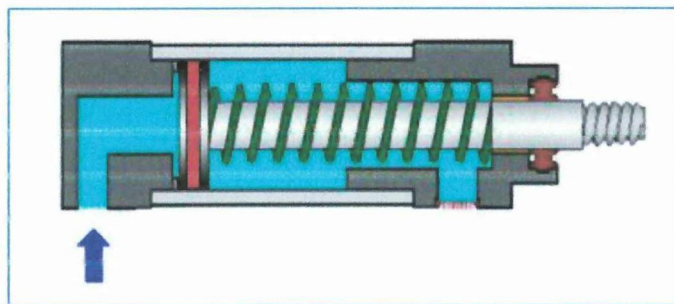
mediante servomotores de diafragma, pistones o cilindros o bien un movimiento giratorio con motores neumáticos.

*El funcionamiento sencillo que posee el cilindro de simple efecto es atractivo para incluirlo en muchos proyectos de carácter industrial, y brinda un desempeño gratificante en el trabajo que cumple.*

- ***Cilindro de simple efecto***

Estos cilindros se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen el consumo del aire más bajo que el de un cilindro de doble efecto de igual tamaño y dimensión. Mediante la figura 1.19 se podrá deducir que existe una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte que existe al interior del cilindro, así que puede ser necesario un diámetro interno más grande para conseguir la misma fuerza de retroceso.

FIGURA 1.19: CILINDRO DE SIMPLE EFECTO



**Fuente:**[http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m\\_en001/ud04/html/en0\\_ud04\\_1111\\_con.htm](http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_1111_con.htm)

### **Fuerza del Cilindro**

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) la fórmula para los cilindros o diafragmas de simple efecto, la fuerza es la diferencia entre la fuerza del aire y la del muelle.

$$F = \frac{P_{\text{aire}} \times \text{área pistón}}{10} - f_{\text{muelle}}$$

$$F = P_{\text{aire}} \times \frac{\pi \times D^2}{40} - f_{\text{muelle}} \quad \text{Ecuación 1.14}$$

**Dónde:**

F = Fuerza (N)

$P_{\text{aire}}$  = Presión del aire (bar)

D = Diámetro cilindro (mm)

$F_{\text{muelle}}$  = Fuerza muelle (N)

En la tabla 1.2 se puede observar la fuerza de empuje y la fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso para los cilindros de varios tamaños.

**TABLA 1.2. FUERZA DE EMPUJE Y FUERZA A RESTAR POR EL ÁREA DEL VÁSTAGO DEL CILINDRO DEL PISTÓN EN EL RETROCESO**

Fuerza de empuje actuando el aire en toda el área del pistón						Fuerza a restar por el área del vástago del pistón en el retroceso					
Diámetro del cilindro (mm)	Área del pistón (mm <sup>2</sup> )	Fuerza de empuje en Newton a varias presiones (bar)				Diámetro vástago del pistón (mm)	Área del vástago del pistón (mm <sup>2</sup> )	Fuerza de retroceso a varias presiones (Newton)			
		1,0	5,0	7,0	10,0			1,0	5,0	7,0	10,0
6	28	2,8	14,1	19,8	28,3	4	13	1,3	6,3	8,8	12,6
8	50	5,0	25,1	35,2	50,2	6	28	2,8	14,1	19,8	28,3
10	79	7,9	39,3	55,0	78,5	8	50	5,0	25,1	35,2	50,2
12	113	11,3	56,5	79,1	113,0	10	79	7,9	39,3	55,0	78,5
14	154	15,4	76,9	107,7	153,9	12	113	11,3	56,5	79,1	113,0
16	201	20,1	100,5	140,7	201,0	16	201	20,1	100,5	140,7	201,0
20	314	31,4	157,0	219,8	314,0	20	314	31,4	157,0	219,8	314,0
25	491	49,1	245,3	343,4	490,6	25	491	49,1	245,3	343,4	490,6
32	804	80,4	401,9	562,7	803,8	32	804	80,4	401,9	562,7	803,8
40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0	40	1.257	125,6	628,0	879,2	1.256,0
50	1.963	196,3	981,3	1.373,8	1.962,5						
63	3.117	311,6	1.557,8	2.181,0	3.115,7						
80	5.027	502,4	2.512,0	3.516,8	5.024,0						
100	7.854	785,0	3.925,0	5.495,0	7.850,0						
125	12.272	1.226,6	6.132,8	8.585,9	12.265,6						
160	20.106	2.009,6	10.048,0	14.067,2	20.096,0						
200	31.416	3.140,0	15.700,0	21.980,0	31.400,0						

**Fuente:** Creus A. (Neumática e hidráulica)

### Fuerza de carga del cilindro

La carga depende de la forma de montaje del cilindro, que son básicamente tres que están detalladas a continuación en base a grupos con características distintas:

- **Grupo 1**

El montaje fijo que absorbe la fuerza del cilindro en la línea central. Es el mejor sistema ya que las fuerzas sobre el vástago están equilibradas y los elementos de fijación solo están sometidos a una simple tensión o cizalladura. La fijación del cilindro puede ser del tipo de espárragos o de brida.

- **Grupo 2**

El montaje absorbe la fuerza del cilindro en la línea central y permite el movimiento en un plano. Se emplean cuando la máquina donde están montadas se mueven siguiendo una línea curva.

- **Grupo 3**

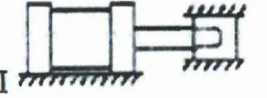
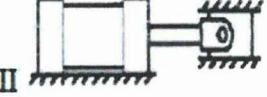
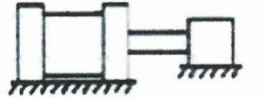
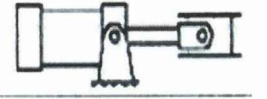

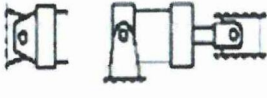
El montaje no absorbe la fuerza del cilindro en la línea central y el plano de las superficies de montaje no coincide con dichas líneas, por lo que al aplicar la fuerza, se produce un momento de giro que tiende a hacer girar el cilindro alrededor de los pernos de montaje.

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) menciona que la carga sobre el cilindro se determina mediante la tabla 1.3, entrando en el diámetro del cilindro y leyendo el valor correspondiente a la presión de trabajo, o bien mediante la expresión:

$$F_{avance} = P_{aire} \times \frac{\pi \times D^2}{40}$$

*Ecuación 1.15*

TABLA 1.3: FACTOR DE MONTAJE

Tipos de montajes	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
<b>Grupo 1 o 3.-</b> Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carreras muy largos	Fijo y guiado rígido	 I	0.5
	Pivote y guiado rígido	 II	0.7
	Soporte sin guiado rígido	 III	2
<b>Grupo 2</b>	Pivote y guiado rígido	 IV	1
	Pivote y guiado rígido	 V	1.5
	Pivote y guiado rígido	 VI	2

Fuente: Creus A. (Neumática e hidráulica)

**Consumo de aire**

Según Creus A. (Neumática e Hidráulica) describe que el consumo de aire del cilindro es una función de la relación de compresión, del área del pistón y de la

carrera. Fórmula para el consumo de aire en condiciones normales de presión y temperatura en un cilindro simple efecto es:

$$Q = \frac{0.987 + P_{\text{aire}}(\text{bar})}{0.987} \times \frac{\pi \times D^2 \times l}{4000000} \times n \quad \text{Ecuación 1.16}$$

**Dónde:**

Q = Consumo total de aire en ( $dm^3/min$ )

D = Diámetro cilindro (mm)

l = Carrera en (mm)

n = ciclos por minutos

### 1.6.2. Martillo neumático

Según la página [http://www.pintulac.com.ec/images/productos/docs\\_descarga/2202.pdf](http://www.pintulac.com.ec/images/productos/docs_descarga/2202.pdf) los martillos neumáticos están diseñados para eliminar el material no deseado de una variedad de ubicaciones o para cortar pernos y metales oxidados. Los martillos neumáticos facilitan los trabajos difíciles debido a la alta potencia neumática, mientras los reguladores permiten el control preciso. Observar en la figura 1.20 la forma estética que un martillo neumático, este elemento neumático es de fácil utilidad y maniobrabilidad por su aspecto físico.

*La herramienta realiza trabajos de perforación por medio de la alimentación del aire comprimido, también podemos mencionar puede realizar su trabajo en cualquier tipo de posición se horizontal o vertical, esto es debido a que es un herramienta liviana.*

FIGURA 1.20: MARTILLO NEUMÁTICO



**Fuente:** [http://www.pintulac.com.ec/producto\\_grupo\\_detalle.php?codigo=2202&categ=7&subcateg=2](http://www.pintulac.com.ec/producto_grupo_detalle.php?codigo=2202&categ=7&subcateg=2)

#### 1.6.2.1.Pre – operación

Las herramientas neumáticas requieren de lubricación durante toda la vida de estas. La lubricación debida es responsabilidad del usuario. El no lubricar y mantener la herramienta neumática debidamente disminuirá drásticamente la vida útil.

#### 1.6.2.2.Factores de riesgo más habituales

Los factores de riesgos se dan por la continuidad de uso de la herramienta neumática, para ello se deberá utilizar las respectiva protecciones. Los factores de riesgos pueden ser los siguientes:

- 1 Proyección de fragmentos o partículas
- 2 Golpes y/o cortes tanto con la propia máquina como con el material a trabajar.
- 3 Ruido.
- 4 Inhalación del polvo producido en las operaciones.

### 1.6.3. Festo FluidSIM

Según la página [http://www.fluidsim.de/fluidsim/index5\\_e.htm](http://www.fluidsim.de/fluidsim/index5_e.htm) es un completo software para la creación, la simulación, la enseñanza y el estudio de electroneumática, electrohidráulica digital y circuitos electrónicos.

*Esta aplicación tecnológica facilita realizar la simulación para visualizar el comportamiento de un sistema neumático, también permite realizar el estudio de la programación para el circuito de control y de fuerza.*

## 1.7. SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO

A un sistema semiautomático también se lo puede llamar mecánico, porque la acción motora es llevada a cabo por componentes mecánicos mientras que el hombre observa y controla su tarea. Además se puede deducir en el gráfico 1.3 la transferencia de tareas de producción realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Donde se puede mencionar la parte de mando y la parte operativa.

GRÁFICO 1.2: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO SEMIAUTOMÁTICO



**Elaborado por:** Grupo investigador

### ***La parte operativa***

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los actuadores de la máquina como motores, cilindros, compresores, finales de carreras, etc.

### ***La parte de mando***

Es una autómatas programable (tecnología programada), este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado. Un logo PLC es un claro ejemplo que permite realizar cada uno de estas programaciones deseadas.

### ***Objetivos de la automatización***

- Se puede mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos y mejorando la calidad
- Eliminar los tiempos muertos de cualquier producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal y de esa manera reducir el sobreesfuerzo humano
- Controlar procesos incapaces por el ser humano

## **1.7.1. Logo PLC**

Según la página [http://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA\\_16527461\\_HB/Logo\\_s.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf) módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos. Mediante un LOGO se solucionan cometidos en las técnicas de instalaciones en edificios y en la construcción de máquinas y aparatos. En la figura 1.21 se puede observar la cantidad de números de entradas y salidas que puede tener un Logo PLC.

FIGURA 1.21: LOGO



Fuente: [https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA\\_16527461\\_HB/Logo\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf)

#### 1.7.1.1. Partes de un autómata programable

La estructura básica de cualquier autómata es la siguiente:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulo de entrada
- Módulo de salida
- Terminal de programación
- Periféricos

Respecto a su disposición externa, los autómatas pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas por diferentes módulos. Así se pueden distinguir autómatas Compactos y Modulares.

## **CAPITULO II**

### **2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Este capítulo está basado para analizar la observación realizado en la prueba de campo y los testimonios de la entrevista ejecutada al Gerente General y a un trabajador de la empresa SERSOLEN CIA LTDA.

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

SERSOLEN CIA LTDA es una entidad intermediara que brinda servicios a varias empresa, entre ellas se encuentra la industria alumínica, en la cual se ha implementado un nuevo sistema de barras conocida como bastidor, que sirve para transportar perfiles de aluminio en el proceso de anodizado donde se crea el problema para disminuir el tiempo del mantenimiento en la penetración y extracción de pines.

El problema debe ser planteado y solucionado por SERSOLEN CIA LTDA, al presentarse este inconveniente interviene el grupo investigador. Toda información, construcción y soluciones que se encuentren en el diseño e implementación de la máquina semiautomática será expuesta para la empresa ya mencionada.

## **2.2. ENTORNO DEL LUGAR PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.2.1. Filosofía institucional**

#### ***Misión***

Ser una empresa comprometida, competitiva y con alianzas estratégicas que brinden el servicio y soporte oportuno para los clientes con soluciones técnicas, prácticas y eficientes que garantice la continuidad de sus procesos a través de la gestión en el lugar requerido de manera inmediata.

#### ***Visión***

Liderar el mercado provincial-industrial y estatal en el diseño, construcción y prestación de servicios de ingeniería bajo condiciones de calidad, seguridad y confianza de nuestros clientes.

#### ***Valores***

- Integridad
- Trabajo en equipo
- Confianza
- Amabilidad
- Sostenibilidad
- Orientación con el cliente
- Comprensión en el campo laboral
- Capacitación al personal
- Compromiso con los resultados
- Respetamos a las personas

### 2.2.2. Sistema organizacional



### 2.2.3. Análisis de la infraestructura tecnológica de la institución

#### *Infraestructura y servicios*

Empresa dedicada a la realización de estudios, diseño, planificación, construcción y fiscalización de obras industriales, pone en consideración la comercialización de productos nacionales y extranjeros especialmente herramientas, maquinarias y equipos para la pequeña y mediana industria, representaciones en toda clase de actos civiles y mercantiles con el soporte técnico práctico de mejor calidad en el país. La empresa está abierta a la innovación, por lo que siempre está capacitándose y modernizándose.

#### **2.2.4. Proyecciones de futuro en el área de su especialización**

1. Agrandar la cobertura de servicios y soluciones en todas las provincias y en el país entero, mejorando el nivel de experiencia en cada uno de nuestros trabajadores y de esa manera ir concordando con la visión.
2. Incrementar el gerenciamiento y fiscalización para la ingeniería, el provisionamiento de equipos y materiales, el montaje, pruebas y la puesta en marcha de ser una empresa de producción.
3. Mantener a la empresa con un nivel competitivo en el campo industrial, para de esa manera llevar juiciosamente un alto rendimiento laboral.

### **2.3. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### ***Método científico***

Se utilizara este método para obtener un conjunto de información sobre hechos, verdades o información almacenada a través de la experiencia y aprendizaje. También permitirá conocer sobre la eficiencia del aluminio, en la cual se puede establecer relaciones entre el tiempo de trabajo para realizar los cambios de los pines.

#### ***Método deductivo***

El método deductivo ayudará a realizar un análisis desde la máquina semiautomática armada en conjunto y desencadenar las partes que la conforman para dar un diagnóstico para que cumpla las variables deseadas de velocidad, presión y deformación del aluminio.

### *Método descriptivo*

Se utilizará dicho método para realizar la descripción de la implementación de una máquina semiautomática capaz de realizar la penetración y extracción de pines en el bastidor. El principal empleo será para la comprobación del tiempo entre un proceso manual y un proceso semiautomático. Esta característica permitirá describir las cualidades técnicas que se los podrá emplear.

## **2.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Las técnicas de campo empleadas serán la observación y la entrevista. La observación es el método por el cual se establece una relación concreta e intensiva entre los investigadores y el entorno social, de los que se obtienen datos que luego se sistematizan para el desarrollo. La entrevista ayudará a obtener información mediante una conversación sobre el tema determinado de acuerdo a ciertos esquemas o pautas determinadas mediante un sistema de preguntas.

### **2.4.1. Observación**

La técnica de la observación se realizó de forma personal y directa, en donde se obtuvo datos del desgaste de los pines de Al para poder determinar el tiempo en que se debería realizar el cambio en cada uno de los bastidores, para esta medición del desgaste del aluminio en el proceso de anodizado se utilizó como instrumento un calibrador pie de rey. Este método permite realizar una relación concreta e intensiva en el entorno social para buscar el desarrollo de este proyecto dando solución al tiempo excesivo de la penetración y extracción de pines de aluminio.

#### **2.4.1.1. Observación en el desgaste del aluminio**

Los datos obtenidos y anotados en un cuadernillo de notas es la observación del desgaste del pin de aluminio en el proceso de anodizado. La observación captada es de una pequeña parte del bastidor.

El proceso de anodizado consta de un conjunto de 10 tanques consecutivos, cada uno de ellos contienen diferentes compuestos químicos y con diferentes funciones para un correcto proceso de los perfiles de aluminio.

Se realiza un análisis de desgaste de los pines y de los agujeros existentes en el bastidor, inicialmente la medida de los pines oscila entre 9.5 y 9.4 mm de diámetro mientras que el valor del agujero inicial oscila entre 8.6 y 8.7 mm de diámetro. El orden de los tanques del proceso de anodizado tienen sus respectivos tiempos en las cuales son sumergidos, entre estos son:

1. Tanque de detergente o desengrase (3 min).
2. Tanque de enjuague de detergente (30 seg).
3. Tanque de sosa caustica. (5 min).
4. Tanque de segundo enjuague se soda (30 seg).
5. Tanque 1 de neutralizado. (2min).
6. Tanque 2 de neutralizado. (1 min).
7. Tanque de enjuague de neutralizado (30 seg).

