

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

TEMA:

“Estudio del proceso de troquelado y su influencia en la producción de calzado en la Provincia de Tungurahua”

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister
en Diseño Mecánico

Autor: Ing. Juan Serafín Cruz Villacís.

Director: Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

Ambato – Ecuador

2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ingeniero
Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes Magister, e integrado por los señores:
Ingeniero Diego Fernando Núñez Núñez Master, Ingeniero Carlos Mauricio
Carrillo Rosero Magister, Ingeniero Cristian Fabián Pérez Salinas Magister,
designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de
Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema; “Estudio del proceso
de troquelado y su influencia en la producción de calzado en la Provincia de
Tungurahua”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Juan Serafín Cruz
Villacís, para optar el Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico; una vez
escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite
el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.
Presidente del Tribunal

Ing. Diego Fernando Núñez Núñez, MSc.
Miembro del Tribunal

Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “Estudio del proceso de troquelado y su influencia en la Producción de calzado en la Provincia de Tungurahua” le corresponde exclusivamente al Ingeniero Juan Serafín Cruz Villacís, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Christian Byron Castro Miniguano Magister, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Juan Serafín Cruz Villacís.

CC: 180359191-4

AUTOR

Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

CC. 1803441128

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Juan Serafín Cruz Villacís.

CC: 1803591914

AUTOR

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES.

Portada.....	I
A la unidad académica de titulación de la facultad de ingeniería civil y mecánica II	
Autoría del trabajo de investigación	III
Derechos de autor.....	IV
Índice de tabla	XIV
Agradecimiento.....	XIX
CAPÍTULO I.....	- 2 -
1.1 Tema de investigación.....	- 2 -
1.2 Planteamiento del problema.....	- 2 -
1.2.1 Contextualización.....	- 2 -
1.2.2 Análisis crítico	- 4 -
1.2.3 Prognosis	- 5 -
1.2.4 Formulación del problema	- 6 -
1.2.5 Preguntas directrices	- 6 -
1.2.6 Delimitación.....	- 6 -
1.2.6.1 Delimitación de contenido:	- 6 -
1.3 Justificación.....	- 7 -
1.4 Objetivos	- 7 -
1.4.1 Objetivo general	- 7 -
1.4.2 Objetivos específicos	- 7 -
CAPÍTULO II	- 8 -
2.1 Antecedentes investigativos	- 8 -

2.2 Fundamentación filosófica	- 9 -
2.3. Fundamentación legal	- 9 -
2.4 Categorías fundamentales	- 9 -
2.4.1 Diseño de productos	- 10 -
2.4.2 Sistemas mecánicos.....	- 12 -
2.4.3 Proceso de troquelado	- 17 -
2.5 Hipótesis.....	- 22 -
2.6 Señalamiento de variables.....	- 22 -
2.6.1 Variable independiente	- 22 -
2.6.2 Variable dependiente.....	- 22 -
2.6.3. Termino de relación	- 22 -
CAPÍTULO III.....	- 23 -
3.1 Enfoque	- 23 -
3.2 Modalidad básica de investigación	- 23 -
3.2.1 Bibliográfica.....	- 23 -
3.2.2 De campo	- 23 -
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	- 23 -
3.3.1 Exploratorio.....	- 23 -
3.3.2 Escritiva.....	- 24 -
3.4 Población y muestra	- 24 -
3.4.1 Población.....	- 24 -
3.4.2 Muestra.....	- 24 -
3.5 Operacionalización de variables	26

3.5.1 Variable independiente: estudio del proceso de troquelado.....	26
3.5.2 Variable dependiente.....	27
3.6 Plan de recolección de información.....	28
3.7 Plan de procesamiento de la información.....	28
CAPÍTULO IV.....	29
4.1 Estudio de la situación actual.....	29
4.1.1 Empresas dedicadas a la producción de calzado en la provincia de tungurahua.....	29
4.1.2 Ventas de calzado alcanzadas en el año 2015, en la provincia de tungurahua.....	30
4.1.3 Producción de calzado actual en la provincia de tungurahua.....	31
4.1.4 Descripción del proceso de troquelado que se utilizan en la fabricación de calzado, en la provincia de tungurahua.....	32
4.1.5 Descripción comparativa entre el método manual versus el método industrial.....	36
4.1.6 Análisis investigativo, para determinar el tipo de troquelado que más se utiliza en la provincia de tungurahua.....	36
4.2 Tabulación de los datos encuestados.....	37
4.3 Verificación de la hipótesis.....	41
4.4 Planteamiento de la hipótesis.....	42
4.5 Obtención del valor de chi-cuadrado calculado.....	44
4.6 Evaluación chi cuadrado.....	45
CAPÍTULO V.....	46
5.1 Conclusiones.....	46
5.2 Recomendaciones.....	47

CAPÍTULO VI.....	48
Propuesta.....	48
6.1 Datos informativos	48
6.1.1 Tema:.....	48
“Diseño de una máquina de troquelado automático, fabricada al alcance económico de los fabricantes de calzado artesanales y microempresarios”.....	48
6.1.2 Autor	48
6.1.3 Beneficiario: microempresas pequeñas y medianas industrias dedicadas a la producción de calzado.....	48
6.1.4 Ubicación:	48
6.1.5 Equipo técnico responsable.....	48
6.2 Antecedentes de la propuesta	48
6.3 Justificación.....	49
6.4 Análisis de factibilidad.....	49
6.5 Objetivos	50
6.5.1 Objetivo general	50
6.5.2 Objetivos específicos	50
6.6 Selección del tipo de troquelado, mecanismos y elementos de control para obtener un diseño automático y económico	50
6.6.1 Selección del métodos de troquelado	50
6.6.1.4 Alternativa 4. troquelado oleo-hidráulico	58
6.7 Sistemas de accionamiento	64
6.7.1 Pulsador mecánico (tipo palanca)	64
6.7.2 Pulsador electrónico (sensor inductivo)	65

6.7.3 Pulsador electrónico (sensor capacitivo).....	66
6.7.4 Diseño concurrente.....	67
6.7.5 Determinación de los factores de evaluación.....	67
6.8 Equipos generadores de movimiento rotacional	69
6.8.1 Motores hidráulicos.....	69
6.8.2 Motores eléctricos (servomotores).....	71
6.8.3 Motores neumáticos	72
6.8.4 Diseño concurrente.....	73
6.8.5 Determinación de los factores de evaluación.....	73
6.9 Esfuerzos producidos en el proceso de troquelado.	75
6.9.1 Esfuerzos a corte o cizalladura.....	75
6.9.2 Esfuerzos a flexión, producidos en viga soporte.....	78
6.9.3 Análisis de deformaciones	80
6.9.4 Esfuerzo a compresión producido en el pistón hidráulico	80
6.9.5 Diseño estructural.....	82
6.9.6 Fuerza necesaria para el diseño.....	82
6.9.7 Diseño a flexión del componente denominado viga guía	83
6.9.8 Diseño de carro guía (soporte).....	88
6.9.9 Diseño de los elementos verticales (columnas)	92
6.9.10 Selección de los pernos de conexión.....	94
6.9.11 Dimensionamiento del perno por corte	97
6.9.12 Dimensionamiento del perno por resistencia al aplastamiento	98
6.9.13 Dimensionamiento de la potencia hidráulica	99