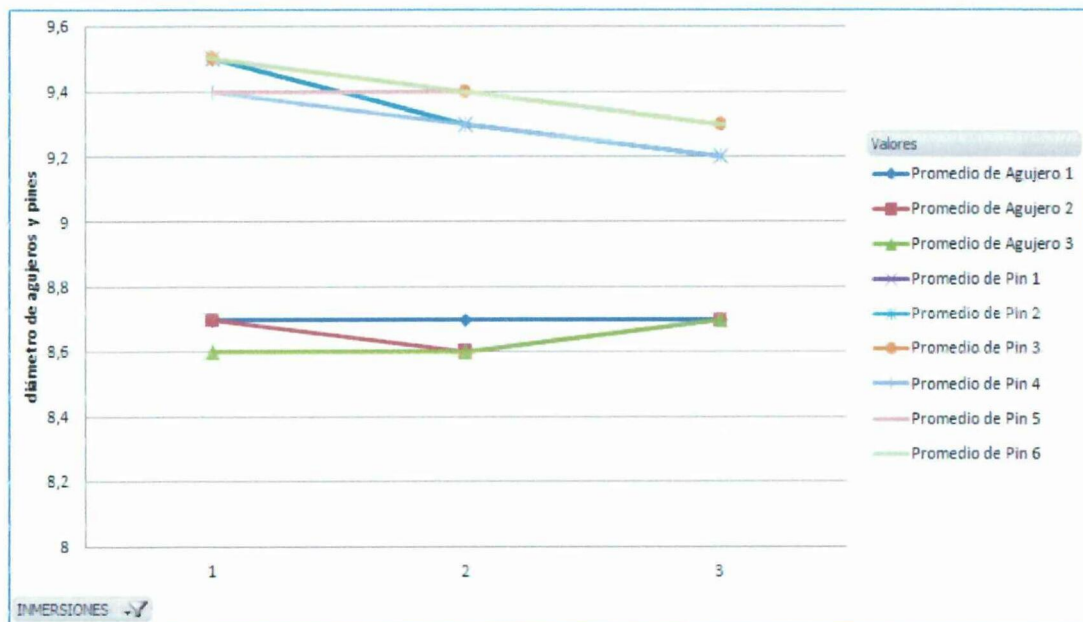
Se realiza la primera simulación del día en el proceso de anodizado, donde se obtiene los siguientes datos que se observa en la tabla 2.1 y en el gráfico 2.1 las medidas fueron visualizadas por medio de un calibrador. El resultado del día fue un desgaste no mayor a 0.3 milímetro en 3 inmersiones.

TABLA 2.1: DESGASTE DÍA 1

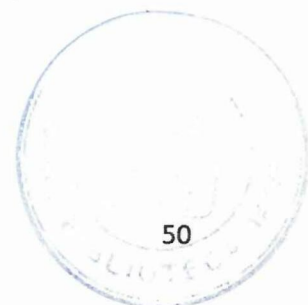
	Inmersión			
	Normal	1	2	3
Agujero 1	8,7	8,7	8,7	8,7
Agujero 2	8,6	8,7	8,6	8,7
Agujero 3	8,6	8,6	8,6	8,7
Pin 1	9,5	9,5	9,3	9,2
Pin 2	9,6	9,5	9,3	9,2
Pin 3	9,5	9,5	9,4	9,3
Pin 4	9,5	9,4	9,3	9,2
Pin 5	9,4	9,4	9,4	9,3
Pin 6	9,5	9,5	9,4	9,3

Elaborado: Grupo investigador

GRÁFICO 2.1: DESGASTE DÍA 1



Elaborado por: Grupo investigador



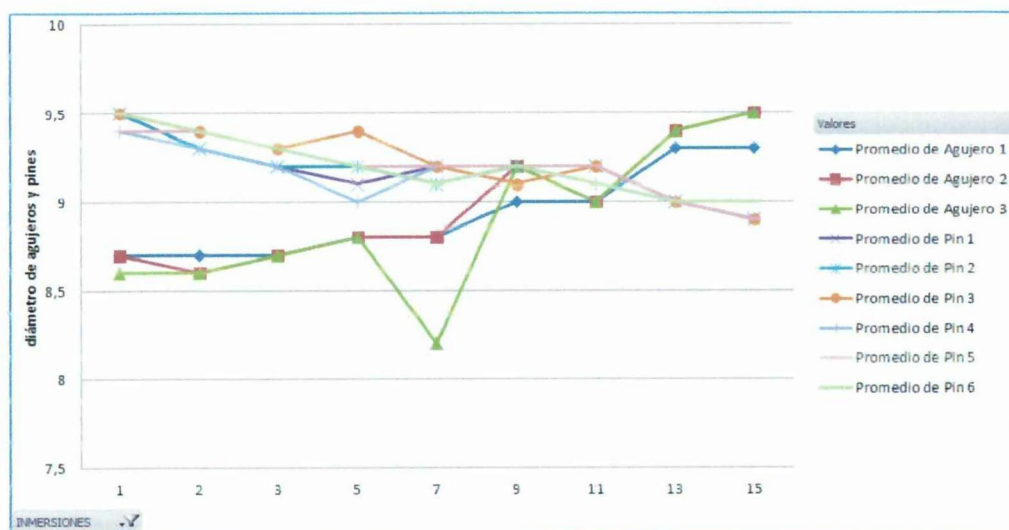
Se realiza la segunda simulación del día en proceso de anodizado, donde se obtiene los siguientes datos que se observa en la tabla 2.2 y en el gráfico 2.2. El resultado del día es un desgaste no mayor a 0.6 milímetros en un total de 12 inmersiones. Este valor es la misma para el pin y el agujero.

TABLA 2.2: DESGASTE DÍA 2

	Inmersión					
	5	7	9	11	13	15
Agujero 1	8,8	8,8	9,0	9,0	9,3	9,3
Agujero 2	8,8	8,8	9,2	9,0	9,4	9,5
Agujero 3	8,8	8,8	9,2	9,0	9,4	9,5
Pin 1	9,1	9,2	9,2	9,2	9,0	8,9
Pin 2	9,2	9,1	9,2	9,2	9,0	8,9
Pin 3	9,4	9,2	9,1	9,2	9,0	8,9
Pin 4	9,0	9,2	9,2	9,1	9,0	8,9
Pin 5	9,2	9,2	9,2	9,2	9,0	8,9
Pin 6	9,2	9,1	9,2	9,1	9,0	9,0

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2.2: DESGASTE DÍA 2



Elaborado por: Grupo investigador

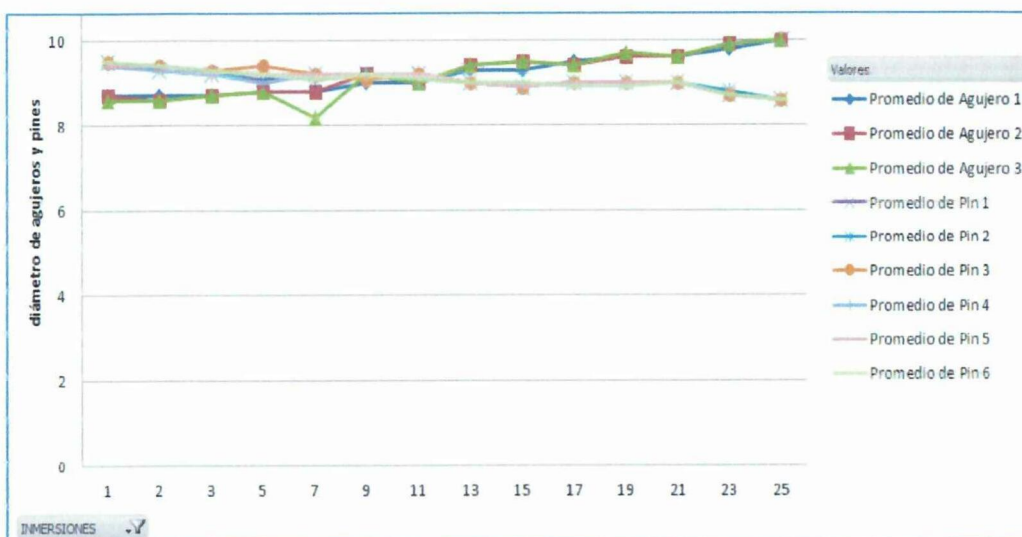
Se realiza la tercera simulación del día, donde se obtiene los siguientes datos que se observa en la tabla 2.3 y en el gráfico 2.3. El resultado del día es un desgaste no mayor a 1 milímetro en un total de 25 inmersiones. Existe una tolerancia de error en la medición, esto se debe a una falla humana que es la visualización del instrumento.

TABLA 2.3: DESGASTE DÍA 3

	Inmersión				
	17	19	21	23	25
Agujero 1	9,5	9,6	9,6	9,8	10,0
Agujero 2	9,4	9,6	9,6	9,9	10,0
Agujero 3	9,4	9,7	9,6	9,9	10,0
Pin 1	9,0	9,0	9,0	8,7	8,6
Pin 2	9,0	9,0	9,0	8,8	8,6
Pin 3	9,0	9,0	9,0	8,7	8,6
Pin 4	9,0	9,0	9,0	8,7	8,6
Pin 5	9,0	9,0	9,0	8,7	8,6
Pin 6	8,9	8,9	9,0	8,7	8,6

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2.3: DESGASTE DÍA 3



Elaborado por: Grupo investigador

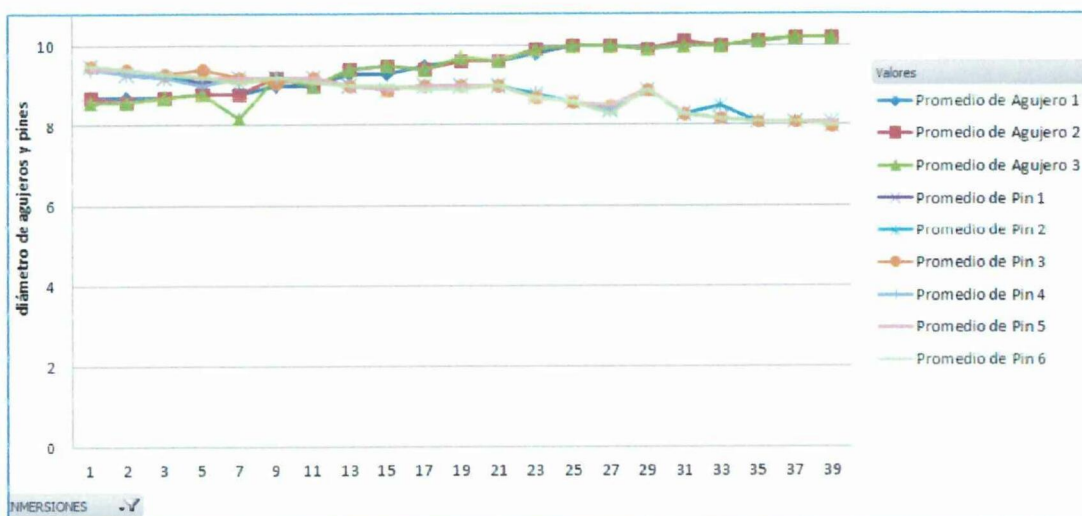
En la tabla 2.4 y en el gráfico 2.4 el resultado del día es un desgaste aproximado de 1.5 milímetro en un total de 39 inmersiones. En este día se puede observar un desgaste más rápido a lo previsto, el motivo es la variación de temperatura en el tanque de sosa cáustica que oscila entre los 60°C y 63°C.

TABLA 2.4: DESGASTE DÍA 4

	Inmersión						
	27	29	31	33	35	37	39
Agujero 1	10,0	9,9	10,0	10,0	10,1	10,2	10,2
Agujero 2	10,0	9,9	10,1	10,0	10,1	10,2	10,2
Agujero 3	10,0	9,9	10,0	10,0	10,1	10,2	10,2
Pin 1	8,4	8,9	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0
Pin 2	8,4	8,9	8,3	8,5	8,1	8,1	8,1
Pin 3	8,5	8,9	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0
Pin 4	8,4	8,9	8,3	8,2	8,1	8,1	8,1
Pin 5	8,5	8,9	8,3	8,2	8,1	8,1	8,1
Pin 6	8,3	8,9	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2.4: DESGASTE DÍA 4



Elaborado por: Grupo investigador

- **DETALLE DE DESGASTE DE UNA PARTE DEL BASTIDOR**

En la tabla 2.5 y 2.6 se observa un despliegue del detalle del desgaste que puede tener los agujero de 8.7 mm de diámetro y los pin de 9.5 mm de diámetro que van a ser utilizados en el proceso de anodizado.

Estos datos permitirán conocer el tiempo de desgaste que se tiene en el proceso de anodizado y el tiempo aproximado de mantenimiento en el cambio de pines del bastidor transportador.

TABLA 2.5: DETALLE DE DESGASTE DE LOS AGUJEROS

Agujero	Estado Normal	Final de prueba	Desgaste
Agujero 1	8,7	10,2	1,5
Agujero 2	8,6	10,2	1,6
Agujero 3	8,6	10,2	1,6
			$\sum$ desgaste
			<b><math>\bar{X}</math> desgaste</b>
			<b>1,6</b>

Elaborado por: Grupo investigador

TABLA 2.6: DETALLE DE DESGASTE DE LOS PINES

Pin	Estado normal	Final de prueba	Desgaste
Pin 1	9,5	8,0	1,5
Pin 2	9,6	8,1	1,5
Pin 3	9,5	8,0	1,5
Pin 4	9,5	8,1	1,4
Pin 5	9,4	8,1	1,3
Pin 6	9,5	8,0	1,5
			$\sum$ desgaste
			<b><math>\bar{X}</math> desgaste</b>
			<b>1,5</b>

Elaborado por: Grupo investigador

- **RELACIÓN DEL DESGASTE VS. TRABAJO DE UN BASTIDOR TRANSPORTADOR**

*Cuando existen bastidores suficientes*

El cambio de los pines se lo harán cuando su diámetro esté en el rango de 5mm a 6mm, así como se observa en la tabla 2.7. El desgaste del pin se toma en consideración con relación a los días de trabajo que van a ser sumergidos.

TABLA 2.7: ESTADÍSTICA CUANDO EXISTE SUFICIENTES BASTIDORES

Días	# trabajo	desgaste	Ø inicial pin	Ø Final pin
1	17	0,65	9,5	5,6
2	17	0,65		
3	17	0,65		
4	17	0,65		
5	17	0,65		
6	17	0,65		
	102	3,9		

Elaborado por: Grupo investigador

*El cambio de los pines se lo podrá hacer después de los **6 días** de trabajo o al haber pasado **102 veces** por el proceso de anodizado, previamente calculado. Ya que esto depende del uso y de las veces que el bastidor esté sometido al proceso de anodizado.*

*Cuando no existen suficientes bastidores*

El desgaste del pin se toma en consideración con relación al aumento de los días de trabajo que van a ser sumergidos. Los posibles detalles aproximados se muestran en la tabla 2.8.

TABLA 2.8: ESTADÍSTICA CUANDO NO EXISTE SUFICIENTES  
BASTIDORES

Días	# trabajo	desgaste	Ø inicial pin	Ø Final pin
1	27	1,03	9,5	5,38
2	27	1,03		
3	27	1,03		
4	27	1,03		
	108	4,12		

Elaborado por: Grupo investigador

*El cambio de los pines se lo debe realizar a los 4 días de trabajo o al haber pasado 108 veces por el proceso de anodizado. Esto es por el desgaste más continuo y por la deformación de los pines al momento de realizar la carga o descarga de los perfiles de aluminio.*

#### 2.4.1.2. Observación para la penetración de pines

La observación y los datos obtenidos están dados en un tiempo estimado de penetración realizada de una forma manual y tradicional.

1. Preparar la barra de aluminio, señalando los puntos de perforación con las medidas establecidas.
2. Perforación de la barra de aluminio de aleación 6063 con una broca de 9.5mm. El empleo del taladro es de forma automática para que su acabado sea con menos rugosidad, los datos que se obtiene en el proceso son los que se muestran en las talas 2.10, 2.11 y 2.12.

TABLA 2.9: 1<sup>ra</sup> OPCIÓN PARA PERFORACIÓN DE BARRAS

<b>PERFORACIÓN 2</b>		
	rpm	mm
Velocidad	100 - 220	
Paso		0 - 0.12

**Elaborado por:** Grupo investigador

*Se puede obtener un ajuste, no aceptable. Porque al penetrar el pin existe un ajuste excesivo y al momento de realizar la extracción existe deformación y la cual impide su salida.*

TABLA 2.10: 2<sup>da</sup> OPCIÓN PARA PERFORACIÓN DE BARRAS

<b>PERFORACIÓN 3</b>		
	rpm	mm
Velocidad	220 - 380	
Paso		0 - 0.12

**Elaborado por:** Grupo investigador

*No se puede obtener un ajuste.*

TABLA 2.11: 3<sup>ra</sup> OPCIÓN PARA PERFORACIÓN DE BARRAS

<b>PERFORACIÓN 5</b>		
	rpm	mm
Velocidad	100 - 220	
Paso		0.12 - 0.18

**Elaborado por:** Grupo investigador

*No se puede obtener un ajuste aceptable, pero el juego que existe entre el agujero y el pin es mínimo, la cual da la facilidad de poder introducir el pin de aluminio de una forma manual y sencilla. Entonces las perforaciones que las barras se realizan con una velocidad de 130 rpm y con una automático de 0.18, este valor es debidamente del taladro.*

3. Lijado de pines de aluminio para que la penetración sea directa y sin ajuste hasta el 50% de ingreso del pin, así de esa manera obtener un desgaste considerable para obtener un ajuste permisible a su mitad.
4. El ajuste del pin y la barra de aluminio se realizará por medio de un objeto punzante, aplicando la fuerza ejercida por un martillo. Comprobar que todos los pines de aluminio estén bien asegurados con el bastidor transportador.

### **2.4.2. Entrevista**

Se ha utilizado esta técnica en vista que no se tiene una suficiente población y muestra para poder realizar las encuestas necesarias. La entrevista ayudará a obtener información mediante una conversación sobre el tema determinado de acuerdo a ciertos esquemas o pautas mediante un sistema de preguntas. Las preguntas para la entrevista fueron revisadas y validadas por el Dr. Galo Patricio Terán Ortiz, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **2.4.2.1. Entrevista dirigida al gerente de la empresa *SERSOLEN CIA LTDA***

##### **1. ¿Cuál es el tiempo de demora en el proceso manual de penetración y ajuste de los pines de aluminio?**

El tiempo de la extracción y penetración de pines de aluminio de cada una de las barras de los bastidores es de 5 horas aproximadamente. En ocasiones se puede tener un aumento de tiempo, por el motivo que los pines quedan excesivamente ajustados en el agujero de la barra.

##### **2. ¿Qué beneficios poseerá al implementar una máquina semiautomática para la extracción, ajuste y penetración de pines de aluminio?**

El principal beneficio al implementar la máquina será la disminución de tiempo en el cambio de pines.

**3. ¿Cuál será el grado de satisfacción en los operadores que van a manipular esta máquina semiautomática?**

Será muy satisfactorio, por el motivo que se cambiará el trabajo manual a trabajo semiautomático.

**4. ¿Qué características podría poseer la máquina semiautomática para la penetración y extracción de pines de aluminio?**

Debería ser versátil, ergonómica, eficiente y sencilla, para que los operarios no tengan ningún inconveniente al momento de manipularlo.

**5. ¿En la implementación de esta máquina aumentaría la línea de producción de bastidores?**

Sí, porque reduciría el tiempo de cambio de pines, y aumentaría la producción.

**6. ¿Cree usted que esta máquina semiautomática reducirá el esfuerzo físico de los operadores?**

Sí, porque los trabajadores ya no estaran sometidos al esfuerzo de dicho trabajo y será menos cansoso para cada uno de ellos.