6.9.14 Dimensionamiento del pistón hidráulico	100
6.9.15 Cálculo del caudal requerido (fluido aceite)	101
6.9.16 Cálculo del caudal (q)	102
6.9.17 Cálculo del factor de resbalamiento o lubricación del sistema.	103
6.9.18 Selección del modelo de bomba de engranaje	103
6.9.19 Selección del filtro.	105
6.9.20 Dimensionamiento del tanque de aceite para la unidad hidráulica	106
6.9.21 Selección de las electroválvulas hidráulicas	106
6.9.22 Selección del motor oleo- hidráulico rotacional	107
6.9.23 Selección de las válvulas reguladoras de caudal.....	108
6.9.24 Cálculo de fuerzas necesarias para los movimientos laterales.....	109
6.9.25 Selección del tipo de manguera oleo- hidráulica	114
6.9.26 Selección del motor eléctrico para la unidad hidráulica	116
6.10 Características de la banda transportadora.....	116
6.11 Selección de los elementos eléctricos del circuito de control y potencia ..	119
6.11.1 Contactor trifásico con bobina de activación eléctrica	119
6.11.2 Relé electromecánico	120
6.11.3 Pulsadores	120
6.11.4 Micro plc (controlador lógico programable) para automatización del equipo	121
6.11.5 Temporizador	122
6.12 Circuito eléctrico de control.....	122
6.13 Circuito eléctrico de potencia.....	124

6.14 Circuito hidráulico	126
6.15 Análisis comparativo entre precio del diseño propuesto y precio del mercado	128
6.16 Plan de mantenimiento predictivo.....	130
6.16.1 Identificación de los tipos de mantenimiento	130
6.16.2 Indicadores del mantenimiento	131
6.17 Resultados obtenidos.....	162
6.18 Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo.....	163
6.19 Revisión de resultados	166
6.20 Conclusiones de la propuesta	166
6.21 Recomendaciones de la propuesta	166
Marco administrativo	167
6.22 Recursos	167
6.22.1 Recursos institucionales	167
6.22.2 Recursos humanos.....	167
6.22.3 Recursos materiales.....	167
6.22.4 Recursos económicos	168
7.0 Bibliografía	169
Anexo 1.....	172
Resumen de empresas dedicada a la fabricación de calzado en la provincia de tungurahua.....	172
Anexo 2.....	173
Cadena productiva en el manufacturero calzado	173
Anexo 3.....	174

Noticia informativa	174
Anexo 4.....	175
Ciudades productoras de calzado con mayor importancia en el ecuador.	175
Anexo 5.....	176
Despiece de calzado simple, obtenido en el proceso de troquelado, para posterior ser ensamblado.....	176
Anexo 6. modelo de encuesta	177
Anexo 7. función de distribución acumulada de la distribución normal gaussiana	178
Anexo 8.....	179
Desgastes comunes en bombas de engranajes.	179
Anexo 9.....	180
Medidas de fabricación estándar ipe 160 (catálogo dipac)	180
Anexo 10.....	181
Principio de pascal	181
Anexo 11	182
Ley de newton.....	182
Anexo 12.....	183
Ficha técnica contactores siemens	183
Anexo 13	184
Ficha técnica. rele térmico de sobrecarga	184
Anexo 14.....	185
Ficha técnica. elementos eléctricos de maniobra o pulsadores.....	185

Anexo 15.....	186
Ficha técnica logo	186
Anexo 16.....	187
Ficha técnica temporizador	187
Anexo 17: papel de weibull	188
Anexo 18. datos históricos de falla.	189
Anexo 19. planos.....	191

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 3.1 Tamaño de la muestra	25 -
Tabla 3. 2 Operalización de variable independiente.	26
Tabla 3. 3 Operalización de variable dependiente.	27
Tabla 3.4 Descripción de la obtención de la información.....	28
Tabla 4.1. Número de empresas dedicadas a la fabricación de calzado, clasificadas Según su tamaño.....	29
Tabla 4.2. Ventas alcanzadas en el año 2015, según el tamaño de la empresa....	30
Tabla 4.3 Producción de pares de calzado en el 2015.....	31
Tabla 4.4: Producción alcanzada por unidad de maquinaria según tipo de método	41
Tabla 4.5: Producción de calzado estima para 1 año vs. producción real.....	42
Tabla 4.6. Resumen de la producción estimada versus la producción real.....	43
Tabla 4.7 Distribución chi-cuadrado (χ^2).....	44
Tabla 4.8 Obtención de χ^2 calculado.....	44
Tabla 6.1 Valoración de parámetros para la selección de alternativas.	62
Tabla 6. 2 Evaluación de criterio “mantenimiento”.....	62
Tabla 6. 3 Evaluación de criterio “precio”.....	62
Tabla 6. 4 Evaluación de criterio “consumo energético”.....	63
Tabla 6. 5 Evaluación de criterio “disponibilidad de repuestos”.....	63
Tabla 6. 6 Valoración de parámetros	63
Tabla 6. 7 Valoración de parámetros para la selección de alternativas.	67
Tabla 6. 8 Evaluación del criterio “precio”.....	68
Tabla 6. 9 Evaluación del criterio “velocidad trabajo”.....	68
Tabla 6. 10 Evaluación del criterio “mantenimiento”.....	68
Tabla 6.11 Evaluación del criterio “disponibilidad de repuestos”.....	69
Tabla 6. 12 Valoración de parámetros	69
Tabla 6.13. Valoración de parámetros para la selección de alternativas	73
Tabla 6.14 Evaluación del criterio “precio”.....	74
Tabla 6.15 Evaluación del criterio “velocidad trabajo”.....	74
Tabla 6.16 Evaluación del criterio “precisión”.....	74
Tabla 6.17 Evaluación del criterio “disponibilidad de repuestos”.....	75
Tabla 6. 18 Valoración de parámetros	75
Tabla 6.19: Resistencia a la rotura y al corte de diferentes materiales	77
Tabla 6.20 Modelos de bombas hidráulicas.....	104
Tabla 6.21 Nomenclatura para establecer el código del filtro.	105
Tabla 6.22 Capacidad del tanque	106
Tabla 6.23 Codificación para válvulas direccionales oleo-hidráulicas.....	107
Tabla 6.24 Motores hídricos según su modelo.....	114
Tabla 6.25 Detalles técnicos que debe disponer la banda transportadora.....	118
Tabla 6.26. Costo referencial del equipo según diseño propuesto.....	128
Tabla 6.27. Costos de maquinaria importada.....	129