TABLA 2.12: FAVORABILIDAD DE LA ENTREVISTA

PREGUNTAS	FAVORABILIDAD	
	SI	NO
1.-	✓	-
2.-	✓	-
3.-	✓	-
4.-	✓	-
5.-	✓	-
6.-	✓	-

**Elaborado por:** Grupo investigador

#### **2.4.2.2. Entrevista a un trabajador de la empresa SERSOLEN CIA LTDA**

##### **1. ¿Cuál es el tiempo de demora en el proceso manual de penetración y ajuste de los pines de aluminio?**

El tiempo de cambio de los pines de aluminio es muy variado pero la mayoría se realiza aproximadamente entre cinco a seis horas, porque se lo realiza de forma manual. Es demoroso porque en algunos casos existe mucho ajuste entre la barra y el pin y como hay dificultad extraer el pin de aluminio.

##### **2. ¿Qué beneficios poseerá al implementar una máquina semiautomática para la extracción, ajuste y penetración de pines de aluminio?**

Será muy beneficioso, porque se podrá disminuir el tiempo en el cambio de pines de aluminio.

##### **3. ¿Cuál será el grado de satisfacción en los operadores que van a manipular esta máquina semiautomática?**

Será satisfactorio y entretenido porque ya no se realizara de forma manual. También nos permitirá conocer el funcionamiento.

##### **4. ¿Qué características podría poseer la máquina semiautomática para la penetración y extracción de pines de aluminio?**

Debería ser sencilla y de fácil funcionamiento.

##### **5. ¿En la implementación de esta máquina aumentaría la línea de producción de bastidores?**

Si, aumentaría porque se podrá hacer más cambios de pines de aluminio en los bastidores y en menor tiempo. Esto también facilitara el trabajo.

##### **6. ¿Cree usted que esta máquina semiautomática reducirá el esfuerzo físico de los operadores?**

Sí, porque ya no se tendrá que usar tanto esfuerzo. Y se podrá hacer de la forma más sencilla y menos cansada al cambiar los pines del bastidor.

TABLA 2.13: FAVORABILIDAD DE LA ENTREVISTA

PREGUNTAS	FAVORABILIDAD	
	SI	NO
1.-	✓	-
2.-	✓	-
3.-	✓	-
4.-	✓	-
5.-	✓	-
6.-	✓	-

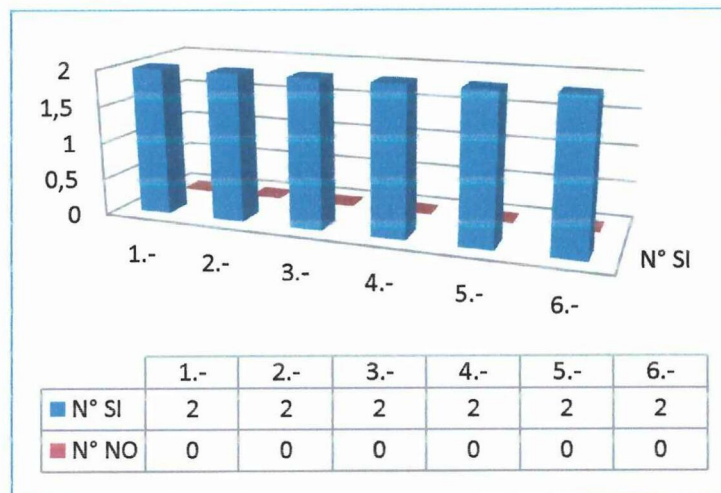
Elaborado por: Grupo investigador

TABLA 2.14: DETALLE GENERAL DE FAVORABILIDAD

PREGUNTAS	N° SI	N° NO
1.-	2	0
2.-	2	0
3.-	2	0
4.-	2	0
5.-	2	0
6.-	2	0
<i>total</i>	12	0

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2.5: GRADO DE FAVORABILIDAD DE LA ENTREVISTA



Elaborado por: Grupo investigador

Con los datos estadísticos obtenidos podemos mencionar que si es favorable el diseño e implementación de la máquina semiautomática.

## 2.5. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño e implementación de una máquina semiautomática permite disminuir el tiempo de operación en la penetración y extracción de pines del bastidor transportador en el proceso de anodizado de perfiles de aluminio.

## 2.6. RESULTADO

Según la información recopilada se puede denotar el tiempo del proceso manual que es empleado para el cambio de los pines de Al.

TABLA 2.15: TIEMPO EN PROCESO MANUAL

<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	
<i>CANTIDAD DE PINES</i>	<i>TIEMPO aproximado (horas)</i>
120	5 o mas
180	7 - 8

**Elaborado por:** Grupo investigador

Para la verificación de la hipótesis se toma en consideración los criterios del gerente y un trabajador de la empresa, tales como:

- La implementación de la máquina tendrá como beneficio la disminución de tiempo en la penetración y extracción de pines.
- Manifiestan que la implementación de la máquina reducirá el esfuerzo físico de los operadores.

- Al disminuir el tiempo en el mantenimiento de los bastidores transportadores, aumentaría la línea de producción de bastidores, haciendo que exista un número considerable en stock.

## **2.7. DECISIÓN**

A través de los resultados obtenidos se puede concluir que la implementación de la máquina semiautomática si es factible desarrollar y elaborar, el mismo que servirá y dará como deducción la disminución de tiempo de operación en la penetración y extracción de pines del bastidor transportador en el proceso de anodizado de perfiles de aluminio.

La penetración de pines en barra solida de aluminio será de una forma manual, directa y sencilla, el ajuste admisible se lo realizará por medio de un punzón entre la barra y el pin usando una presión calculada. Al realizar esto, la extracción del pin será de forma más sencilla y eficiente, de esa manera cumpliendo con el objetivo.

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se desarrollará el diseño, cálculo y selección de elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos para el diseño e implementación de una máquina semiautomática la cual permitirá obtener como resultado la disminución en el tiempo de penetración y extracción de pines de aluminio.

El diseño e implementación de la máquina constará de varios sistemas de análisis, selección y construcción, tales como:

**Mecánico:** Estructura, cinemática (piñón - cremallera) y elementos auxiliares mecánicos. Se aplicará la cinemática para convertir el movimiento giratorio en movimiento lineal.

**Eléctrico y electrónico:** Motorreductor, LOGO PLC 230RC y elementos auxiliares eléctricos.

**Neumático:** Cilindros simple efecto, martillo neumático y elementos auxiliares neumáticos.

### **3.1. TEMA**

“Diseño e implementación de una máquina semiautomática para disminuir el tiempo en la penetración y extracción de pines del bastidor transportador en el proceso de anodizado de perfiles de aluminio en el periodo 2013”

### **3.2. PRESENTACIÓN**

El grupo investigador pone en consideración la información, manual, uso y la manipulación de la máquina semiautomática para los trabajadores de la empresa SERSOLEN CIA LTDA la cual servirá para efectuar el trabajo de penetración y extracción de pines de aluminio del bastidor transportador, que consta de dispositivos eléctricos y neumáticos, dando como resultado un sistema de control neumático.

La guía de información que consta en estos ítems servirá también de una fuente de consulta para diseño e implementación de una maquina semiautomática.

### **3.3. JUSTIFICACIÓN**

Desde tiempos remotos, que se recalcan desde los inicios de la humanidad, el uso de herramientas han constituido una forma de agilizar procesos, estando presentes en todas las actividades que demandan esfuerzos, logrando así mejorar la productividad, aumentando la cantidad y calidad de productos en un menor tiempo.

Actualmente no se cuenta con una máquina relacionada directamente con el trabajo que ejecutará, motivo por lo cual se desarrollará un interesante estudio del material que se va a manipular, esto implica el comportamiento del AI en diversas condiciones, llegando al diseño adecuado para implementar la máquina.

Este tema relaciona los altos tiempos en la penetración y extracción de pines de Al, en la cual se determina las causas del alto índice de tiempos y eliminarlo por medio de la implementación de una máquina semiautomática que realizará el trabajo requerido. Siendo el punto central el disminuir el tiempo de ejecución de una actividad, logrando cantidad y calidad, el reto en común es desarrollar una máquina que realice una actividad similar al del proceso manual. La máquina cumplirá con las condiciones implicadas por la parte de los investigadores y por la parte empresarial.

Este proyecto será también un reto, ya que al no tener en el mercado una máquina similar o que cumpla con actividades idénticas, se ve la necesidad de diseñar una de fácil manipulación, segura para quienes la utilicen y estéticamente agradable, dando como resultado una máquina en la que se ha incluido todas las cátedras de la ingeniería electromecánica.

La máquina tiene un gran impacto y aceptación por los miembros que conforman la empresa, ya que está basada en la disminución del tiempo en el mantenimiento de los bastidores en el proceso de anodizado. El grupo de trabajo de esta empresa podrá realizar el trabajo sin problema alguno, ya que todos los elementos y componentes mecánicos, eléctricos y neumáticos pueden ser manipulados de una manera segura y sencilla, además será un sistema semiautomático.

El diseño e implementación de la máquina semiautomática es factible ya que se cuenta con profesionales entendidos en las diversas materias que interactúan en el desarrollo de la misma, quienes guiarán de la mejor forma posible todo el proceso investigativo, brindando su experiencia y conocimientos fundamentados.

## **3.4. OBJETIVOS**

### **3.4.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar una máquina semiautomática que cumpla con las variables deseadas de velocidad, presión y ajuste para la correcta penetración y extracción de pines del bastidor transportador en el proceso de anodizado de perfiles de aluminio

### **3.4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un diseño propicio para que contenga requerimientos técnicos solicitados en el funcionamiento considerado y a su vez seleccionar los elementos y materiales adecuados que faciliten una apropiada implementación.
- Implementar la máquina semiautomática siguiendo el diseño estipulado durante el desarrollo de la investigación.
- Elaborar un manual de funcionamiento de todos los elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos que se encuentran implementados en la máquina semiautomática.

## **3.5. PARÁMETROS DE DISEÑO**

El ajuste del pin con la barra de aluminio se lo debe realizar por medio de un punzón, que permita obtener un ajuste necesario, es decir deberá existir una mínima deformación. El punzón será dado por una herramienta corto punzante que su objetivo es deformar el pin y la barra de aluminio con rango de 3 mm de

diámetro del punzón para obtener un ajuste necesario. Además se asume por parte de los diseñadores que el tiempo de recorrido en la distancia de pin a pin de aluminio debe ser de 0.19 segundo aproximadamente, para cubrir la distancia de 60mm.

El diseño de la maquina está proyectado para que su funcionamiento se dé por la manipulación de un solo operador. En la cual el sistema a operar será neumático, que estará formado por cilindros de simple efecto y martillos neumáticos.

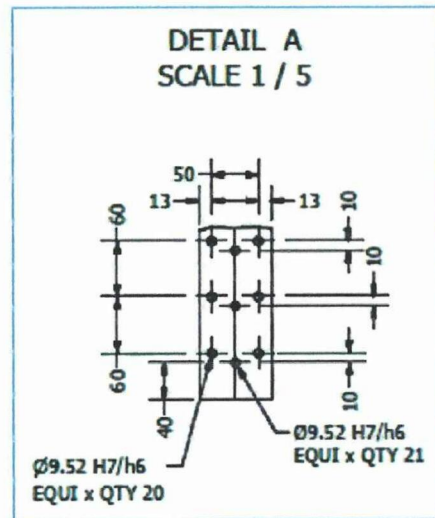
La altura de los sistemas de ajuste y empuje de los pines de aluminio deberá estar a una distancia considerable para una buena manipulación de ella, y que posea una buena ergonomía.

### **3.6. ALCANCE**

En la actualidad el proceso es de forma manual, en donde el ajuste se lo realiza de manera directa al perforar la barra con la utilización del taladro, efectuando un fresado en cada uno de los orificios dejando una tolerancia máxima de acuerdo a la herramienta de corte y el desbaste del pin a uno de sus extremos con el fin de permitir el ingreso.

El desgaste manual es aproximadamente de 0.2 mm, se lo realiza por medio de una lija que permite el deslizamiento del pin para el ajuste necesario y de esa manera obtener el ajuste. En la Figura 3.1 se visualiza los detalles para la perforación de la barra en donde se especifica el tipo de agujero, la herramienta a utilizarse, el ajuste y la tolerancia necesaria.

FIGURA 3.1: PERFORACIÓN DE LA BARRA Y TIPO DE AGUJERO

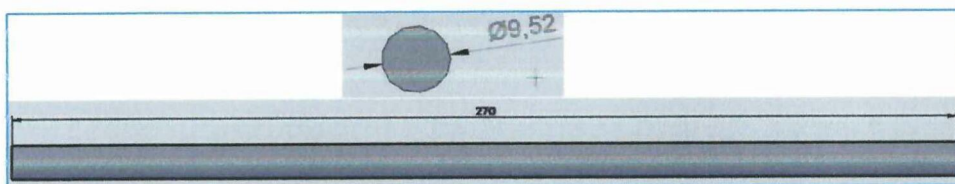


Fuente: SERSOLEN CIA LTDA

En tiempo de penetración de los pines de aluminio en la barra sólida y el tiempo de lijado de los pines, cambia repentinamente dependiendo de la cantidad de los pines que se vaya a introducir en la barra.

El bastidor trasportador está compuesto básicamente por 120 pines de aluminio de perfil solido de carácter arquitectónico y técnicamente va a ser de referencia 1832 con aleación 6063 (aluminio – magnesio – silicio) la Figura 3.2 muestra las características técnicas del pin de Al.

FIGURA 3.2: PIN DE ALUMINIO



Fuente: SERSOLEN CIA LTDA

Cada extremo lateral de sus patas tiene 60 pines de aluminio aleación 6063, formando cada tres pines una forma triangular no estandarizada. La cantidad de pines que están ubicadas en cada uno de los extremos de las patas de dicho bastidor, puede variar proporcionalmente al espesor de los perfiles que van a ser transportados durante el proceso de anodizado como se indica en la figura 3.3.

FIGURA 3.3: BASTIDOR



Fuente: SERSOLEN CIA LTDA

En el presente proyecto de diseño e implementación de una máquina semiautomática deberá contar con los parámetros necesarios, los cuales permitan cumplir los objetivos planteados como son: disminuir el tiempo en el ajuste y extracción de pines de aluminio detallada en la tabla 3.1 en donde se indica la cantidad de pines que se ajustarán y extraerán en un tiempo aproximado siguiendo un proceso semiautomático.

TABLA 3.1: TIEMPO DE PROCESO SEMIAUTOMATICO

<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	
<i>CANTIDAD DE PINES</i>	<i>TIEMPO aproximado (horas)</i>
30	1
60	1-2
120	2-3

Fuente: Grupo investigador



### **3.7. FACTIBILIDAD DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA**

Se considera un proyecto factible ya que todos los elementos y componentes mecánicos, eléctricos y neumáticos para el diseño e implementación de la máquina están disponibles en el mercado nacional. A demás se cuenta con el apoyo del Gerente General de la empresa SERSOLEN CIA. LTDA dando sustentabilidad económica para la investigación brindando el financiamiento necesario para culminar el proyecto y con el grupo de trabajo de dicha empresa donde se va a realizar el proyecto de tesis.

### **3.8. PROPUESTA**

La máquina contará de dos motorreductores, los que permitirán la transformación del movimiento giratorio en un movimiento lineal continuo, esto deberá ser por medio del sistema piñón – cremallera. En este sistema estará inmiscuido un tubo rectangular donde serán sobrepuestos y anclados cada uno de los cilindros y martillos neumáticos. La máquina se podrá constituir por dos sistemas de movimiento y avance similar, que son: el sistema de empuje y el sistema de ajuste de pines de aluminio.

#### ***Propuesta para el sistema de empuje de los pines de aluminio***

El sistema consta de guías paralelas que pueden ser de dos perfiles llamados ángulos que estarán formando una V inversa para permitir que las ruedas se deslicen sin problema alguno; por otra parte, el cilindro neumático estará sujeto a una pieza mecánica, donde permita que el cilindro sea cambiable, es decir cuando el cilindro requiera un mantenimiento se lo puede montar y desmontar de forma sencilla.

### ***Propuesta para el sistema de ajuste de los pines de aluminio***

Para este sistema se constará con una sola guía en donde se podrá utilizar un perfil llamado ángulo, formando una V inversa para permitir que las ruedas se deslicen a lo largo del perfil hasta llegar a un final de carrera eléctrico.

El cilindro estará sujeto a una pieza mecánica diferente al de la primera, por motivo que el cilindro debe ser ajustado al trabajo que debe realizar. Esta pieza permite el deslizamiento del cilindro en forma horizontal y rotacional.

Esta máquina poseerá un Logo PLC que controlará el movimiento del motorreductor y el avance del sistema de movimiento donde estarán sobrepuestos los pistones y martillos neumáticos que permitirá controlar el golpe de cada uno ellos. Además el cambio de giro del motorreductor se lo efectuará por medio de los finales de carrera eléctricos, que estarán colocados en los extremos de cada uno de los sistemas de movimiento.

### **3.9. SEGURIDAD**

La máquina semiautomática tiene características de seguridad muy válidas, siguiendo la normativa estipulada en NTE INEN-ISO 11161 con cada uno de los parámetros de diseño, teniendo así mínimos factores de riesgo, en las cuales se halla el riesgo mecánico, pero su porcentaje es muy bajo, brindando así la seguridad y confianza para quien esté a cargo de la manipulación de la misma.

La seguridad de la máquina tendrá la confiabilidad necesaria para la manipulación de operario, ya que se adjuntarán los planos de circuitos de mando, control y de fuerza. Estos planos se los dará a conocer de forma detallada y completa que permitirá comprobar el cumplimiento correcto de los requisitos esenciales de seguridad y de salud.

### **3.10. FUNCIONALIDAD**

La máquina semiautomática para la penetración y extracción de pines de aluminio tiene un principio de funcionamiento sencillo, cómodo y de fácil manipulación. La extracción de pines se lo realizará de forma que se cumpla con los principios de ergonomía y delimitando espacio de esta máquina debe estar delimitada, por el motivo del movimiento lineal producidas por cada una de las cremalleras.

El entorno de trabajo en esta máquina es satisfactorio, porque su manipulación se lo podrá hacer de la manera que el operario lo desee. Ya que el operario tendrá el control del sistema, debido a que los movimientos lineales se podrán controlar desde la caja de mando, con excepción que los pines de Al se colocaran de forma manual en cada uno de los agujeros de la barra.