Tabla 6.28 Tendencia de la $p(t)$ respecto a b .	135
Tabla 6.29 Datos de fallas (elemento ejemplar)	137
Tabla 6.30: Valores de rango medio (elemento ejemplar)	138
Tabla 6.31: Valores de orden de falla (i) y media rank (mr)	139
Tabla 6.32: Valores $f(t)$, elemento ejemplar.	140
Tabla 6.33: Parámetros de la curva de weibull (elemento ejemplar)	147
Tabla 6.34: Valores de $r(t)$ de weibull (elemento ejemplar)	147
Tabla 6.35: Registro histórico de fallas en unidad hidráulica.	150
Tabla 6.36: Parámetros de fallas mangueras hidráulicas.	152
Tabla 6.37: Registro histórico de fallas (electroválvula)	153
Tabla 6.38: Parámetros de fallas (electroválvula)	155
Tabla 6.39: Registro histórico de fallas (sensor inductivo)	156
Tabla 6.40: Parámetros de weibull en sensor inductivo	158
Tabla 6.41: Valores de confiabilidad para el sensor inductivo.	158
Tabla 6.42: Datos históricos de fallas en el pistón hidráulico	159
Tabla 6.43: Parámetros de weibull en pistón hidráulico	161
Tabla 6.44: Resultados obtenidos a partir del estudio de confiabilidad de weibull.	162
Tabla 6.45. Definición del equipo	163
Tabla 6.46. Parámetros y técnicas de medición	164
Tabla 6.47 Base de datos	164
Tabla 6.48: Plan de mantenimiento predictivo	165
Tabla 6.49: Tabla de recursos institucionales	167
Tabla 6.50: Tabla de recursos humanos	167
Tabla 6.51: Tabla de recursos materiales	167
Tabla 6.52: Recursos económicos	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2 Motor eléctrico.....	- 13 -
Figura 2.3 Elementos de un servomotor eléctrico.....	- 13 -
Figura 2.4 Bomba de engranes.....	- 15 -
Figura 2.5 Bomba de paletas.....	- 15 -
Figura 2.6 Pistón hidráulico.....	- 16 -
figura 2.8 Mangueras de alta presión.....	- 17 -
Figura 2.9 Calzado y otros productos de cuero obtenido por proceso de troquelado.....	- 17 -
Figura 2. 10 Proceso de corte manual.....	- 19 -
Figura 2.11 Troqueladora de puente tipo atom.....	- 19 -
Figura 2.12 Troqueladora de puente tipo atom.....	- 20 -
Figura 2.13 Troqueladora oleo-hidráulica oski.....	- 21 -
Figura 4.1: Tipo de producción.....	37
Figura 4.2: Producción de calzado según su tipo.....	38
Figura 4.3: Mayor producción de calzado según su tipo.....	38
Figura 4.4 Tipo de automatización.....	39
Figura 4.5: Tiempo de trabajo de las máquinas de troquelado.....	40
Figura 4.6: Días que trabajan las máquinas de troquelado.....	40
Figura 6. 1 Troqueladora manual.....	51
Figura 6. 2 Máquina de troquelado mecánico.....	53
Figura 6. 3 Máquina de troquelado neumático.....	56
Figura 6. 4 Troqueladora oleo-hidráulico, marca atom (procedencia china).....	59
Figura 6.5 Micro switch de palanca.....	64
Figura 6.6 Sensor inductivo.....	65
Figura 6.7. Sensor capacitivo.....	66
Figura 6.8 Motor hidráulico de engranes.....	70
Figura 6.9 Servomotor.....	71
Figura 6.10 Motor neumático.....	72
Figura 6.11 Troquelado de talonera.....	76
Figura 6.12.a Viga metálica.....	78
Figura 6.12.b Viga metálica simulada con carga.....	79
Figura 6.12.c Esfuerzo de corte.....	79
Figura 6.12.d Esfuerzos a flexión.....	79
Figura 6.13 Ilustración de la deformación producida en la viga soporte.....	80
Figura 6.14: Pistón hidráulico sometido a compresión.....	81
Figura 6.15: Medidas estándar viga ipe 160, modelada.....	85
Figura 6.16: Ubicación de fuerzas en viga ipe 160.....	85
Figura 6.17: Empotramiento en viga ipe 160.....	86

Figura 6.18: Viga de acero astm a-36.	86
Figura 6.19: Malla aplicada en la viga.....	87
Figura 6.20: Esfuerzos en viga.....	87
Figura 6.21: Deformaciones en viga.....	88
Figura 6.22: Modelado del carro guía.....	89
Figura 6.23: Ubicación de fuerzas en carro guía.....	89
Figura 6.24: Mallado del carro guía.....	90
Figura 6.25: Asignación material carro guía.....	90
Figura 6.26: Esfuerzos en carro guía.	91
Figura 4.27: Deformaciones en carro guía.....	91
Figura 6.27 Deformación en carro guía.	91
Figura 6.28: Elemento vertical.....	92
Figura 6.29: Parante vertical.....	93
Figura 6.30: Esfuerzos en soporte vertical.....	93
Figura 6.31: Deformación en soporte vertical.....	94
Figura 6.32: Conexión a corte.....	95
Figura 6.33: Diagrama de cuerpo libre en viga.....	95
Figura 6.34: Ubicación de reacciones de los pernos. (flechas color rojo).	96
Figura 6.35: Ubicación de reacciones de los pernos. (vista lateral).....	97
Figura 6.36: Fuerza de corte en función del diámetro y diferentes condiciones..	98
Figura 6.37. Motor oleo-hidráulico rotacional.....	108
Figura 6.38: Motor oleo-hidráulico rotacional.....	109
Figura 6.39: Diagrama de fuerzas producidas en el rozamiento.....	111
Figura 6.40: Rangos de velocidades apropiadas para líneas de presión.	114
Figura 6.41: Nomógrafo para determinar el diámetro de la tubería.....	115
Figura 6.42: Motor oleo-hidráulico rotacional.....	115
Figura 6.43: Motor eléctrico monofásico.....	116
Figura 6.44: Banda transportadora (ancho 1.4 x largo 2 m.....	118
Figura 6.45: Contactores para motor trifásico.....	120
Figura 6.46: Relé electromecánico de control 220 v.....	120
Figura 6.47: Pulsadores de inicio (verde) y parada (rojo).....	121
Figura 6.48: Logo siemens.....	121
Figura 6.49: Función timer (logo).....	122
Figura 6.50: Circuito eléctrico de control.....	123
Figura 6.51: Circuito eléctrico de potencia.....	125
Figura 6.52: Circuito hidráulico.....	126
Figura 6.54: Efecto del factor de escala de weibull (curva de la bañera).....	134
Fuente: Gutiérrez m. 2009. mantenimiento planeación, ejecución y control.....	134
Figura 6.55: Identificación de los componentes de la gráfica de weibull.....	136
Figura 6.56: Ubicación de puntos [i; f(t)] en gráfica de weibull.....	141
Figura 6.57: Trazado de línea sobre puntos.....	142
Figura 6.58: Trazado perpendicular de línea aproximado en puntos.....	143

Figura 6.59: Trazado de línea del factor b	145
Figura 6.60: Obtención del factor n estimador.....	146
Figura 6.61 Confiabilidad (línea roja) y probabilidad de falla (línea azul)	148
Versus tiempo (horas)	148
Figura 6.62 Papel de weibull aplicado en las mangueras.....	151
Figura 6.63: Curva probabilidad de falla vs tiempo de la manguera	152
Figura 6.64: Papel de weibull aplicado a la electroválvula.....	154
Figura 6.65: Curva probabilidad de falla vs tiempo de la electroválvula	155
Figura 6.66: Papel de weibull aplicado al sensor inductivo.....	157
Figura 6.67: Curva probabilidad de falla vs tiempo del sensor.....	159
Figura 6.68: Probabilidad de falla vs tiempo en manguera oleo-hidráulica	160
Figura 6.69: Curva de weibull del pistón oleo-hidráulico.....	161

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por darme la oportunidad de cumplir un sueño más por brindarme salud, vida y darme las fuerzas necesarias para mantenerme en pie y seguir luchando por un mejor porvenir.

A mi linda esposa Gaby e Hijos queridos Emily y Juan quienes se sacrificaron y confiaron en mí, y supieron apoyarme en la decisión de superarme y brindarles un futuro mejor.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato en especial a los maestros de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica quienes compartieron sus conocimientos y experiencias que enriquecieron mi formación profesional.

Al Ingeniero Cristian Castro quien fue mi tutor guiándome de una manera eficiente y paciente en el trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por ser quien guía y bendice mi camino y cada una de mis decisiones.

A mi Esposa e hijos por su paciencia, comprensión, por apoyarme en los momentos difíciles y darme fuerzas para continuar.

A mis queridos padres por su cariño y por estar siempre pendientes de mí.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA /
DIRECCIÓN DE POSGRADO.
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO.

TEMA: “ESTUDIO DEL PROCESO DE TROQUELADO Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Ing. Juan Serafín Cruz Villacís

DIRECTOR: Ing. Christian Castro

FECHA: 28 de Julio del 2016.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación, tiene como tema, “Estudio del proceso de troquelado y su influencia en la producción de calzado, en la provincia de Tungurahua”. La metodología utilizada es el estudio bibliográfico, siendo las pruebas de funcionamiento la base fundamental para el análisis e interpretación de resultados.

Los resultados obtenidos son satisfactorios, debido a que se identificó a través de las encuestas realizadas, que el proceso de troquelado influye en la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua. Ya que en un alto porcentaje las empresas no utilizan un método de fabricación tecnificado. En la presente investigación también se establece como propuesta el diseño de una máquina de troquelado automático y económico que satisfaga la necesidad de los microempresario permitiéndoles ser más competitivos. El diseño de la máquina incluye un plan de mantenimiento predictivo basado en el método de Weibull que da una amplia confiabilidad del sistema. Permitiendo abrir campos de investigación.

Descriptor: Proceso, troquelado, influencia, calzado, industria, maquina, automática, económica, mantenimiento, tiempos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
POSTGRADUATE OFFICE
MASTER’S DEGREE IN MECHANICAL DESIGN.

TOPIC: “STUDY OF THE DIE-CUTTING PROCESS AND ITS INFLUENCE IN FOOTWEAR PRODUCTION, IN THE PROVINCE OF TUNGURAHUA”

AUTOR: Ing. Juan Serafín Cruz Villacís

DIRECTOR: Ing. Christian Castro

FECHA: July 28th, 2016

ABSTRACT

The present research work focuses on the topic, “Study of the die-cutting process and its influence in footwear production, in the province of Tungurahua”. The methodology used is a bibliographical study with functional tests which are the fundamental basis for the analysis and interpretation of the results.

The results obtained were satisfactory, as the surveys carried out showed that the die cutting process influences the manufacture of footwear in the province of Tungurahua.

Since a high percentage of companies do not use a high tech manufacturing method. The present research also proposed the design of an automatic and economic die-cutting machines which would satisfy the necessity of the micro-entrepreneurs allowing them to be more competitive. The design of the machine includes a predictive maintenance plan based on the Weibull method which provides a wide reliability of the system and allows to open research areas.

KEYWORDS: Process, die-cutting, influence, footwear, industry, machine, automatic, economic, maintenance, times.

INTRODUCCIÓN

La producción de calzado en los últimos años ha tenido un excelente desarrollo ya que la fabricación de calzado en el año 2008 alcanzó los 15 millones (Pares de calzado) y en el año 2009 aproximadamente los 22 millones. Sin embargo a partir del año 2010 las ventas tendieron a disminuir, debido al ingreso de calzado extranjero en el mercado nacional. En especial el ingreso de producto Chino.

El Gobierno del Presidente Ec. Rafael Correa Delgado preocupado por la situación en ese entonces, aplicó medidas arancelarias a ciertos productos provenientes del extranjero, para de esta manera proteger a la industria nacional que se ve afectada por la masiva importación de productos extranjeros entre ellos productos Europeos, Asiáticos y Norteamericanos.

El efecto de esta medida económica no se hizo esperar, ya que aun cuando seguían ingresando productos con costos más reducidos de China. Colombia o Perú, con zapatos a precios competitivos que, como era de esperarse, tal como un efecto dominó en el mercado interno, esto desencadenó en mayores compras, tal como se aprecia en cifras del Ministerio de Industrias (MIPRO) que en el 2008 la venta interna de zapatos nacionales representó USD 165,7 millones y para el 2011 la cifra escaló a USD 318 millones.

Las medidas gubernamentales han mejorado al sector, gracias a ello se ha aumentado el número de productores, se ha duplicado la producción de calzado ya que de 15 millones de pares en el 2008, pasaron a 30 millones del 2012. Con estos se conoce, según datos de la Cámara de Calzado de Tungurahua (CALTU), que el 50% de los fabricantes de calzado pertenecen a la Provincia de Tungurahua, le sigue Azuay con el 18% y Pichincha con el 15%. Mientras que en el tipo de zapatos, el 45% de calzado que se produce es de cuero; el 25% es con suela inyectada, el 15% es deportivo; y el 15% es de plástico (Líderes, 2012).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DEL PROCESO DE TROQUELADO Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Dentro de la matriz productiva del país se encuentra la producción de calzado y en gran porcentaje se lo realiza en la provincia de Tungurahua ZONA 3, también se conoce que el calzado que se encuentra disponible en tiendas y mercados, que en su mayoría se los fabrica en forma artesanal, lo que nos permite obtener una de las más grandes oportunidades para aplicar nueva tecnología en el sector, que no solo beneficia los interés del fabricante, sino también los intereses locales, provincial e incluso nacionales ya que incide en forma indirecta en la generación de fuentes de empleo y la comercialización del producto. De esta manera se podrá incrementar considerablemente los volúmenes de producción de calzado, con una alta calidad y con bajos costos de fabricación.