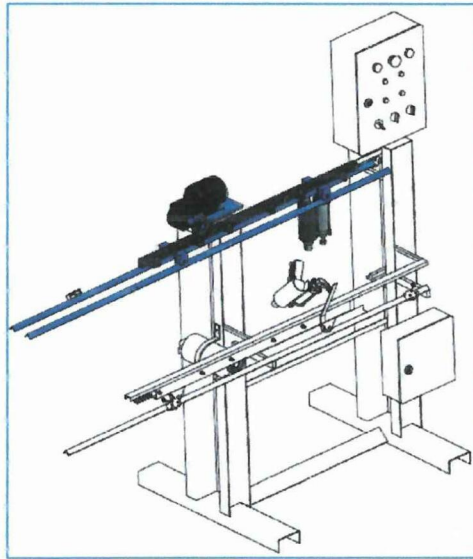
### **3.11. CÁLCULOS DE ELEMENTOS Y COMPONENTES INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

#### **3.11.1. Cálculo para los sistema de movimiento**

Con el fin de determinar la fuerza necesaria para poder realizar un movimiento se aplica la cantidad de masa a mover que es de 15 kg aproximadamente (este valor involucra la masa de la cremallera, los cilindros, ruedas, pernos, mecanismo del sistema de movimiento y el martillo neumático).

El cálculo será el mismo para los dos sistemas de movimiento, que son tanto para el sistema de empuje y para el sistema de ajuste de pines de aluminio porque existen los mismos datos. En la figura 3.4 se especifica la posición del sistema de empuje y la ubicación de los elementos involucrados.

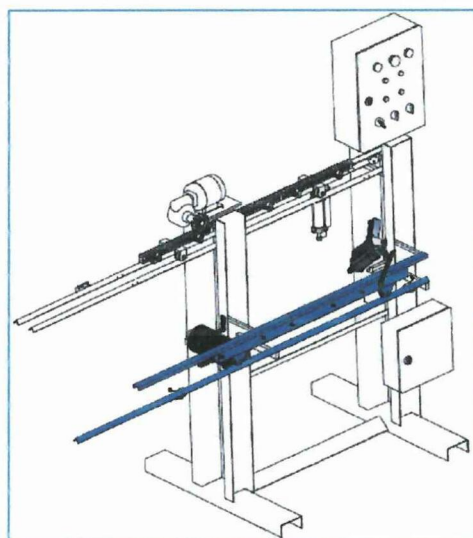
FIGURA 3.4: ESQUEMA DEL SISTEMA DE EMPUJE DE PINES DE ALUMINIO



**Fuente:** Grupo investigador

En la figura 3.5 se representa la posición del sistema de ajuste de pines y la ubicación de los elementos que están involucrados en este sistema.

FIGURA 3.5: ESQUEMA DEL SISTEMA DE AJUSTE DE PINES DE ALUMINIO



**Fuente:** Grupo investigador

### 3.11.1.1. Cálculo de la velocidad

Se aplica la ecuación 1.5 y 1.6 para esto se utiliza el valor de  $\theta = 0.3 \text{ rad}$ , tomando en cuenta un ángulo de giro de  $18^\circ$ , en el tiempo asumido por los diseñadores de  $0.19 \text{ s}$  que estará debidamente programado y con un radio del engranaje de  $4.3 \text{ cm}$ .

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\omega = \frac{0.3 \text{ rad}}{0.19 \text{ s}}$$

$$\omega = 1.5 \text{ rad/s}$$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = (1.5 \text{ rad/s})(0.043 \text{ m})$$

$$v = 0.06 \text{ m/s}$$

### 3.11.1.2. Cálculo de la aceleración

Se aplica la ecuación 1.2, el tiempo para calcular es extremadamente pequeño, por motivo de programación los diseñadores determinan un tiempo de  $0.011 \text{ s}$  aproximadamente.

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{0.06 \text{ m/s}}{0.011 \text{ s}}$$

$$a = 5.45 \text{ m/s}^2$$

### 3.11.1.3. Cálculo de la fuerza

Se aplica la ecuación 1.3 que es la segunda ley de Newton

$$F = m \cdot a$$

$$F = (15 \text{ Kg})(5.45 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 81.75 \text{ N}$$

#### 3.11.1.4. Cálculo de la energía cinética producida

Se aplica la ecuación 1.7

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2$$

$$Ec = \frac{1}{2}(15Kg)(0.06 m/s)^2$$

$$Ec = 0.027 J$$

#### 3.11.1.5. Cálculo para seleccionar la cremallera

Para este cálculo se tomará en cuenta el límite de fluencia de un material con menos resistencia a la tracción que es el Nylon (78Mpa) VER ANEXO 2.4.7; por lo cual se obtiene una fuerza de 81.75 N.

- Cálculo del área mínima necesario

Se aplica la ecuación 1.10

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

Despejando el área se tiene:

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

$$A = \frac{81.75 N}{78 N/mm^2}$$

$$A = 1.04 mm^2$$

El área mínima para que soporte la fuerza empleada es de  $1.04 mm^2$ , por lo tanto si es posible seleccionar la cremallera de nylon de dientes rectos de  $1.15diente \times cm$  con un aproximado de  $100 mm^2$ , que se puede encontrar en el

mercado sin problema, además teniendo en cuenta esto se puede seleccionar a su vez un piñón necesario para poder soportar la misma fuerza que es simplemente uno que existe en el mercado con las características de: aleación aluminio – zinc, de 15 dientes con un radio de 0.043 m; que se acopla necesariamente con la cremallera ya mencionada.

- ***Cálculo del desplazamiento y la velocidad necesaria para la cremallera***

Según las ecuación 1.8

$$d = \frac{z}{n}$$

$$d = \frac{15 \text{ dientes}}{1.15 \text{diente} \times \text{cm}}$$

$$d = 13.04 \text{cm}$$

Mediante la ecuación 1.9, se halla la cantidad de rpm necesarias para poder mover el mecanismo.

$$V = N \times \frac{z}{n}$$

Despejando N (valor de rpm) queda:

$$N = \frac{v \cdot n}{z}$$

$$N = \frac{(0.06 \text{ m/s})(1.15 \text{diente} \times \text{cm})}{15 \text{ dientes}}$$

$$N = \frac{(360 \text{c m/min})(1.15 \text{diente} \times \text{cm})}{15 \text{ dientes}}$$

$$N = 27.6 \text{ rpm} \approx 28 \text{ rpm}$$

Entonces se podría seleccionar un motorreductor de bajas revoluciones que esté en el rango de 20 a 30 rpm.

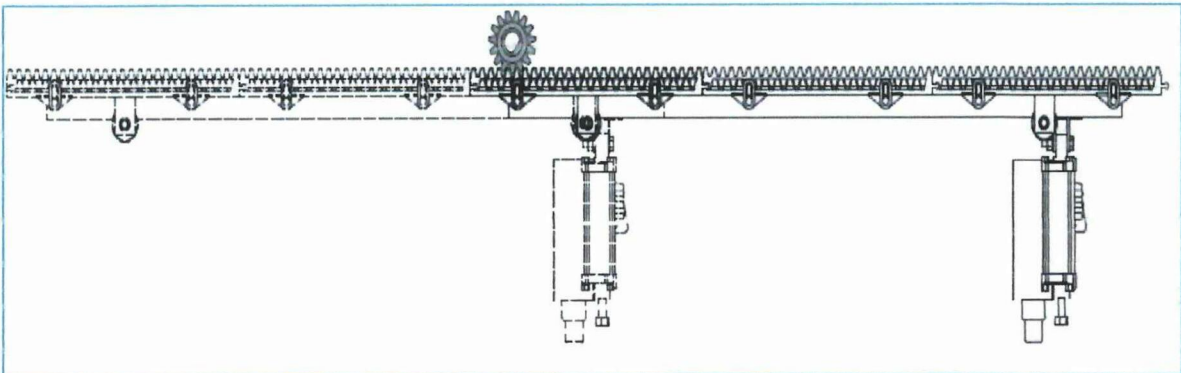
### 3.11.1.6. Cálculo de reacción para las ruedas de los sistemas de movimiento

- Sistema para el empuje de pines de aluminio

Este cálculo permitirá determinar las reacciones que se tendrá en cada una de las ruedas al instante de ejecutarse el movimiento del sistema de avance, y al momento que se activa el cilindro y el martillo neumático.

En este sistema las fuerzas se representarán en un diagrama de cuerpo libre. La fuerza necesaria deberá ser aproximadamente 220 N, este valor es obtenido mediante pruebas; ver anexo 2.4.1.

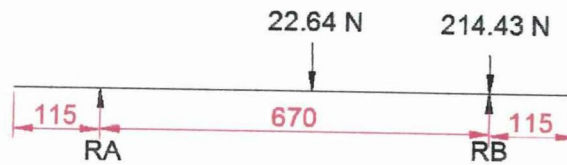
FIGURA 3.6: SISTEMA DE EMPUJE DE PINES



**Fuente:** Grupo investigador

- Centro de masa del tubo rectangular =  $2.31\text{Kg}(9.81\text{ m/s}^2) = 22.64\text{ N}$
- Fuerza ejercido por el pistón y martillo neumático =  $185\text{N} + (3\text{ Kg})(9.8\text{m/s}^2) \Rightarrow 185\text{N} + 29.4\text{N} = 214,43\text{N}$ .
- RA = Reacción de la rueda A
- RB = Reacción de la rueda B

*Diagrama de cuerpo libre para el cálculo de reacciones en las ruedas del sistema de empuje de pines.*



$$\sum F_y = 0$$

$$-22.64N - 214.43 N + RA + RB = 0$$

$$-237,07 + RA + RB = 0$$

$$RA + RB = 237,07N$$

$$\sum M_A = 0$$

$$RB(670mm) - 214.43N(670mm) - 22.64N(335mm) = 0$$

$$RB(670mm) - 143668.1 Nmm - 7584.4 Nmm = 0$$

$$RB(670mm) - 151252.50Nmm = 0$$

$$RB = \frac{151252.50 Nmm}{670mm}$$

$$RB = 225.75 N$$

$$RA + RB = 237.07N$$

$$RA = 237.07 N - RB$$

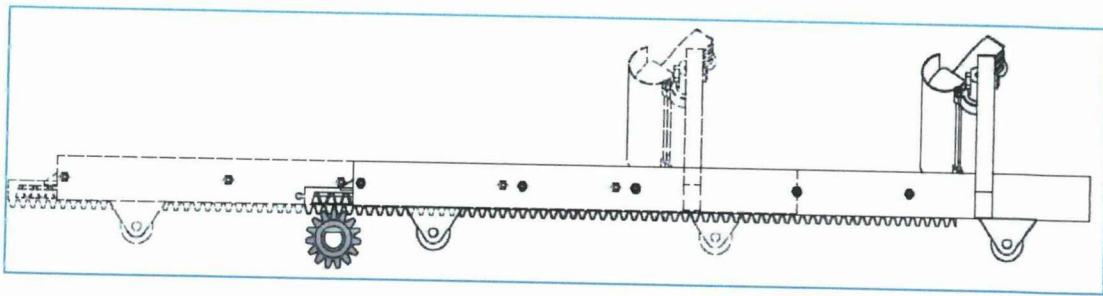
$$RA = 237.07 N - 225.75 N$$

$$RA = 11.32 N$$

- *Sistema para el ajuste de pines de aluminio*

Este cálculo permitirá determinar si son las mismas reacciones comparadas en el sistema de empuje de pines. Para este sistema la posición del cilindro y del martillo neumático forma un ángulo de 30 grados, con el eje de las "Y". En la figura 3.7 se aprecia primeramente que se debe calcular la fuerza en sentido vertical.

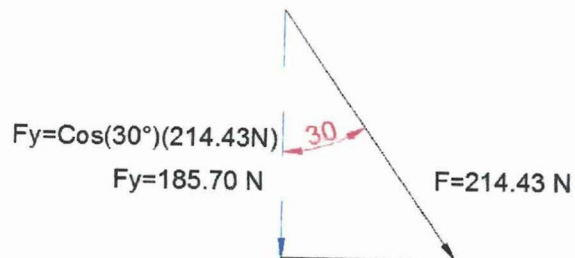
FIGURA 3.7: SISTEMA DE AJUSTE DE PINES



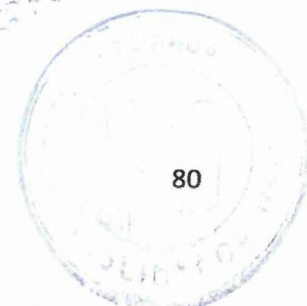
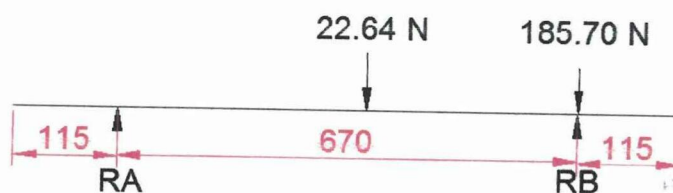
Elaborado: Grupo investigador

- Centro de masa del tubo rectangular =  $2.31\text{Kg}(9.81\text{ m/s}^2) = 22.64\text{ N}$
- Fuerza ejercido por el pistón y martillo neumático =  $185\text{N}+(3\text{ Kg})(9.8\text{m/s}^2)\Rightarrow 185\text{N}+29.4\text{N}= 214,43\text{N}$
- $R_A$  = Reacción de la rueda A
- $R_B$  = Reacción de la rueda B

*Diagrama para el cálculo de fuerza ejercida por el pistón y el martillo neumático en el sistema de ajuste de pines*



*Diagrama de cuerpo libre para el cálculo de reacciones en las ruedas del sistema de ajuste de pines.*



$$\sum F_y = 0$$

$$-22.64 N - 185.70 N + RA + RB = 0$$

$$-208.34 N + RA + RB = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$RB(670mm) - 185.70 N(670mm) - (22.64N)(335mm) = 0$$

$$RB(670mm) - 124419 Nmm - 7584.4 Nmm = 0$$

$$RB(670mm) - 132003.4Nmm = 0$$

$$RB = \frac{132003.4 Nmm}{670mm}$$

$$RB = 197.02 N$$

$$-208.34 N + RA + RB = 0$$

$$RA = 208.34 N - RB$$

$$RA = 208.34 N - 197.02 N$$

$$RA = 11.32 N$$

En comparación de las reacciones de las ruedas y el peso que se va a ejercer en el sistema de empuje y ajuste de pines, es necesario utilizar ruedas que tengan una guía para que no puedan descarrilarse, porque existe una fuerza simultanea tanto en la acción y la reacción. Y existen ruedas en el mercado que pueden soportar cada una de estas fuerzas, ver las especificaciones en el ANEXO 2.4.6 de la rueda en W que soporta hasta 100 Kg, que será suficiente para el sistema de empuje y ajuste de pines de aluminio.

### **3.11.2. Cálculo para seleccionar la fuerza de impacto para poder realizar un punzón en la barra y el pin del aluminio**

La fuerza que ejerce un martillo neumático es de 93 N, con el consumo de aire de 50Psi, pero esta fuerza se multiplica según los impactos por segundo que aplicada

para poder realizar un punzón entre la barra y el pin de aluminio. En la figura 3.8 se observa la deformación del pin y la barra aluminio, esto dependerá también del tiempo que se encuentre activado.

FIGURA 3.8: PRESIÓN PARA LA DEFORMACIÓN



Fuente: Grupo investigador

En el ANEXO 2.4.5, según la norma técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización el límite de fluencia del aluminio 6063 es de 110Mpa y se deberá encontrar la presión máxima para deformar una parte del pin.

*Esfuerzo para la deformación del aluminio*

$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$\sigma = \frac{93 \text{ N}}{9.62 \text{ mm}^2}$$
$$\sigma = 11.64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 11.64 \text{ Mpa}$$

El valor de este esfuerzo se podrá relacionar con los impactos por minuto necesarios para la deformación, que simplemente serán necesarios 10 impactos por segundo. Teniendo en cuenta que la fuerza máxima de un martillo neumático es de 112 N a 58.33 impactos por segundo. El tiempo será programado respectivamente.

Entonces:

$$\sigma = 11.64 \text{ Mpa (10)}$$

$$\sigma = 116.4 \text{ Mpa}$$

$$\delta_{\gamma} \leq \sigma$$

$$\mathbf{110Mpa \leq 116.4Mpa}$$

### **3.11.3. Cálculo para la selección del motorreductor**

Seleccionaremos el motorreductor dependiendo de la cantidad de carga, en este caso tendrá un rango de carga máxima de 15 kg. El radio del piñón es de 0.043 m.

#### **3.11.3.1. Cálculo del torque**

Según la ecuación 1.12

$$T = F \cdot r$$

$$T = (81.75 \text{ N})(0.043\text{m})$$

$$\mathbf{T = 3.51 Nm}$$

#### **3.11.3.2. Cálculo de potencia**

Según la ecuación 1.13

$$\text{Potencia} = \frac{T \cdot \text{rpm}}{716}$$

$$\text{Potencia} = \frac{(0.357\text{Kg m})(28 \text{ rpm})}{716}$$

$$\mathbf{Potencia = 0.013 HP}$$

Se requiere un motorreductor de 0.013 hp de potencia, con un torque mayor o igual a 3.51Nm y como no existe comercialmente de esa potencia lo más cercano es un de 1/15 de HP que existe en el mercado.