Según información obtenida por el ministerio de coordinación de la productividad empleo y competitividad se conoce que la producción de calzado en el año 2008 es de 15 millones y aproximadamente 22 millones en el año 2009, lo que se observa un extenso crecimiento en la producción del calzado, además se conoce que hoy en día la Provincia de Tungurahua es productora del 50% del volumen nacional de producción.

Según datos del MCPEC 2011 se tiene que de la producción total de zapatos, el 24 % lo elabora a mano, el 57 % usa herramienta sencilla e inadecuada y la diferencia (19%) lo fabrican con algún proceso industrial. El uso de maquinaria industrial utilizada en el proceso de fabricación de calzado puede ser muy eficaz ya que al comparar con otros métodos de producción, como por ejemplo con herramienta manual o maquinaria semiautomática, se observa una gran diferencia en la capacidad de producción, ofreciéndonos campos para ser explotados que beneficien al fabricante en la capacidad de producción. Se puede identificar claramente que para la fabricación de calzado, son pocas las empresas que cuentan con máquinas industriales que dispongan del mecanismo y la electrónica de última tecnología que facilite la obtención del calzado a través del troquelado en forma eficiente y económica.

Se puede mencionar que en la ciudad de Ambato, existen varias microempresas dedicadas a la fabricación de calzado, Según CALTU (Cámara de calzado de la provincia de Tungurahua) indican 53 Socios registrados, en el (ANEXO-1) se muestra un resumen de empresas dedicadas a la producción de calzado en Tungurahua. Estas empresas ofrecen un producto aceptable pero con una capacidad de producción muy baja, por producir con métodos artesanales o métodos semi industriales; esto brinda la oportunidad de incrementar sus ventas a través de la implementación de maquinaria automática industrial y a un costo moderable. Para poder lograr este cambio, se pueden ofertar maquinaria industrial que permita cambiar el sistema de producción tradicional por procesos más rentables que produzcan el mismo producto pero en el menor tiempo y con una mayor calidad.

La mayoría de los fabricantes o microempresas que producen calzado en la provincia de Tungurahua, poseen herramientas manuales o máximo maquinaria no industrial en el proceso de corte que es parte del proceso de fabricación del calzado, estas máquinas contienen una palanca que acciona los elementos de corte para producir el troquelado en el cuero y así repetir su proceso en forma manual. Este procedimiento es el más usado no solo dentro de la provincia de Tungurahua sino también a nivel nacional, identificando claramente que la mayor parte de empresas

no poseen tecnología de innovación, según como establece el MCPEC 2011. **(ANEXO 2)**

Otro de los problemas relativos que se tiene en la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua es no disponer de maquinaria industrializada a un costo moderado, una de esas maquinarias es el troqueladora de puente automático o troquelado CNC, que por lo general solo se encuentra a nivel internacional.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Según el BOLETIN DE PRENSA DCS-B2013-047 de Montevideo de fecha 26.12.2013 indica que el Ecuador es un modelo a seguir en el crecimiento del sector cuero y calzado, ya que genero una exitosa recuperación en el sector del cuero y calzado, cuando estuvo en épocas de crisis y todo gracias a la aplicación de políticas públicas. En dicho boletín indica también que el Ecuador percibió un aumento de su producción, de 15 millones de pares en el 2008 a 28 millones en el 2011. Las ventas en el sector se incrementaron de USD 45 millones en 2006 a más de USD 151 millones en 2011. Mientras que las exportaciones en ese mismo período pasaron de USD 27 millones a USD 70 millones. Esta noticia fue difundida en las noticias locales, así como indica la publicación realizada en el diario El Comercio. **(ANEXO 3)**

Esto indica que el crecimiento de la fabricación de calzado es muy alto, por lo que se entiende que la demanda de insumos, accesorios y materiales utilizados para el proceso de fabricación del mismo también va en aumento, a la par también incrementara la mano de obra y el uso de máquinas, que en definitiva se tiene una oportunidad de gran magnitud, para desarrollar maquinaria que permita generar una alta producción en el menor tiempo posible, sin que afecte la economía del fabricante.

Actualmente se conoce que existen varias ciudades dedicadas a la producción de calzado, entre ellas está la provincia de Tungurahua **(ANEXO 4)** y se conoce también que de la total producción realizada en Ecuador, el 50% se lo fabrica en la provincia de Tungurahua. Este conocimiento relacionando con la información que

establece el MCPEC 2011, en donde indica que de la total producción del Ecuador el 24% se elaboran a mano y el 57% se fabrica calzado utilizando herramienta sencilla e inadecuada, se identifica claramente que existe un total de 81% de demanda que puede ser absorbida, permitiendo favorablemente la presente investigación que corresponde a la obtención de una máquina troquelado que permita disponer de los elementos que conforman el calzado para generar una mayor producción en un tiempo mínimo. Para posterior dedicarse al ensamble del calzado utilizando el recurso humano.

La finalidad de esta investigación es analizar las características que ofrecen los métodos generales de troquelado, que permitan seleccionar el método más adecuado para aplicar en el diseño de una máquina industrial que reduzca la intervención del recurso humano. Esto con objeto de identificar como influye en su capacidad de producción. Así como también tiene la finalidad de encontrar las características positivas que ofrecen los componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos disponibles hasta la actualidad, para disponer de una máquina de troquelado que sea accesible al comprador. Todo esto con objeto de permitir un cambio en la matriz productiva, haciendo que los fabricantes de calzado que no cuenta con procesos productivos industriales puedan adquirir dicha maquinaria para convertirse en microempresa.

El proceso de troquelado que se pretende realizar se enfoca en el **ANEXO 5** en donde se muestra cómo el proceso de troquelado influye en la fabricación de calzado.

1.2.3 PROGNOSIS

De no identificar claramente cómo influye el proceso de troquelado en la producción de calzado, continuará el problema de baja o limitada producción en la provincia de Tungurahua, dando mayor espacio a empresas o fabricantes extranjeros que ofrezcan productos a menor costo, en donde el costo de los productos influya directamente a los tiempos de producción. Sin embargo al identificar su influencia se propone disponer en el mercado local, de una máquina

que eleve la producción con la mínima intervención del hombre y a un costo accesible al fabricante. Ofreciendo obtener los elementos que conforman el calzado en una forma inmediata e industrializada, pasando a ser de fabricante artesanal a microempresario.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Mediante el estudio del proceso de troquelado, se podrá conocer las características técnicas para el diseño de una máquina industrial que eleve considerablemente la producción y permita generar un costo accesible para el usuario?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuántas empresas que se dedican a la producción de calzado en la provincia de Tungurahua?

¿Cuántos pares de zapatos se venden anualmente en Tungurahua?

¿Cuál es el tipo de troquelado que más utilizan las empresas, para fabricar el calzado en Tungurahua?

¿Cuál es el tipo de automatización que disponen las máquinas de troquelado?

1.2.6 DELIMITACIÓN

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO:

El presente estudio enfoca su realización a las siguientes áreas:

- Circuitos Hidráulicos y Neumáticos.
- Fiabilidad de equipos mecánicos
- Ingeniería de proyectos.
- Ingeniería de materiales.
- Diseño por elementos finitos.
- Resistencia de materiales.

Además de temas relacionados al área de la Ingeniería Mecánica.

1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El estudio se realizara en la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, en el área del calzado.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El estudio se lo realizará en un periodo que comprende los meses de septiembre 2015 a junio del 2016.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El objeto de este proyecto es conocer a detalle cómo influye el proceso de troquelado en la industria del calzado en la provincia de Tungurahua, donde permita identificar las causas para poder mejorar el proceso de producción de calzado, permitiendo ser más competitivos. De tal forma que permitan elevar la producción provincial, ofreciéndole a los microempresarios disponer de una máquina más eficiente, rentable y a un costo accesible. De esta manera se permite desarrollar tecnología con mano de obra Ecuatoriana y así generar fuentes de empleo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el proceso de troquelado para determinar su influencia en la producción de calzado en la provincia de Tungurahua.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el número de empresas dedicadas a la producción de calzado.
- Determinar las ventas anuales de pares de zapatos producidas en Tungurahua.
- Identificar el tipo de troquelado que más utilizan las empresas de calzado de Tungurahua y cómo influye en el proceso de manufactura.
- Determinar el tipo de automatización, que disponen las máquinas de troquelado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La industria del calzado es una fuente de trabajo que se le considera como una de las más importantes por promover la economía del sector a través del desarrollo del comercio impulsando el empleo en forma directa e indirecta. Esto motiva a desarrollar tecnología que permita ser más competitivo para así alcanzar altos volúmenes de producción y con una excelente calidad del producto. Este proyecto se respalda con las Investigaciones similares, realizadas con anterioridad por otros autores mostrados a continuación:

“las pequeñas industrias del calzado de Tungurahua y el cambio de la matriz productiva”

Fuente: Arturo Fernando Montenegro Ramírez

Año: 2015

Lugar: Universidad Católica del Ecuador, sede Ambato.

Conclusión: El presente trabajo trajo como resultado un modelo de gestión frente al cambio que será de gran apoyo y ayuda para los artesanos de la provincia con la finalidad de convertirla en la capital nacional de la producción, fabricación y comercialización de calzado a nivel nacional.

“Proyecto de inversión para la instalación de una fábrica de calzado en la ciudad de Guayaquil”

Fuente: Econ. Eduardo Agustín cubillo Villegas

Año: 2014

Lugar: Universidad de Guayaquil

Conclusión: La producción de calzado se ha incrementado, de acuerdo a los datos del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), que a fines del año 2008, el

país había alrededor de 600 productores del calzado y para el año 2013, alcanzan los 5.000 fabricantes de calzado, además que la generación de empleo en el año 2008, eran de 8.000 empleos directos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El presente trabajo investigativo se ubica en el paradigma Crítico-Propositivo porque se desarrolla para conocer el proceso actual de troquelado que utilizan las empresas dedicadas a la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua y mediante los resultados ofrecer una máquina eficiente y económica, en base a esto se podrá realizar la propuesta con la intención solucionar la baja producción.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para la presente investigación no existe normativa legal que permita su investigación.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

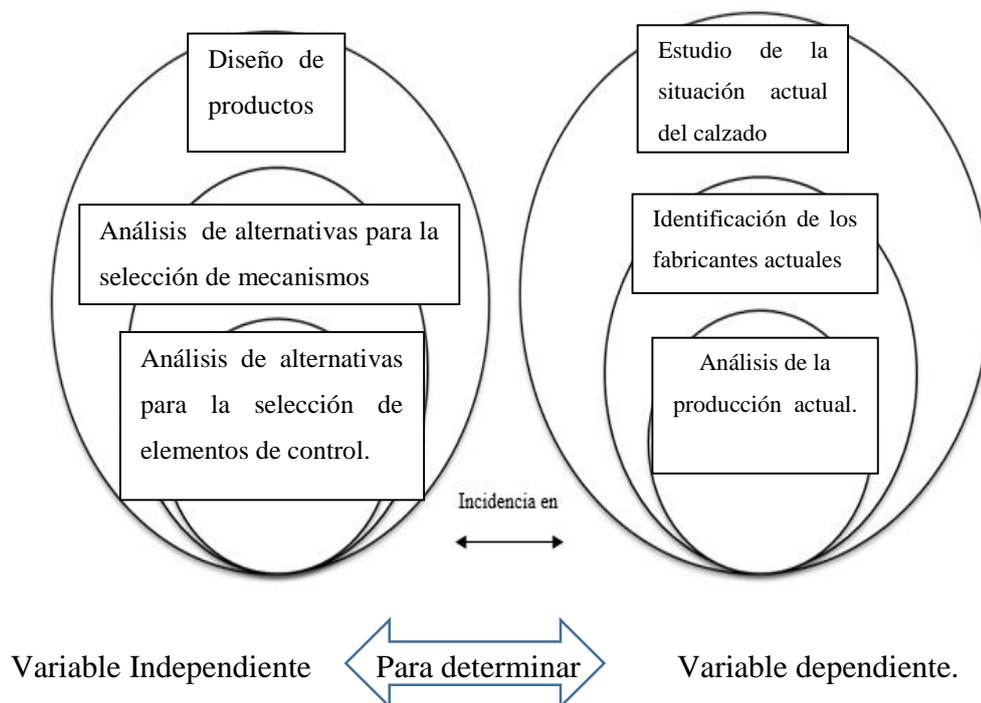


Figura 2.1 Red de categorías fundamentales

Fuente: Autor.

2.4.1 DISEÑO DE PRODUCTOS

Según Carranza D. (2016) “Diseño de un modelo de negocios con integración horizontal de PYMES de productores de calzado de la provincia de Tungurahua para establecer el diseño de productos que garanticen la calidad y la satisfacción de las necesidades actuales de los consumidores de la ciudad de Quito”.

Analiza la producción de Tungurahua e indica que la demanda de calzado en la provincia de Pichincha es atractiva y que el consumo per cápita es de 2,84 pares por habitante según análisis realizado con la información de ventas proporcionada por el MIPRO y datos de estimaciones y proyecciones de la población del INEN.

Aclara también que el apoyo a la producción local por parte del gobierno en el plan del buen vivir, es la pauta de protección local para el mejoramiento continuo basada en las necesidades no cubiertas por el calzado ecuatoriano actual.