### 3.11.4. Cálculo de la fuerza del pistón de simple efecto

La principal fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende de la presión y del diámetro de los cilindros y se los puede calcular según la ecuación 1.14

$$F = P_{aire} \times \frac{\pi \times D^2}{40} - f_{muelle}$$

$$F = (4.13bars) \times \frac{\pi \times 22^2}{40} - 65N$$

$$F = 92N$$

### 3.11.5. Cálculo del consumo de aire para el funcionamiento neumático

El consumo de aire el martillo neumático es de  $0.31 \text{ m}^3/\text{min} = 3.1 \text{ dm}^3/\text{min}$  establecida por el catálogo de funcionamiento. Y el número de ciclos por minutos es de 10, para el correcto funcionamiento del cilindro de simple efecto es de 60 psi = 4.13 bars de presión de aire. Para el cálculo de consumo de aire del cilindro de simple efecto se aplica la ecuación 1.16 dónde:

$$Q_{cilindro} = \frac{0.987 + P_{aire}(\text{bar})}{0.987} \times \frac{\pi \times D^2 \times l}{4000000} \times n$$

$$Q_{cilindro} = \frac{0.987 + 4.13}{0.987} \times \frac{3.14 \times 22^2 \times 108}{4000000} \times 10$$

$$Q_{cilindro} = 5.18 \times 0.04 \times 10$$

$$Q_{cilindro} = 2.07 \text{ dm}^3/\text{min}$$

#### Consumo total = $\sum Q$

$$Q_{total} = Q_{martillo 1} + Q_{martillo 2} + Q_{cilindro 1} + Q_{cilindro 2}$$

$$Q_{total} = 3.1 \text{ dm}^3/\text{min} + 3.1 \text{ dm}^3/\text{min} + 2.07 \text{ dm}^3/\text{min} + 2.07 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$Q_{total} = 10.34 \text{ dm}^3/\text{min}$$

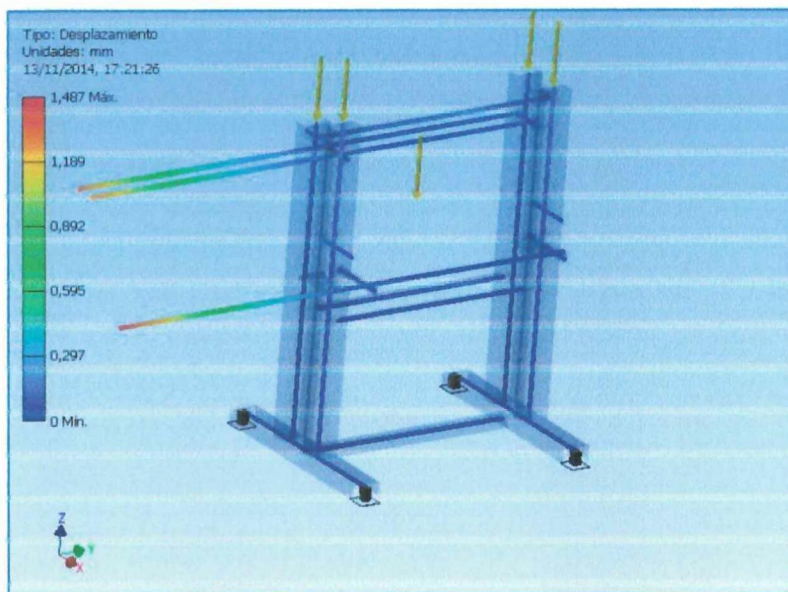
El valor hallado del consumo total del aire, es siempre y cuando estén funcionando al mismo tiempo los dos cilindros y los dos martillos neumáticos. Por lo tanto el consumo de un solo sistema será de  $5.17 \text{ dm}^3/\text{min}$

### 3.12. DISEÑO DE LA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA

#### 3.12.1. Estructura

Para el análisis de desplazamiento de la estructura se utilizó el Software de simulación Inventor Profesional, donde permite conocer en qué punto de la estructura de la máquina existe mayor flexión aplicando como máximo una cantidad de 70Kg, donde el desplazamiento máximo es de 1.1mm lo que es aceptable para la estructura como se detalla en la figura 3.9.

FIGURA 3.9: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA



Elaborado por: Grupo investigador

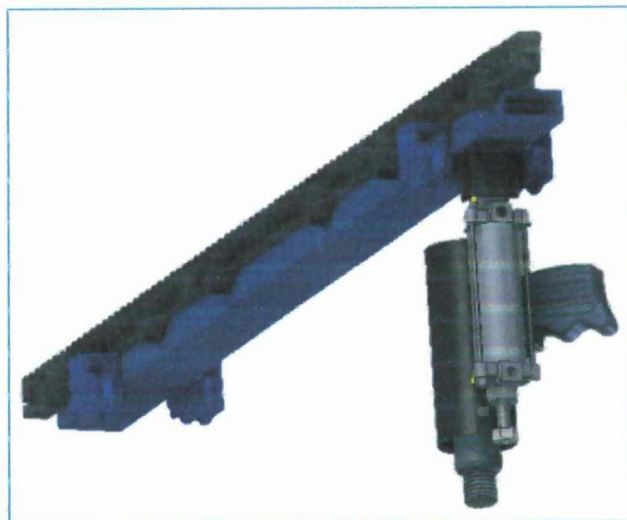
Para que la construcción de la estructura sea confiable estará compuesta básicamente de perfil estructural canales U de material acero ASTM A36, por sus características mecánicas que satisfacen lo requerido. VER ANEXO 2.4.2 con las medidas 100x50x4mm. Esto permitirá tener una rigidez estable en la estructura, así de esa manera sea capaz de soportar el peso específico y constante de todos los elementos que están involucrados en la construcción de la máquina.

### **3.12.2. Sistemas de movimientos mecánicos**

#### **3.12.2.1. Sistema de empuje de pines de aluminio**

Conociendo las fuerzas de movimiento que realizan cada uno de estos sistemas, estarán formadas por dos guías paralelas que serán de dos perfiles tipo ángulos, con dimensiones de 25x3 con especificación ASTM A36 VER ANEXO 2.4.3 estos permitirán que el tubo rectangular ASTM A-500 VER ANEXO 2.4.4, se deslice por los ángulos, además a este tubo estará empotrada la cremallera de nylon como se indica en la figura 3.10.

FIGURA 3.10: DISEÑO DEL SISTEMA DE EMPUJE DE PINES



**Elaborado:** Grupo investigador

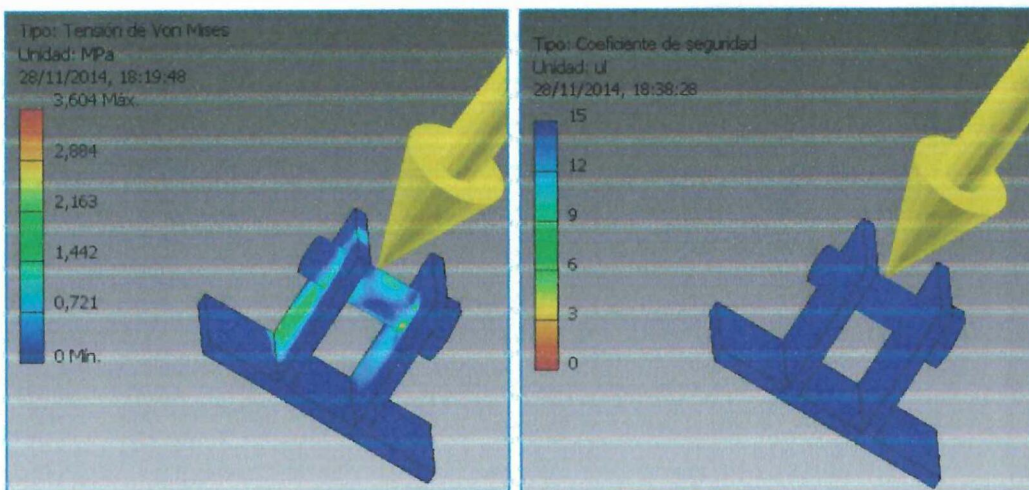
### ***Pieza de sujeción para el cilindro del sistema de empuje***

Aplicando en el software Inventor Profesional se realiza un análisis de la pieza de sujeción, donde permitirá observar cuales son las partes que están propensas a deformaciones o rupturas. El análisis se realiza para el avance del cilindro neumático, ya que en este instante entrará en funcionamiento el martillo neumático. El pistón estará sujeto con un perno 3/8"x 2", porque tiene un límite de fluencia de 270Mpa.

### **Simulación para esfuerzo**

En la activación del cilindro se obtiene una presión en la pieza de sujeción del cilindro y martillo neumático, producto del impacto producido por el martillo neumático, el cual afecta a la pieza que la sostiene. El análisis se lo realiza con una fuerza máxima de 214 N y se lo puede visualizar en la figura 3.11 en donde se indica la tensión máxima y el coeficiente de seguridad de esta pieza.

FIGURA 3.11: SIMULACIÓN DE ESFUERZO DE VON MISES



**Elaborado por:** Grupo investigador

En el simulador se obtiene un esfuerzo máximo de 3,604 Mpa, el cual satisface el diseño, porque no sobre pasa el límite de fluencia del acero A36 que es de 207Mpa. Y con un factor de seguridad de 15 como muestra la Figura 3.11.

### 3.12.2.2. Sistema de ajuste de pines de aluminio

Las fuerzas y la transformación de movimiento es similar al primer sistema, por lo tanto este constara de una sola guía para el tubo corredizo, la guía será de un perfil llamado ángulo ASTM A36 en posición horizontal, formando una V inversa para permitir que las ruedas se deslicen, esto se puede visualizar en la figura 3.12.

FIGURA 3.12: DISEÑO DEL SISTEMA DE AJUSTE DE PINES



**Elaborado por:** Grupo investigador

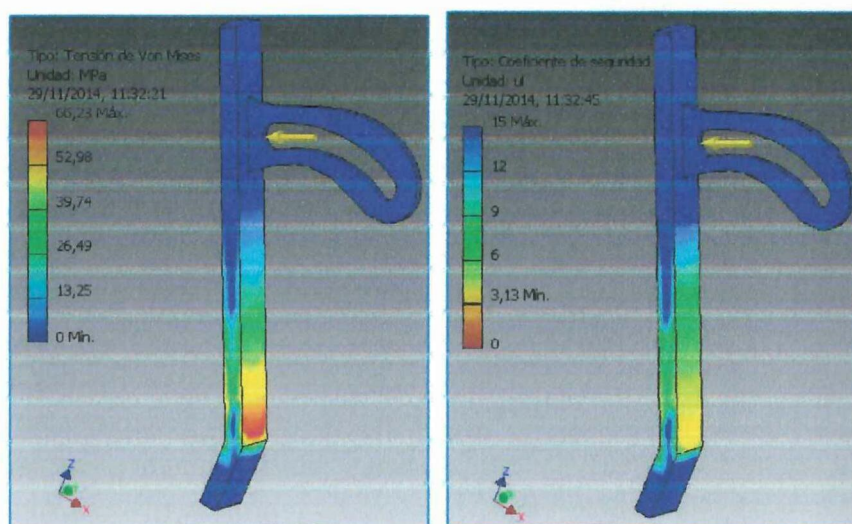
#### *Pieza de sujeción para el cilindro del sistema de ajuste*

En el simulador del software Autodesk Inventor se realiza el análisis en donde se observa las partes más propensas a deformaciones o rupturas. El análisis se realiza para el adelanto - retroceso y para el esfuerzo en horizontal - vertical. En este sistema el cilindro estará sujeto a una pieza mecánica diferente al de la primera, por el motivo que el cilindro debe ser ajustado al trabajo que debe realizarse. Esta pieza permite el deslizamiento del cilindro en forma horizontal y rotacional.

### Simulación de esfuerzos

La simulación para esta pieza mecánica se realiza por el producto del impacto del martillo neumático con la base del cilindro de simple efecto al instante de realizar la desactivación de la misma, para luego dar paso al funcionamiento del motorreductor. En la figura 3.13 se muestra la simulación de esfuerzos, identificando la tensión máxima que soporta la pieza y el coeficiente de seguridad de la misma

FIGURA 3.13: SIMULACIÓN DE ESFUERZO



**Elaborado por:** Grupo investigador

En el simulador se obtiene un esfuerzo máximo de 66.23Mpa, el cual satisface el diseño, porque no sobrepasa el límite de fluencia del acero A36 que es de 207Mpa. Y con un factor de seguridad de 3.13 como muestra la figura 3.13.

### **3.12.3. Diagrama de conexión eléctrico**

El diagrama de conexión se realiza en base a todos los elementos y componentes eléctricos (pulsadores NA Y NC, finales de carrera, paro de emergencia, luz indicador, selectores de 2 y 3 posiciones) que constarán en la maquina semiautomática, como se puede observar en el Anexo Plano 2.2.

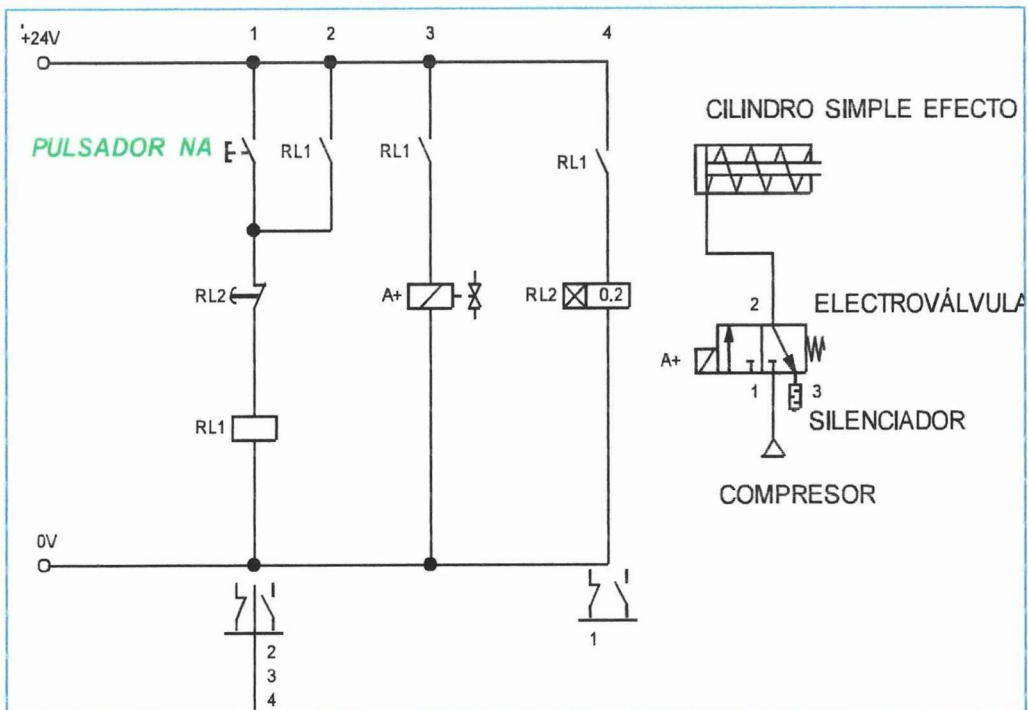
### 3.12.4. Diagrama del sistema neumático

En este diseño se lo realizará en base a la conexión y montaje de todos los componentes neumáticos tales como: electroválvulas 3/2, cilindros neumáticos y martillos neumáticos. Para la simulación de aplica el simulador de sistemas neumáticos Festo FluidSIM.

#### 3.12.4.1. Diagrama de control neumático del pistón de simple efecto en A-

Utilizando el simulador Festo en la figura 3.14 se observa el diagrama de control del pistón que se encuentra en A-, es decir está en estado normal. Porque todavía no se ha dado ningún mando para que realice el funcionamiento respectivo; para que inicie el funcionamiento se debe presionar el pulsador NA.

FIGURA 3.14: PISTÓN DE SIMPLE EFECTO EN A-

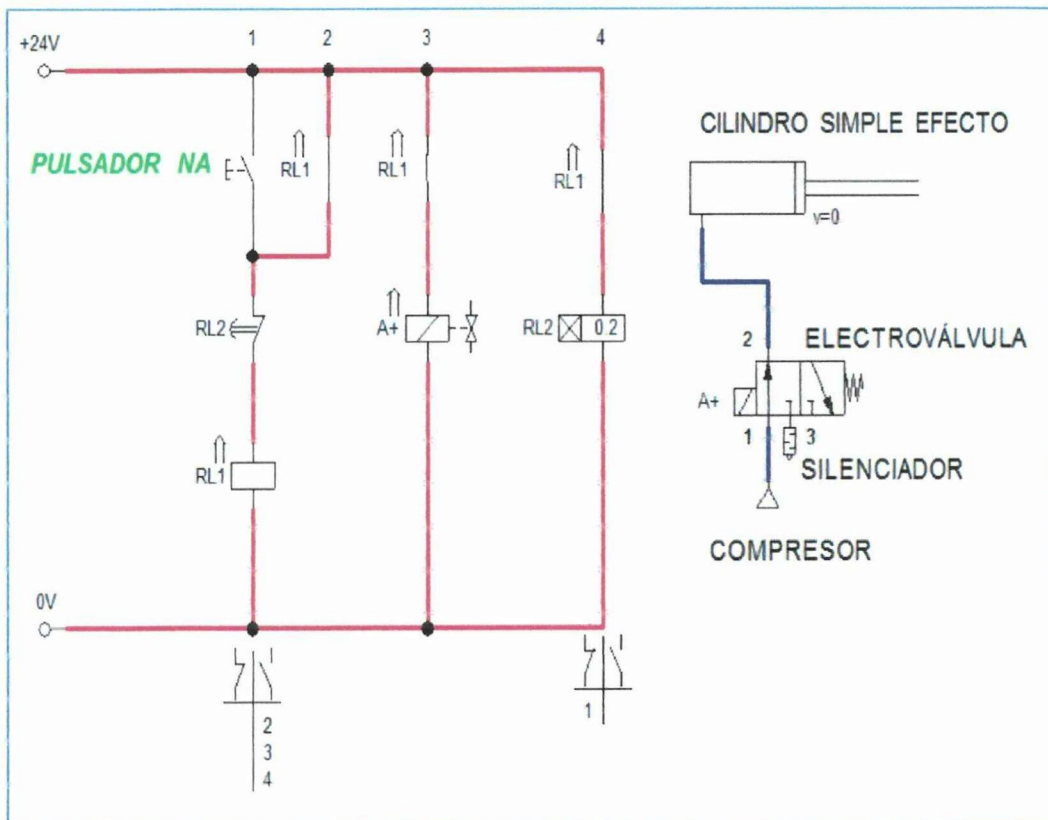


Elaborado por: Grupo investigador

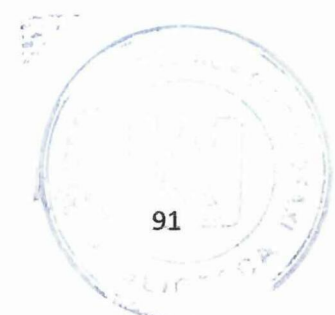
### 3.12.4.2. Diagrama de control neumático del pistón de simple efecto en A+

Aplicando Festo se observa la activación comandada por un pulsador normalmente abierto (NA), que dará una excitación a los relés que están internamente programados en el LOGO PLC, así de esa manera se activa una electroválvula, la actividad que desempeña la electroválvula es permitir el flujo de aire comprimido, haciendo que el vástago del cilindro se deslice hacia afuera, dando así la activación A+ al cilindro de simple efecto como se puede observar en la figura 3.15 después de activar el cilindro, entrará en funcionamiento el martillo neumático que se mantiene activo según lo programado tanto para el ajuste o para la extracción de pines de Al.

FIGURA 3.15: ACTIVACIÓN DEL CILINDRO A+



Elaborado por: Grupo investigador



### 3.13. SELECCIÓN DE ELEMENTOS Y COMPONENTES MECÁNICOS, ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

#### 3.13.1. Cilindro de simple efecto

La sencillez de operación y su fácil manipulación, son dos factores que se han tomado en cuenta para seleccionar este tipo de cilindro, ya que el trabajo que va a desarrollar cumple con las características que este elemento ofrece, siendo así el más óptimo y adecuado para la implementación en la máquina. En la tabla 3.2 se detalla las especificaciones técnicas del cilindro de simple efecto y en la figura 3.16 se indica el pistón de simple efecto.