Identifica que Tungurahua es la provincia que representa el 50% de producción nacional, lo que se considera que su curva de aprendizaje es la más atractiva para la producción de calzado y como socio estratégico de experiencia.

Además especifica que la problemática de los productores de Tungurahua no ha incrementado pese a los impuestos proteccionismo de la producción local, si consideramos que la causa principal es debido a los motivos por incumplimiento en los acuerdos de entrega y producción del calzado que no satisface las necesidades actuales del consumidor, lo que genera mayor interés en el calzado importado.

Explica que en la ciudad de Quito el cliente de calzado no tiene preferencias respecto al origen importado o nacional, y que lo considera como un factor indiferente. Detalla que el consumidor busca un producto de calidad, con diseño, comodidad y a precios accesibles.

Da a conocer que la ubicación cerca del consumidor como Centros Comerciales y que estén cerca del domicilio, hacen que las intenciones de compra sean mayores, actualmente la compra online solo tiene un 7% de aceptación, podemos asegurar que actualmente no es un canal atractivo para el elemento de la venta.

Detalla también que los motivos de compra de calzado tiene una tendencia altamente personal, no existen motivos como regalos en ocasiones especiales o un

motivador específico para incremento de compra de calzado. La campaña de marketing es quien tiene el reto de incentivar a la compra a largo plazo, proceso de fidelización e innovación para integrar nuevos clientes.

2.4.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

A.) MATERIALES

Para la selección de los materiales a emplearse en el diseño de maquinaria industrial se enfoca directamente en el análisis de sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Además de los aspectos relacionados con el costo, proceso de manufactura, disponibilidad de la materia prima y otros posibles defectos.

b.) RESISTENCIA

Se requiere obtener la resistencia de los diferentes elementos que son parte de la maquinaria, en relación al tipo de carga y a las posibles condiciones de operación al que va ser expuesta, incluyendo las condiciones climáticas y al tiempo de vida esperado.

c.) COSTOS

Los costos (directos) que se producirán en el diseño de la maquinaria industrial, están relacionados con los materiales, la mano de obra y equipo utilizado para la fabricación y ensamble, a esto se debe sumar las pruebas de control de calidad del producto terminado y finalmente incluir los costos indirectos que deben ser los más adecuados para el microempresario, se estimado un estimado de \$15000.

d.) TIEMPO

El tiempo disponible para el desarrollo de la maquinaria industrial, se enfoca desde la etapa del diseño hasta la obtención de las características técnicas definitivas del equipo.

e.) SEGURIDAD

La seguridad de la maquinaria industrial a fabricar dependerá directamente del tipo de material a utilizar, del proceso de fabricación, de la eficiencia de trabajo y de la capacidad de producción propuesta.

f.) PESO

El peso de la maquinaria industrial a desarrollar, dependerá directamente de los diferentes materiales que conforman el equipo, así como también de los accesorios incorporados en el equipo. Se establece un peso referencial de 500 Libras.

2.4.2 SISTEMAS MECÁNICOS

Los sistemas mecánicos son el conjunto de componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica dentro de una máquina, está por lo general sirven para transmitir algún tipo de movimiento desde las fuentes que lo generan, a la vez puede generar o transformar movimientos lineales en circulares o viceversa. En fin se puede decir que un sistema mecánico cumple una determinada función.

2.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MECANISMOS

Se caracterizan por generar movimientos lineales o rotacionales para cumplir una determinada función en una máquina industrial, su movimiento se produce por acción o efecto de una fuerza externa que puede ser por un motor eléctrico o motor de combustión interna, estas a la vez están asociadas con sistemas electrónicos y eléctricos, en general la mayor cantidad de sistemas mecánicos usados actualmente es propulsado por motores de combustión interna o motores eléctricos de corriente continua. En los sistemas mecánicos también están incorporados elementos de control eléctrico que permiten que la maquinaria cumpla procesos automáticos.

2.4.2.2 TIPOS DE MOTOR Y SUS CARACTERÍSTICAS

a.) MOTOR ELÉCTRICO

Un motor eléctrico es un máquina capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional, la energía eléctrica produce un movimiento de electrones que genera un campo magnético y está a la vez produce un movimiento giratorio. Una aplicación importante a nivel industrial es la transmisión de fuerza mecánica giratoria que transmite las altas revoluciones del motor e induce a que el fluido hidráulico alcance una alta presión. Este efecto es el que produce en una bomba oleo hidráulica, podemos observar Figura 2.2

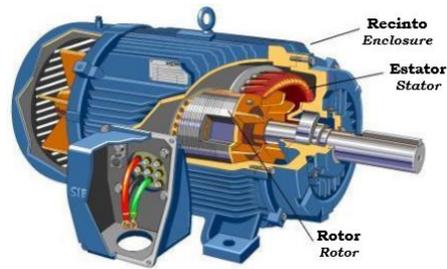


Figura 2.2 Motor eléctrico

Fuente: Contreras F, 2010.

b.) MOTORES ELÉCTRICOS DE CONTROL GIRATORIO

Dentro de la clasificación de los motores eléctricos, están los servomotores y motores de pasos, estos se caracterizan por permitir controlar la posición de giro en una vuelta (180°) o también por permitir controlar el número de vueltas en un determinado tiempo, su aplicación hoy en día es muy importante ya que es la base de robótica.

Los motores de pasos son motores de corriente continua que tienen la capacidad ubicarse en una determinada posición, por lo general a 180° . Este tipo de motores pueden alcanzar altas revoluciones por minuto y detenerse en micro segundos. En el proceso de manufactura estos motores son utilizados en aplicaciones muy importantes como lo es en el proceso de troquelado de puente que se observa en la figura 2. 3



Figura 2.3 Elementos de un Servomotor eléctrico

Fuente: Basques F. 2015

2.4.2.3 MOTOR REDUCTOR

El motor reductor es un elementos mecánico apropiados para transmitir el movimiento giratorio en toda clase de máquinas, por lo general se usa para aplicaciones industriales donde se necesita reducir su velocidad de trabajo en una

forma segura y eficiente o para elevar su fuerza mecánica. Para su funcionamiento se emplean engranes, estos motores reductores tienen algunos beneficios que son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en transmisión de potencia mecánica
- Mayor seguridad en la transmisión, permitiendo así evitar accidentes.
- Reduciendo los costos en el mantenimiento, por tener lubricación constante.
- Menor tiempo requerido para el montaje y desmontaje en la instalación en alguna máquina.

Los motor reductores se suministran normalmente acoplando el eje principal de la unidad reductora a un motor eléctrico, este puede ser de tipo eléctrico, motor de pasos o servomotor.