TABLA 3.2: ESPECIFICACIONES DEL CILINDRO DE SIMPLE EFECTO

CILINDRO DE SIMPLE EFECTO	
Tipo de acción	Simple efecto vástago simple
Medio	Aire comprimido
Longitud del vástago	5.5 cm
Temperatura ambiente	-10 a 60°C
Lubricación	No requerido
Tamaño de puerto	PT 1/4

Fuente: Grupo investigador

FIGURA 3.16: CILINDRO SIMPLE EFECTO



Fuente: Grupo investigador

### 3.13.2. Martillo neumático

Se ha seleccionado un martillo neumático para el ajuste y extracción de pines de aluminio por su acoplamiento y ventajas en su manipulación, además este martillo entra en funcionamiento con un mínimo de aire comprimido de 50 psi, es decir no es necesario tener un gran compresor para ponerlo en funcionamiento.

Una de la descripción primordial de los martillos neumáticos es que son herramientas diseñadas para cortar metal oxidado, quitar concreto de bloques de cementos y la principal función es que permita dar golpes controlables. En la tabla 3.3 se describen las características técnicas del martillo neumático y en la figura 3.17 se puede observar el martillo neumático.

TABLA 3.3: ESPECIFICACIONES DEL MARTILLO NEUMÁTICO

MARTILLO NEUMÁTICO	
Impactos por minuto	3.500
Longitud de carrera	6.67 cm
Peso de la herramienta	1.59 kg
Vibración	4.1 m/seg <sup>2</sup>
Presión	100
Fuerza	112

Fuente: [http://www.pintulac.com.ec/images/productos/docs\\_descarga/2202.pdf](http://www.pintulac.com.ec/images/productos/docs_descarga/2202.pdf)

FIGURA 3.17: MARTILLO NEUMÁTICO



Fuente: Grupo investigador

### 3.13.3. Electroválvula 3/2 con solenoide, retroceso por muelle

Para una mejor manipulación de los elementos neumáticos se ha adoptado la utilización de controladores que, por medio de impulsos eléctricos comandan el paso de aire comprimido, se ha tomado la electroválvula 3/2 ya que ofrece la entrada del aire, la apertura de una vía y el respectivo escape, una de sus características es la fácil instalación y rápido mantenimiento por la amplia gama de repuestos.

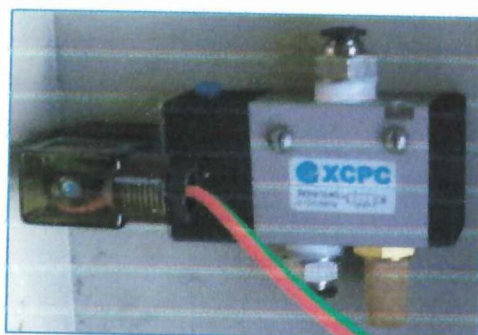
A continuación en la tabla 3.4, se detalla las especificaciones de la electroválvula, y se puede observar en la figura 3.18.

TABLA 3.4: ESPECIFICACIONES DE LA ELECTROVÁLVULA 3/2

ELECTROVÁLVULA 3/2	
Tamaño de puerto	1/4"
N° de puertos	3
Medio	Aire comprimido
Rango de presión que opera	0.8 a 15 MPa
Retorno	Muelle
Solenoide	110 V 50/60 Hz

Fuente: Grupo investigador

FIGURA 3.18: ELECTROVÁLVULA 3/2



Fuente: Grupo investigador

### 3.13.4. Motorreductor

Es utilizado para mover el sistema de avance de cada uno de los cilindros para la extracción y ajuste de cada uno de los pines de aluminio, la especificación se muestra en la tabla 3.5 y ese puede observar en la figura 3.19. Se ha tomado como punto de referencia este tipo de motores por su torque y bajas revoluciones por minuto, su fácil instalación y las ventajas que ofrece al momento de su funcionamiento en el cambio de dirección de giro, el tamaño es una de las ventajas que ofrece este equipo siendo de dimensiones mínimas que se acopla fácilmente en la estructura de la máquina.

TABLA 3.5: ESPECIFICACIONES DEL MOTORREDUCTOR

<b>MOTORREDUCTOR</b>	
Tipo	NC-34RHL
Velocidad	28 RPM
Torque	44 lb/in
Motor HP	1/15
Voltaje	115 V
Hz	60
Peso	11.5 lbs
Partes del número de capacitor	Modelo 0469

**Fuente:** Grupo investigador

FIGURA 3.19: MOTORREDUCTOR



**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.5. Finales de carrera eléctricos

Los finales de carrera utilizados en la máquina semiautomática se los han seleccionado tomando en cuenta las características de cada uno de la amplia gama de similares que existen en el mercado que tienen características en su estructura para determinadas situaciones y posiciones, para el presente trabajo se ha seleccionado con el fin de invertir el giro, este tipo de finales de carreras se encuentran con facilidad en el mercado.

La descripción de las características técnicas de estos finales de carreras se detalla a continuación en la tabla 3.6 y la respectiva ilustración en la figura 3.20.

TABLA 3.6: ESPECIFICACIONES DE LOS FINALES DE CARRERA

FINALES DE CARRERA ELÉCTRICOS	
Serie	Z-15GW2-B
Tipo	Palanca larga con rodaja
Capacidad	15 A, 250 VCA
Dimensiones	1.76 cm x 4.96 cm
Color	Negro
Activación	Muelle
Peso	0.12 kg

Fuente: Grupo investigador

FIGURA 3.20: FINALES DE CARRERA ELÉCTRICOS



Fuente: Grupo investigador

### 3.13.6. Pulsador de emergencia

El pulsador tipo hongo o de emergencia es de vital importancia en el ámbito industrial y en el desarrollo de máquinas, brindando un punto de escape en una emergencia, deshabilitando la alimentación eléctrica al abrir los contactos en un sistema eléctrico, como por ejemplo en la pérdida de control del motorreductor, las especificaciones se muestran en la tabla 3.7.

TABLA 3.7: ESPECIFICACIONES DEL PULSADOR DE EMERGENCIA

<b>PULSADOR DE EMERGENCIA</b>	
Botón pulsador	30 mm tipo hongo
Block de contactos	1NA + 1NC
Corriente	10 <sup>a</sup>
VCA	110/220
Tablero	Empotrable

**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.7. Breaker

Este dispositivo permite cortar u obstaculizar el paso de la energía eléctrica de 110V-220V, de 16 A; a todo el sistema eléctrico de la maquina semiautomática. Se ha escogido este elemento de protección siguiendo los parámetros del Anexo 2.4.9, al contar con dos motorreductores de 1/15 HP consideradas cargas eléctricas y que sumadas queda una carga eléctrica de 1/7.5 HP, especificando que en el mercado se encuentra el breaker C16 el más próximo.

### 3.13.8. Selector 3 posiciones

Este elemento eléctrico es utilizado para el avance del motor de forma manual, esta puede ser para la inversión de giro hacia la derecha o hacia la izquierda según el posicionamiento, es un selector de 3 posiciones con 1NC – 1NA – 1NC, con capacidad de hasta 10 A en 250 VCA con medidas de 30 mm.

### 3.13.9. Pulsadores NA y NC

Los pulsadores darán la señal de arranque o de paro del funcionamiento de la máquina, por lo cual es importante su instalación, recalcando su fácil acceso y rápida adquisición para eventos emergentes o de mantenimiento. En la Tabla 3.8, se especifica las características de los pulsadores NA utilizadas para la activación de cada uno de los proceso de trabajo de los motores y cilindros.

TABLA 3.8: ESPECIFICACIONES DEL PULSADOR

<b>PULSADORES</b>	
Nombre de articulo	Montaje en panel interruptor de botón
Tipo	Momentáneo
Tensión	AC 250V - 0.5 <sup>a</sup>
Botón de diámetro	1.6 cm
Tamaño	2.2 x 4.2 cm
Material	Plástico, metal

**Elaborado:** Grupo investigador

### 3.13.10. Cable eléctrico

Como la principal función de un cable eléctrico es el de conducir el flujo de corriente eléctrica, el calibre del mismo va a estar en función de ella para lo cual se ha seleccionado el cable que se describe en la tabla 3.9, y se especifica en el Anexo 2.4.8 basándose en las condiciones que va a soportar el conductor.

TABLA 3.9: ESPECIFICACIONES DEL CABLE ELÉCTRICO

<b>CABLE ELÉCTRICO</b>	
Calibre	16 AWG
Uso	General, aparatos eléctricos y electrónicos
Propiedades	Flexible, soporta dobleces, resistencia a la humedad
Voltaje máximo	300 V
Aislamiento	1.14 mm

**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.11. Tubo anillado de PVC

El tubo anillado de PVC posee características aisladoras del flujo de corriente, por las propiedades que tienen su estructura molecular y resistencia ante la aplicación de fuerzas que se detalla en la tabla 3.10, en donde se especifica las características del tubo anillado PVC.

TABLA 3.10: ESPECIFICACIONES DEL TUBO ANILLADO

<b>TUBO ANILLADO PVC</b>	
Código	FLEX IPC 3321
Utilización	Protección de cables
Diámetro	16 – 63 mm
Resistencia fuerza	750 N

**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.12. Manguera neumática

La selección del diámetro de la manguera está dada en función a los elementos de acople del sistema neumático, por sus características para el trabajo en presiones de estándares neumáticos y la facilidad para poder reemplazarla por la amplia oferta de la misma en la tabla 3.11, se especifica las características de la manguera de 1/4" utilizada para el paso del aire comprimido.

TABLA 3.11: ESPECIFICACIONES DE MANGUERAS NEUMÁTICAS

<b>MANGUERA NEUMÁTICA</b>	
Referencia	MPC 1021
Diámetro exterior	1/4"
Diámetro interior	4.15 mm
Color	Negro
Presión de trabajo	150 PSI

**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.13. Racor o acople neumático recto

Es preciso mencionar que los acoples para el sistema neumático es proporcional y está determinado previo a la obtención de los elementos principales. En la tabla 3.12, se especifica las características del racor o acoples neumático recto y se puede visualizar en la figura 3.21

TABLA 3.12: ESPECIFICACIONES RACORS RECTOS

<b><i>RACORS O ACOPLA NEUMÁTICO RECTO</i></b>		
<b><u>Detalles</u></b>	<b>Racors 1/4 NPT 3/8 N</b>	<b>Racors 1/4NPT 1/8 N</b>
N° de puertos	2	2
Medio	aire comprimido	Aire comprimido
Longitud	18mm	16mm
Diámetro rosca	9.52mm	5mm

**Fuente:** Grupo investigador

FIGURA 3.21: RACORS O ACOPLA NEUMÁTICOS RECTOS



**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.14. Racor o acople neumático en T

Es un componente neumático que sirve para realizar un acople entre 3 conexiones de mangueras neumáticas. En la tabla 3.13, se especifica las características específicas del racor o acoples neumático en T y en la figura 3.22 se puede observar su gráfica.

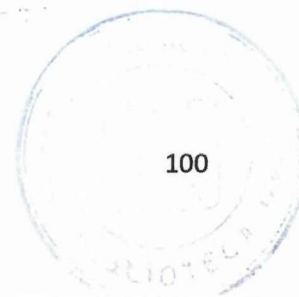


TABLA 3.13: ESPECIFICACIONES RACORS EN T

RACORS O ACOPLA NEUMÁTICO EN T	
N° de puertos	3
Medio	Aire comprimido
Diámetro de orificios	6mm
Diámetro de orificios para soporte	4mm

**Elaborado:** Grupo investigador

FIGURA 3.22: RACORS O ACOPLA NEUMÁTICOS EN T



**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.15. *Racor o acople neumático en codo*

En la tabla 3.14, se especifica las características del racor o acoples neumático en codo.

TABLA 3.14: ESPECIFICACIONES RACORS EN CODO

RACORS O ACOPLA NEUMÁTICO EN CODO	
N° de puertos	2
Medio	Aire comprimido
longitud	25 mm
Diámetro de rosca	5 mm
Diámetro de orificios para soporte	4 mm
Salida	1/4"

**Elaborado:** Grupo investigador

### 3.13.16. Silenciadores

El silenciador es una componente neumático que sirve para disminuir el ruido de la salida de la electroválvula en la tabla 3.15, se especifica las características.

TABLA 3.15: ESPECIFICACIONES DEL SILENCIADOR

<b>SILENCIADOR</b>	
N° puertos	2
NPT	3/8"
Longitud	30 mm
medio	Aire comprimido

**Fuente:** Grupo investigador

### 3.13.17. Logo Siemens 230RC

Se ha utilizado este dispositivo por su versatilidad y altos índices de aceptación que ha venido propagando entre los sistemas de automatización. A demás por las características técnicas que posee es el idóneo para obtener los resultados deseados en este proyecto, ya que su fuente de alimentación es la apropiada para la funcionalidad de los elementos que van a ser conectados a las salidas del mismo, sus módulos de expansión facilitan la programación sumando entradas y salidas adicionales y la programación del Logo 230RC se lo puede realizar por medio de la interfaz con el ordenador. Se especifica las características del Logo PLC 203 RC en la tabla 3.16 y se puede visualizar en la figura 3.23

TABLA 3.16: ESPECIFICACIONES DEL LOGO PLC 230 RC

<b>LOGO PLC 230 RC</b>	
Marca	Siemens
Input	8 x AC/DC
Output	4 x Relay / 10 A
RC	230
AC/DC	115 ... 240 V

**FUENTE:** Grupo investigador

FIGURA 3.23: LOGO SIEMENS 230RC



**Fuente:** Grupo investigador

### 3.14. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

Para la construcción de la máquina semiautomática se toma en cuenta los pasos que se realizará para la construcción, todos los pasos se detallarán mediante fotografías captadas en la construcción de la máquina.

#### 3.14.1. Construcción de la estructura

Una vez seleccionado el material, para la estructura se utilizó el canal de acero ASTM A36, este tipo de material es accesible, porque se puede encontrar en cualquier distribuidora de metal, la cual se procedió a cortar con las dimensiones planteadas en los planos (ver anexo plano 2). En la figura 3.24 se observa el proceso de corte de material para el ensamblaje de la estructura.

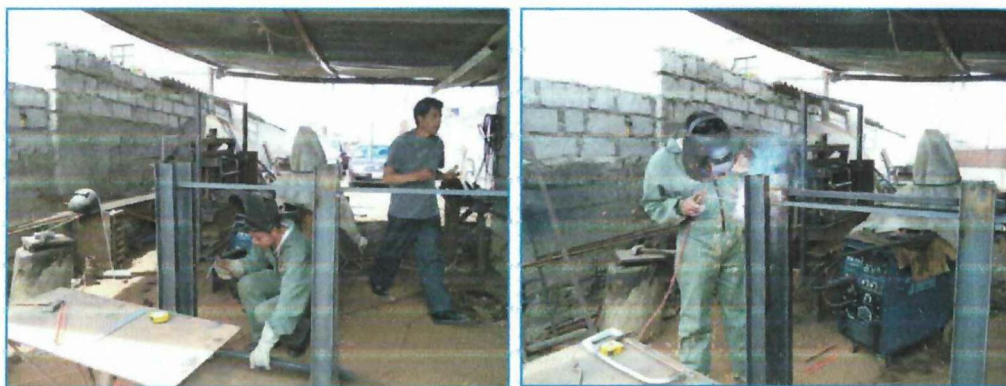
FIGURA 3.24: CORTE DE CANAL U



**Elaborado por:** Grupo investigador

Ya obtenida los materiales cortados se procede a la unión y soldadura de cada una de las piezas de la estructura (ver anexo plano 2). Para la unión de las piezas se ha utilizado el electrodo E-6011 1/8" y para la soldadura terminado el electrodo E-7018 1/8". En la figura 3.25 se observa el proceso de soldadura de la estructura.

FIGURA 3.25: SOLDADURA DE ESTRUCTURA



Elaborado por: Grupo investigador

### 3.14.2. Construcción de los sistemas mecánicos

El material que se utiliza para la construcción de los sistemas mecánicos es el tubo rectangular estructural, donde estarán empotrados los cilindros de simple efecto y los martillos neumáticos para realizar su respectivo trabajo, además se debe tomar en cuenta que los sistemas que intervienen son dos: el sistema para el empuje y del ajuste de pines (ver gráfico 3.10 y 3.12).

#### 3.14.2.1. Sistema de empuje de pines de aluminio

En este sistema se acoplarán 4 ruedas en el tubo rectangular, cada una de las ruedas estarán soldadas en la parte externa del tubo (ver anexo plano 4). Las ruedas están soldadas con el electrodo E-6011 1/8".

En la figura 3.26 se visualiza el proceso del ensamblaje del sistema de empuje de pines y su forma física del cómo queda soldado las ruedas de deslice.

FIGURA 3.26: SOLDADURA DE SISTEMA DE EMPUJE



**Elaborado por:** Grupo investigador

### 3.14.2.2. Sistema de ajuste de pines de aluminio

En este sistema se acoplarán 2 ruedas en el tubo rectangular, estas ruedas estarán situadas y soldadas respectivamente (ver anexo plano 5). En la figura se aprecia el ensamblaje del sistema de ajuste de pines.

FIGURA 3.27: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AJUSTE DE PINES



**Elaborado por:** Grupo investigador

### 3.14.3. Montaje de la cremallera en el tubo rectangular

El montaje y ajuste de las cremalleras de nylon en el tubo se lo hizo con pernos de  $\frac{1}{4}$ "x  $2 \frac{1}{2}$ ", Para esto el tubo rectangular se perfora con una broca de  $\frac{1}{4}$ " en cada uno de los puntos especificados (ver anexo plano 4). En el montaje se tiene dos posiciones diferentes (ver gráfico 3.10 y 3.12). En la figura 3.28 se observa la posición de la cremallera en los dos sistemas de movimiento.

FIGURA 3.28: MONTAJE DE LA CREMALLERA



**Elaborado por:** Grupo investigador

#### 3.14.4. Montaje de los cilindros

El montaje de los cilindros neumáticos de simple efecto se lo realiza en el tubo corredizo al extremo derecho de cada uno del tubo (ver anexo plano 4). El montaje se lo realiza mediante la pieza mecánica ya mencionada (ver gráfico 3.11 y 3.13) que estará aprisionado con un perno  $3/8'' \times 2''$ , que podrá ser extraído sin problema alguno de la máquina semiautomática.

El acoplamiento se lo realiza observando la tabla 1.3. Factor de montaje donde menciona que para estos tipos de cilindros y por la carga están influenciados en el grupo 2 donde se selecciona el tipo de conexión VI, que es un pivote y guiado rígido, por lo tanto absorbe la fuerza del cilindro en la línea central y permite el movimiento en un plano. En la figura 3.29 se visualiza el posicionamiento del cilindro en el tubo rectangular y el ajuste por medio de un perno.

FIGURA 3.29: MONTAJE DE CILINDROS NEUMÁTICOS



**Elaborado por:** Grupo investigador

### 3.14.5. Montaje del martillo neumático en los cilindros

El montaje de los martillos neumáticos en los cilindros de simple efecto se lo realiza por medio de un tubo redondo de 2"1/4 de diámetro como se muestra en la figura 3.30 y cumpliendo con cada una de las características para la correcta actividad (ver anexo plano 4) ya que esta permite el deslizamiento del martillo neumático con respecto al funcionamiento del cilindro de simple efecto, ejecutando así el trabajo de A+ (adelanto) o A-(retroceso) para cumplir con el funcionamiento requerido de los pines de aluminio.

FIGURA 3.30: MONTAJE DEL MARTILLO NEUMÁTICO

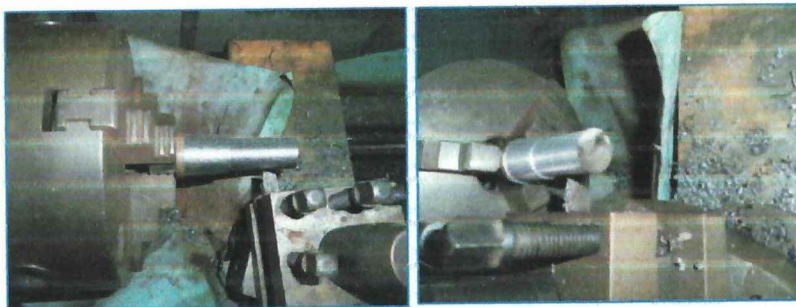


Elaborado por: Grupo investigador

### 3.14.6. Maquinado de un eje motorreductor - piñón

El eje está maquinado para realizar el acople del eje del motorreductor con el agujero del piñón. Este acople deberá ser lo suficientemente fijo entre las dos piezas mencionadas. Este eje es de material acero ASTM A36, que es resistente a la flexión (ver anexo plano 3). En la figura 3.31 se muestra el proceso de torneado del acople del eje para el motorreductor.

FIGURA 3.31: MAQUINADO DEL EJE MOTORREDUCTOR PIÑÓN



Elaborado por: Grupo investigador

### 3.14.7. Montaje del motorreductor

El montaje del motorreductor para el primer sistema se adhiere en el canal superior de la estructura, y el otro en la parte lateral izquierda de la estructura, para la fijación de este es necesario perforar superiormente y lateralmente el canal con agujeros de  $\frac{1}{2}$ " (ver anexo plano 3) y apertarlo con un ajuste necesario.

En la figura 3.32 se puede visualizar en primera instancia a la izquierda la pieza de sujeción del motorreductor y a la derecha el motorreductor ensamblado en la estructura. Este ensamble debe estar ubicado a un nivel adecuado para que el deslizamiento de la cremallera sea de forma lineal.

FIGURA 3.32: MONTAJE DEL MOTORREDUCTOR



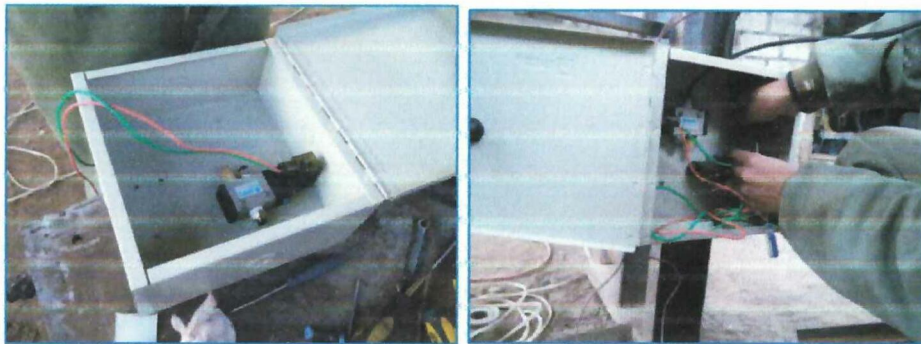
Elaborado por: Grupo investigador

### 3.14.8. Montaje de componentes neumáticos auxiliares

El montaje de cada uno de los componentes neumáticos auxiliares se los ha colocado en una caja de paso, esta caja esta respectivamente especificado para salvaguardar la vida útil de los componentes.

La caja está empotrada en la parte inferior de la máquina, la cual esta sujeta por dos pernos de  $\frac{1}{4}$ " x 1". Los componentes están sujetos a la caja con cada uno de los pernos respectivos. En la figura 3.33 se observa la instalación de las electroválvulas y los elementos neumáticos en la caja.

FIGURA 3.33: MONTAJE DE COMPONENTES NEUMÁTICOS



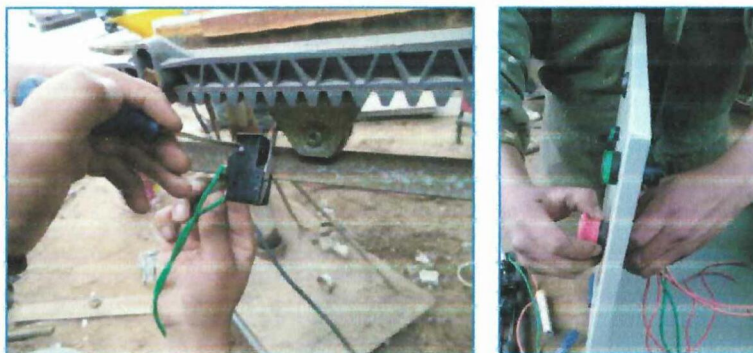
**Elaborado por:** Grupo investigador

### 3.14.9. Montaje y conexión de componentes eléctricos

El montaje de los componentes eléctricos auxiliares se los ha colocado en cada una de las posiciones respectivas de la máquina. Los finales de carrera están situados en cada uno de los extremos de los ángulos donde se deslizan los cilindros empotrados en cada una de las cremalleras como se puede observar en la figura 3.34.

Las conexiones eléctricas y el cableado se lo realizan siguiendo el diagrama eléctrico, (ver anexo plano 2.3).

FIGURA 3.34: MONTAJE DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

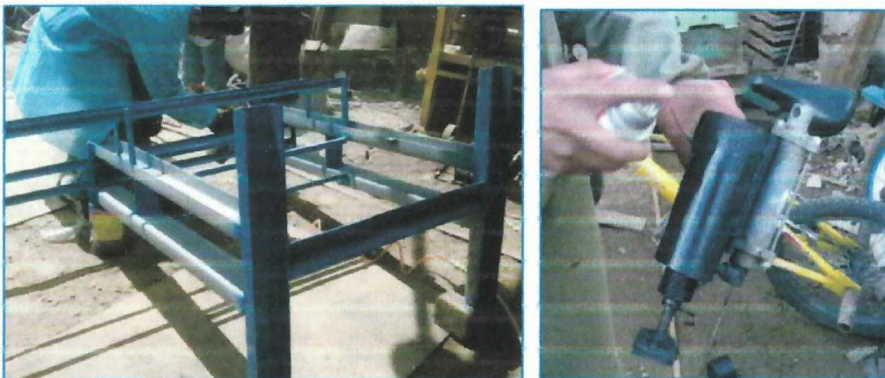


**Elaborado por:** Grupo investigador

### **3.14.10. Acabado superficial para la estructura de la máquina semiautomática**

La construcción de la máquina semiautomática para la penetración y extracción de pines de aluminio se concluye con los acabados superficiales que son la protección con pintura anticorrosiva y la decoración es de color azul claro y algunas piezas o componentes de la máquina y de color negro como se puede observar en la figura 3.35. Aplicando la norma NTE INEN 439 donde menciona que el color azul denota obligación, se aplica sobre aquellas partes de artefactos, máquinas cuyo accionamiento implique la obligación de proceder con precaución a cada uno de los sistemas de movimiento como son el sistema de empuje y el sistema de ajuste de los pines de aluminio.

FIGURA 3.35: ACABADO SUPERFICIAL DE LA ESTRUCTURA.

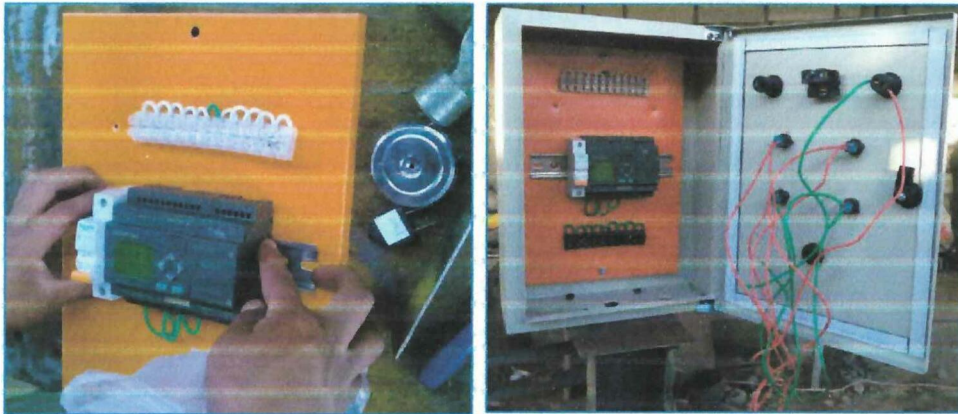


**Elaborado por:** Grupo investigador

### **3.14.11. Montaje del Logo PLC 230RC**

El montaje del logo PLC 230RC se lo hace en un gabinete de 300 x 400 x 150 mm incrustado en una regleta para tener el ajuste necesario, donde está específicamente dimensionado con el espacio que va a ocupar el logo y sus elementos eléctricos como se observa en la figura 3.36 en la que se aprecia la ubicación del logo, módulos de expansión del logo, breakers y las protecciones eléctricas y entre otro componentes eléctricos.

FIGURA 3.36: MONTAJE DEL LOGO PLC 230RC



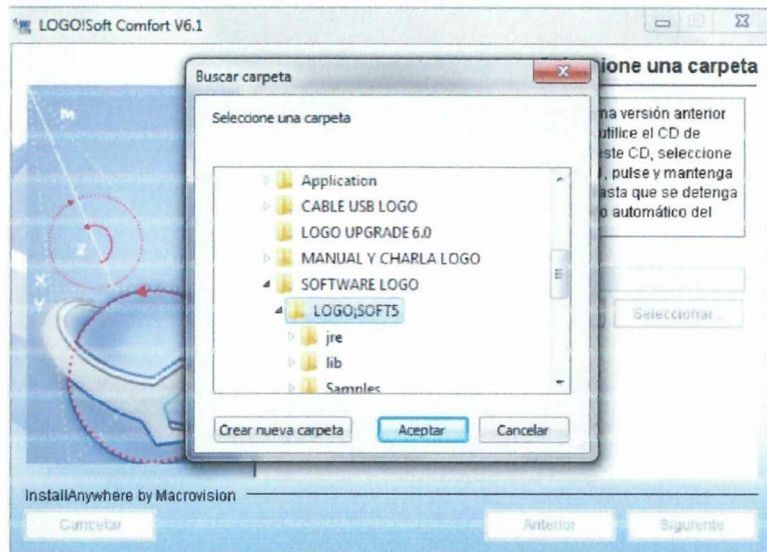
Elaborado por: Grupo investigador

### 3.15. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL CONTROLADOR DEL LOGO PLC 230RC

Esta guía está basada para Windows 7, pero también es aplicable para otras versiones de Windows. La instalación del software del logo en la PC es fácil y sencillo, en la cual indicaremos los pasos a seguir.

1. Abrir la carpeta logo confort y buscar la carpeta LOGO UPGRADE 6.0.
2. Abrir y mandar a ejecutar en el icono SETUP.
3. Se abrirá la siguiente ventana y escoger el idioma español o el inglés. Y dar clic en ok.
4. En esta ventana buscar la carpeta en la cual se lo va a instalar, la carpeta a buscar debe ser de la carpeta de logo que ese estará instalando. Es recomendable tener esta carpeta en el disco local D. La carpeta a seleccionar se llama logo soft5.
5. Encontrado la carpeta seleccionar y dar un clic en aceptar.

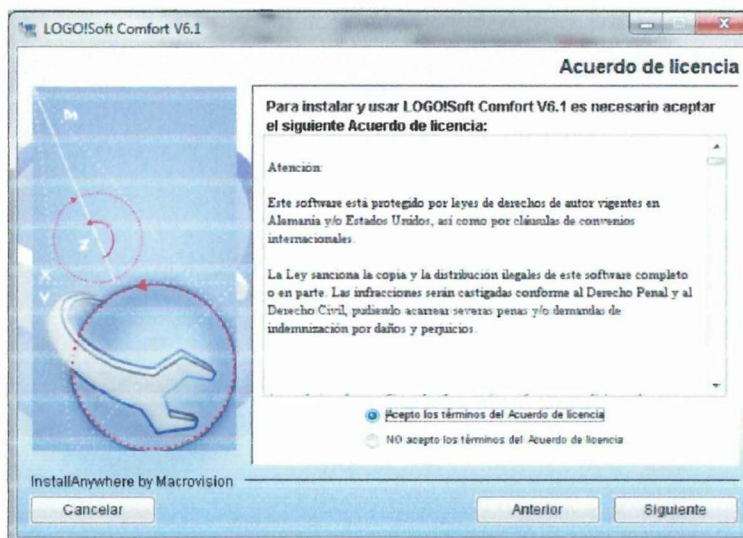
FIGURA 3.37: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PASOS (4 - 5)



Fuente: Grupo investigador

6. Dar clic en siguiente y aparece la ventana de la licencia, donde se debe dar un clic en “acepto los términos de acuerdo a la licencia” y clic en siguiente.

FIGURA 3.38: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PASO (6)



Fuente: Grupo investigador

7. Se deberá seleccionar la carpeta de instalación, es recomendable en el disco C. y dar clic en siguiente.

FIGURA 3.39: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PASO (7)



Fuente: Grupo investigador

8. Seleccionar “crear un icono de acceso”. Y dar un clic en instalar y se debe esperar que se cargue.

FIGURA 3.40: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PASO (8)



Fuente: Grupo investigador

9. En la instalación el programa preguntará si desea instalar el driver del cable PC USB? Y dar un clic en SI.
10. Saldrá una pantalla de ejecución en la cual simplemente se deberá seguir los respectivos pasos, e instalar y por ultimo dar un clic en aceptar y finalizar.
11. Por último se desplazara en anuncio que se ha instalado correctamente y dar clic en terminado.

### **3.15.1. Cargar el programa al Logo PLC 230RC**

El programa que se cargará deberá estar realizada en el software LOGO! Soft Comfort V6.1, donde el programa está basado en el trabajo que realizará la máquina semiautomática. Por ejemplo: la activación de las electroválvulas para el funcionamiento de los cilindros, indicadores de luz, encendido de los motores, giro de los motores (derecha-izquierda), reseteo y el paro de emergencia. Ver el programa en el anexo 3.

## CONCLUSIONES

1. El ajuste admisible se lo realizará por medio de un punzón entre la barra y el pin, usando una presión de 70 psi; cual mejora la facilidad de extracción porque será de una forma fácil y sencilla a comparación de los anteriores procesos manuales.
2. Por medio de la programación del Logo PLC se logra dar una semiautomatización a la máquina, permitiendo así reducir el tiempo en el trabajo manual de 5 a 3 horas en el cambio de 120 pines de aluminio; permitiendo así tener como resultado la eficacia en el mantenimiento de los bastidores transportadores.
3. Mediante la experimentación se concluye que a un pin de aluminio de 9.5 mm de diámetro y de 270 mm de longitud no se puede ejercer una presión mayor a 0.04 toneladas métricas, porque el material tiende a deformarse y esto dificulta la extracción.
4. Se cumplió exitosamente con los objetivos planteados para la realización del proyecto, esto servirá para ir paso a paso mejorando los procesos de producción. Además de eso se está fortaleciendo el indicio de seguir realizando las posibles automatizaciones con acorde a la tecnología.

## RECOMENDACIONES

1. Cualquier persona que interfiera en la manipulación de la máquina semiautomática deberá como primera instancia informarse del funcionamiento, es decir deberá leer el manual y conocer cuáles serán los posibles riesgos o peligros que se puedan presentar.
2. El nivel de sonido que produce el martillo neumático tiene un índice de 80 decibeles, parámetro que puede soportar una persona en el ámbito industrial por 5 minutos, pero al estar sometido a prolongadas horas de trabajo se deberá hacer uso obligatorio de equipos de protección personal, principalmente la protección auditiva.
3. Es recomendable cuando se realice un mantenimiento a la máquina revisar principalmente el sistema neumático, por el motivo que los martillos y cilindros neumáticos están expuestos a un ambiente libre la cual produce una repentina oxidación; y de llegarse a cambiar algún componente se le exige revisar los parámetros establecidos en cada uno de ellos.
4. La empresa debe buscar nuevas alternativas que permitan llegar a la automatización completa de esta máquina, para que de esta manera permita seguir disminuyendo gradualmente el tiempo en el mantenimiento de los bastidores transportadores.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía citada:

- ASKELAND D. Ciencia e Ingeniería de los materiales. 3º Edición. Universidad de Missouri – Rolla. Madrid: 1998. 778 P. **Pág. 366 - 368**
- CEJAROSU, departamento de tecnología, máquinas y mecanismos. [Fecha consultada: 15 noviembre 2014]. Disponible en:  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material1107/imprenta/Textos/tx\\_mecanismos.pdf](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material1107/imprenta/Textos/tx_mecanismos.pdf) **Pág. 1-16.**
- CREUS A. Neumática e hidráulica. 2º edición. Barcelona: enero 2011. 340 P. **Pág. 14, 88, 89.**
- DELMETAL, corporación. Aluminio 6063. Catálogos. [Fecha consultada: 20 enero 2014]. Disponible en:  
<http://www.delmetal.com.ar/productos/aluminio/6063.pdf> **Pág. 1**
- DELNERO J. Circuitos neumáticos – fluido dinámica. [Fecha consultada: 16 enero 2014]. Disponible en:  
<http://www.cyintegral.cl/Biblioteca/Neumatica-4.pdf> **Pág. 10**
- FURUKAWA, corporación. Aluminio PFK. Catálogos de perfiles. [Fecha consultada: 18 enero 2014]. Disponible en:  
<http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf> **Pág. 8-11.**
- GIRALDO R. Materiales no ferrosos. [Fecha consultada: 20 enero 2014]. Disponible en:  
[http://centros4.pntic.mec.es/ies.ramon.giraldo/tecn\\_ind/tema7\\_met\\_no\\_ferrosos.pdf](http://centros4.pntic.mec.es/ies.ramon.giraldo/tecn_ind/tema7_met_no_ferrosos.pdf) **Pág. 2**
- GIUDICE C. y PEREYRA A. Protección de materiales – anodizado de aluminio. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional la Plata. 22 p. **Pág. 4**
- MYSZKA D. Machines and mechanisms. Tercera edición. University of Dayton. New Jersey: 2005. 546 p. **Pág. 2-3**

- PAREDES J. El uso de anodizado en materiales. [Fecha consultada: 10 enero 2014]. Disponible en:  
[http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/28\\_iv\\_feb\\_2010/casa\\_del\\_tie mpo\\_eIV\\_num28\\_59\\_65.pdf](http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/28_iv_feb_2010/casa_del_tiem po_eIV_num28_59_65.pdf). **Pág. 7**
- SHIGLEY J. Diseño en ingeniería mecánica. Richart G. Budynas y J. Keith Nisbett. Octava edición. México: 2008. 1092 p. **Pág. 51**
- SMITH W. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales. 4<sup>o</sup> Edición. University of Central Florida. México: 2006. 1036 P. **Pág. 8**
- VARGAS C, JIMENEZ N y LONDOÑO C. Crecimiento de películas de óxido de aluminio por métodos electroquímicos. Scientia Et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira. vol. XIII. Colombia: mayo 2007. 550 p. **Pág. 546**
- VILLALBA H. Material de uso técnico – Tecnología Industrial I. [Fecha consultada: 12 febrero 2014]. Disponible en:  
[http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/01/materiales\\_ metales.pdf](http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/01/materiales_ metales.pdf) **Pág. 1.**
- VILLALBA H. Elementos que máquinas y sistemas – Tecnología Industrial I. [Fecha consultada: 15 noviembre 2014]. Disponible en:  
<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/03/elementos -de-mc3a1quinas-y-sistemas.pdf> **Pág. 1-3**
- GUILLÉN A. Introducción a la neumática. Marcombo S.A. Vol XI. Colombia. 2004. 66 p. **Pág. 32.**

### **Bibliografía consultada:**

CREUS A. Simulación y control de procesos por ordenador.ec. . 2<sup>o</sup> edición. Barcelona: enero 2011. 340 P.

KALPAKJIAN, SEROPE Y SCHMID, STEVEN R. Manufactura, ingeniería y tecnología. Cuarta edición. México: 2002. 1176 p.

MATAIX C. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Segunda Edición. Madrid: 2012. 734p.

ROLDAN J. Prontuario de mecánica industrial aplicada. 2º edición. España: 2010. 400 p.

ROLDAN J. Neumática, Hidráulica y electricidad aplicada. Décima edición. México: 2009. 248 p.

ROMERO M. y otros. Resistencia de materiales. Col·lecció [treballs d informàtica I Tecnologia] Núm. 12. Biblioteca de la universitat Jaume I: 2002. 362 p.

### **Bibliografía electrónica:**

- Aluminio y Anodizado. [Fecha consultada: 22enero 2014]. Disponible en:  
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn110.html>
- Enganche de perfiles de aluminio. [Fecha consultada: 22 enero 2014]. Disponible en:  
<http://www.revistaaluminio.com/?p=1424>
- Logo 230RC. [Fecha consultada: 22 enero 2014]. Disponible en:  
[https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA\\_16527461\\_HB/Logo\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf)
- Martillo neumático. [Fecha consultada: 05 febrero 2014]. Disponible en:  
[http://www.pintulac.com.ec/producto\\_grupo\\_detalle.php?codigo=2202&categeg=7&subcateg=2](http://www.pintulac.com.ec/producto_grupo_detalle.php?codigo=2202&categeg=7&subcateg=2)
- Electroodos. [Fecha consultada: 10 Marzo 2014]. Disponible en:  
[http://www.indura.net/\\_file/file\\_1774\\_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf](http://www.indura.net/_file/file_1774_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aleaciones.-** Es una combinación, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.

**Análisis.-** Es el examen químico de una muestra orgánica o inorgánica, que consiste en determinar la naturaleza y proporción de las sustancias que la componen.

**Anodizado.-** Es el proceso electrolítico de pasivación utilizado para incrementar el espesor de la capa natural de óxido en la superficie de piezas metálicas.

**Calor específico.-** Es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad.

**Ciclo.-** Son estados por las que pasa un acontecimiento, proceso o fenómeno.

**Codificación.-** Es el proceso de poner juntos los segmentos de sus datos que parecen ilustrar una idea o un concepto.

**Comercialización.-** Es el conjunto de las acciones encaminadas a comercializar productos, bienes o servicios.

**Consideraciones.-** Es la reflexión que se hace con atención y cuidado para formar una opinión acerca de una cosa.

**Control.-** Es un proceso de vigilar las actividades para cerciorarse de que se desarrollan conforme se planearon y para corregir cualquier desviación evidente.

**Corrosión.-** Es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

**Densidad.-** Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

**Desgaste.-** Es la pérdida de masa de la superficie de un material sólido por la interacción mecánica con otro cuerpo en contacto.

**Deslizamiento.-** Es la acción de mover suavemente una cosa sobre una superficie.

**Dilatación.-** Es un proceso físico por el cual se producen cambios de volumen como resultado de cambios de temperatura.

**Elasticidad.-** Es la capacidad de un cuerpo de presentar deformaciones, cuando se lo somete a fuerzas exteriores y que pueden ocasionar que dichas deformaciones sean irreversibles.

**Electrolítico.-** Consiste en la descomposición química de una sustancia por medio de la electricidad.

**Electroquímicos.-** Son transformación entre la energía eléctrica y la energía química.

**Esfuerzo.-** Son las fuerzas internas debido a las cargas sometidas a un elemento resistente.

**Extracción.-** Es sacar una cosa u objeto que está incrustada, hundida, contenida o sepultada en otra y generalmente venciendo una dificultad.

**Flexión.-** Es la sollicitación mecánica a un momento perpendicular al eje longitudinal de un elemento de un mecanismo o de una estructura.

**Fricción.-** Es la fuerza de rozamiento entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies.

**Fuerza.-** Es una magnitud vectorial que mide la intensidad del intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas.

**Funcionalidad.-** Es el conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario.

**Fusión.-** Es un proceso físico que consiste en el cambio de estado de la materia, de estado sólido al estado líquido y por la acción del calor.

**Inmersión.-** Es entendida como la inclusión de un sólido en un líquido.

**Interacción.-** Es una acción recíproca entre dos o más objetos, sustancias, personas o agentes.

**Interfaz.-** Es la conexión física y funcional entre dos sistemas o dispositivos de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

**Lubricación.-** Es la acción para reducir el rozamiento y sus efectos en superficies conexas con movimientos que les puedan ocasionar algún tipo de maquinado.

**Manufacturabilidad.-** Es una fase de la producción económica de los bienes. Consiste en la transformación de materias primas en productos manufacturados, productos elaborados o productos terminados para su distribución y consumo.

**Mecanizado.-** 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.

**Metal.-** Es un elemento químico caracterizado por ser buenos conductores del calor y la electricidad. Poseen alta densidad y son sólidos en temperaturas normales.

**Oxidación.-** Es un fenómeno químico en virtud del cual se transforma un cuerpo o un compuesto por la acción de un oxidante, que hace que en dicho cuerpo o compuesto aumente la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones de alguno de los átomos.

**Permisible.-** Es que puede permitir cualquier acción o efecto.

**Síntesis química.-** Es proceso por el cual se producen compuestos químicos a partir de precursores.

**Solenoides.-** Es cualquier dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente uniforme e intenso en su interior y muy débil en el exterior.

**Soluciones químicas.-** Es una mezcla homogénea de dos o más sustancias.

**Válvulas.-** Es un dispositivo con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios.

**Volumen.-** Es el espacio que ocupa un cuerpo.

## **GLOSARIO DE SIGLAS**

**230RC.-** Identificaciones del Logo. **230** (Versión de 115/230 V). **R** (Salidas del relé). **C** (Reloj de temporización semanal integrado).

**AC.-** Corriente Alterna.

**Al.-** Símbolo del aluminio.

**ANSI.-** Es una norma para la clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos. Instituto Americano del Hierro y del Acero (American Iron and Steel Institute).

**ASTM.-** Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales. (American Society for Testing and Materials).

**AWG.-** Norma Americana del Calibre de Conductores. (American Wire Gauge).

**CPU.-** Unidad Central de Procesamiento.

**D<sub>1</sub> .-** Diámetro polea conductora.

**D<sub>2</sub> .-** Diámetro polea conducida.

**DC.-** Corriente Continua.

**HP.-** Caballo de Fuerza. (Horse Powers).

**INEN.-** Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**LCD.-** Pantalla de Cristal Líquido. (Liquid Crystal Display)

**M1.-** Motor número 1.

**M2.-** Motor número 2.

**N.-** Newton.

**NA.-** Normalmente Abierto.

**NC.-** Normalmente Cerrado.

**NPT.-** Rosca Nacional de Tubos. (National Pipe Thread).

**NTE.-** Norma Técnica Ecuatoriana.

**PSI.-** Es la unidad de presión. Libras por Pulgada Cuadrada. (Pounds per Square Inch).

**PVC.-** Derivado del Plástico más Versátil. (polyvinyl - chloride).

**V 3/2.-** Válvula de 3 vías y 2 posiciones.

**VAC.-** Voltaje en Corriente Alterna.

**Z<sub>1</sub>.-** Número de dientes del engrane de entrada.

**Z<sub>2</sub>.-** Número de dientes del engrane de salida.

# ANEXOS



**Anexo 1**

**Manual de**

**funcionamiento**



## **NOTA**

Para utilizar correctamente un producto es necesario conocer con detalle sus características y modos de funcionamiento. Este conocimiento no sólo es necesario para aprovechar al máximo sus prestaciones, sino también para sortear los riesgos que puedan derivarse de su diseño, características, etc. y prevenir así cualquier accidente o incidente durante su uso.

**MODELO:** CLBM01UTC



## **NORMAS PARA TRABAJAR EN LA MÁQUINA**

1. Antes de empezar a trabajar, lea el manual de usuario completamente para prevenir cualquier inconveniente o incidente
2. Usar el equipo de protección personal
3. Para cualquier trabajo que se vaya a realizar debe seguir de manera detallada el proceso de empuje y ajuste de pines de Al.



## **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS**

1. La máquina en la parte eléctrica funcionará con 110 v.
2. En la parte neumática entra en funcionamiento los cilindros de simple efecto y el martillo neumático con el rango de 60 a 120 psi
3. El avance y retroceso de los sistemas de empuje y ajuste se dan por medio de finales de carrera que están colocadas en cada uno de los extremos de los ángulos.
4. Los cilindros son de fácil montaje y desmontaje

## PRECAUCIONES



1. Solo personas familiarizadas con las normas de funcionamiento podrán utilizar la máquina.
2. No exceder las especificaciones de presión de ninguno de los componentes del sistema que debe ser medida a la entrada de máquina, ya que esto reducirá la vida útil de cada uno de los componentes neumáticos.
3. Desconecte la máquina del suministro de aire antes de cambiar la herramienta, servicio o al no utilizarla.

## ADVERTENCIAS



1. Al manipular la máquina no utilizar bufandas, cadena, joyas, ya que pueden atascarse en las piezas de movimiento.
2. Para el uso del martillo neumático, el gatillo debe estar presionado para el paso el aire comprimido.
3. No poner en funcionamiento la máquina si están otros objetos sobre ella.
4. Nunca apuntar el martillo neumático hacia otras personas o hacia usted mismo, podría ocasionar lesiones.
5. Revise si las mangueras de aire tienen fugas antes de cada uso. En caso de encontrarse con esto debe ser sustituida por otro nuevo o de mejor estado.
6. No poner las manos debajo del martillo neumático o de los cilindros, ya que puede ocasionar lesiones.
7. Mantener las tuercas, pernos, tornillos, etc. apretados para que la máquina esté en condiciones seguras de trabajo.

## PASOS PARA EL EMPUJE DE PINES DE AL



1. Encender la máquina.
2. Encender el compresor para el paso del aire comprimido.
3. Poner el selector en ON.

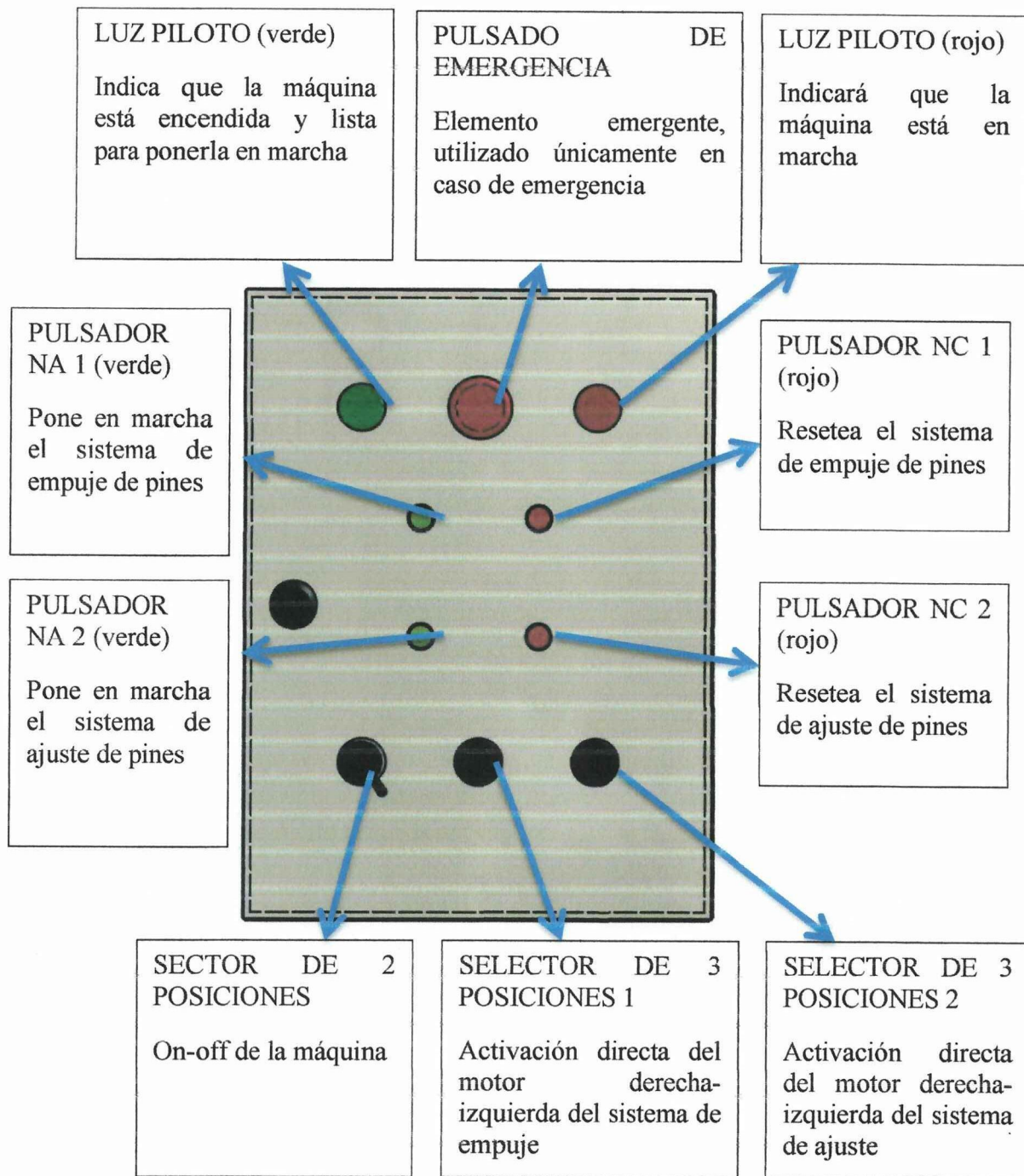
4. Colocar el bastidor usado en la parte media de la estructura.
5. Verificar que los pines estén de forma vertical hacia los cilindros.
6. Presionar el pulsador 1 del tablero y automáticamente accionará al cilindro, dando golpes al pin de Al por medio del martillo neumático, para que se empuje por la parte inferior y tendrá la secuencia para la activación del motorreductor. Y está listo para el siguiente pin, y se deberá realizar este proceso varias veces hasta llegar al extremo de la máquina y automáticamente realizara la inversión de giro por medio de un final de carrera.
7. Comprobar que todos los pines sean extraídos.
8. Desconectar la máquina cuando no esté en uso.

#### **PASOS PARA EL AJUSTE DE PINES DE AL**



1. Encender la máquina.
2. Encender el compresor para el paso del aire comprimido.
3. Poner el selector en ON.
4. Colocar la barra de Al en la parte media de la estructura.
5. Poner manualmente los pines de Al en cada uno de los agujeros de la barra.
6. Verificar que los pines estén de forma recta hacia los cilindros.
7. Presionar el pulsador 2 del tablero y automáticamente accionara al cilindro, dar un punzonado entre la barra y el pin de Al y tendrá la secuencia para la activación del motorreductor. Y está listo para el siguiente pin, y se deberá realizar este proceso varias veces hasta llegar al extremo de la máquina y automáticamente realizara la inversión de giro por medio de un final de carrera.
8. Comprobar que los pines estén ajustados de forma correcta.
9. Desconectar la máquina cuando no esté en uso.

## DESCRIPCIÓN DE LOS BOTONES DEL GABINETE





## **SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

### **Si la maquina semiautomática no enciende revise los siguiente**

- a) Verificar si la maquina está conectado a una fuente de energía.
- b) Visualizar si el breaker de la caja este en posición ON
- c) Comprobar que el selector de dos posiciones este en ON

### **Si el motorreductor se atasca en funcionamiento**

- a) Poner en funcionamiento el motorreductor de forma manual, para que de esa manera pueda girar en sentido horario o anti horario.
- b) Verificar que la cremallera y el piñón estén acoplados de forma adecuada y comprobar que la cremallera este ajustada correcta.

### **Si hay agua en las mangueras de aire comprimido**

- a) Instale un secador de aire si es necesario
- b) En cualquier momento que entre agua en la herramienta, deberá lubricarla inmediatamente.

### **Si el pistón y el martillo neumático están oxidados o sucios**

- a) Lubrique abundantemente las herramientas para liberar sea el pistón o el martillo neumático.
- b) Reemplace el cilindro o el martillo neumático desgastado.

### **Si las electroválvulas no funcionan correctamente**

- a) Comprobar el paso de aire comprimido.
- b) Verificar el paso de corriente en cada una de ellas.
- c) En caso no funcionar, deberá der sustituida por otro elemento nuevo.

## **Anexo 2**

# **Planos de la máquina**