2.4.2.4 BOMBA OLEO HIDRÁULICA

Existen básicamente tres tipos de bombas en los sistemas oleo hidráulicos que sirven para transmitir potencia mecánica, en relación al principio de operación sobre el cual están diseñadas, estas son:

- Bombas de engranes
- Bombas de paletas
- Bombas de émbolos Axiales

a.) BOMBA DE ENGRANES

La bomba de engranes está compuesta por dos engranes que interactúan entre sí construido uno de ellos en la flecha principal de la bomba, que ha de ser acoplada al impulsor primario, a este tipo de bombas de engranes se le conoce como bombas de engranes externos y proporcionan caudal, al comenzar el movimiento se produce un vacío en el puerto de admisión o entrada de la bomba, lo que da como resultado,

la presencia de aceite en ese punto, impulsado por la presión atmosférica en el tanque.

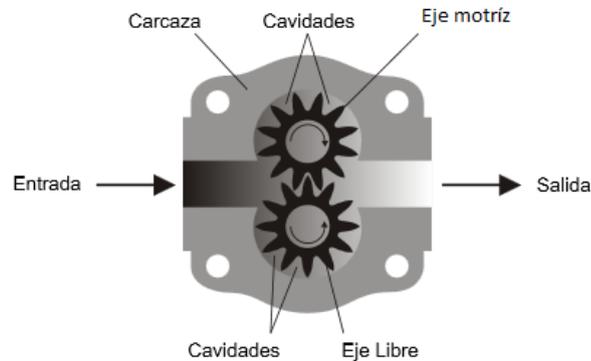


Figura 2.4 Bomba de engranes

Fuente: Manual básico de oleo-hidráulica. 2005

b.) BOMBA DE PALETAS

Una bomba de paleta está compuesto por un rotor ranurado, este a la ve esta acoplado al eje de accionamiento y gira dentro un anillo ovalado, dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira. Generalmente se requiere una velocidad mínima de 600 rpm en el arranque para que la fuerza centrífuga y la presión aplicada en la parte inferior de las paletas las mantenga apoyadas contra el anillo.

Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas, rotor, anillo y las dos placas laterales. En la figura 2.5 se muestra un esquema de funcionamiento.

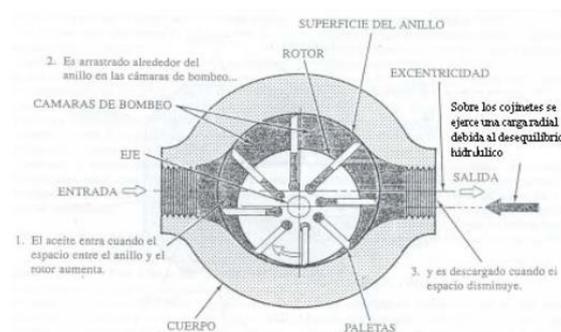


Figura 2.5 Bomba de paletas.

Fuente: Manual básico de oleohidráulica.2005

2.4.2.5 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE FUERZA HIDRÁULICA

Dentro del campo oleo-hidráulico existen varios elementos que sirven para transmitir la presión generada por la bomba hidráulica, sus principales componentes son: el pistón hidráulico, válvula hidráulica, mangueras de alta presión.

a.) PISTÓN HIDRÁULICO

El pistón hidráulico también conocido como cilindro hidráulico, funciona utilizando la energía de un fluido hidráulico a alta presión, que por lo general es un algún tipo de aceite. El cilindro hidráulico está compuesto básicamente por dos piezas que son la carcasa exterior o cilindro barril y un eje acoplado a un embolo móvil que se desliza sobre la parte interior del mismo, permitiendo transmitir una fuerza para producir movimiento lineal. Su diseño se enfoca en el principio de pascal. En la figura 2.6 se muestra un ejemplo de pistón hidráulico.

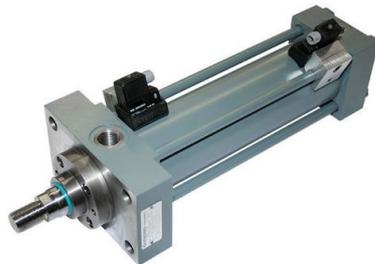


Figura 2.6 Pistón hidráulico

Fuente: www.direcindustri.es

b.) VÁLVULA HIDRÁULICA

Las válvulas hidráulicas son utilizadas en los sistemas hidráulicos y sirven para controlar el movimiento de los actuadores. Existen en diferentes tipos y dependen de su aplicación industrial. Su accionamiento puede ser manual, mecánico o eléctrico.



Figura 2.7 Válvula hidráulica

Fuente: www.logismarket.com

c.) MANGUERA DE ALTA PRESIÓN

Las mangueras de alta presión en un componentes más de la hidráulica que sirva para transmitir el fluido hidráulico conservando su presión y velocidad, se considera de alta presión debido a su rango de trabajo, cuando este supera los 1000 PSI. Por lo general se utilizan para aplicaciones industriales ejemplo en el troquelado o estampado.



Figura 2.8 Mangueras de alta presión.

Fuente: www.ecorsa.com

2.4.3 PROCESO DE TROQUELADO

Al proceso de troquelado se le conoce como el conjunto de operaciones con las cuales sin producir viruta, sometemos una lámina plana de material plástico a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia, como se observa en la figura 2.9.



Figura 2.9 calzado y otros productos de cuero obtenido por proceso de troquelado.

Fuente: Mena P. 2015

Se conoce que el troquelado es una operación antigua que en su mayor parte del tiempo se ha sido utilizado para aplicaciones básicas donde no ha sido aprovechado en forma industrial. Este proceso consiste en aplicar una fuerza de corte sobre un determinado material utilizando de por medio una matriz o cuchilla metálica.

El corte se lo puede realizar en diferentes materiales como papel, cartón, cuero, metal y otros materiales no frágiles, facilitando la obtención del producto final, disminuyendo el esfuerzo del trabajador y entregando un excelente acabado. Para su efecto se utilizan elementos corto punzante que son incorporados a un mecanismo de accionamiento que va desde una acción manual, hasta mecanismos sofisticados donde incluye el sistema hidráulico y el control electrónico automático. Existen varios ejemplos de aplicación, uno de ellos es cuando se realiza el proceso de troquelado al perforar en una hoja de cuaderno o una cartulina para así obtener una línea perforada que permita anillarlo. También existen aplicaciones de mayor magnitud como por ejemplo cuando se aplica al troquelar planchas de acero que sirven para conformar un guardafangos, puerta o panel lateral de un vehículo.

Existe otras aplicaciones de interés, donde los microempresarios no han explotado los intereses en una forma industrial, esta se enfoca en la industria del calzado al fabricar las plantillas o al obtener diferentes figuras que permitan el ensamble de un zapato.

2.4.3.1 PROCESO DE TROQUELADO MANUAL

Para la obtención de los diferentes productos en cuero se puede obtener por varios métodos entre ellos el proceso manual. Se conoce desde varias épocas atrás que para la conformación del calzado se utilizan los diferentes implementos como son: Cuchillas, reglas de trazo, moldes, tijeras de corte, cuchillas de trazo. Existen también otros tipos de herramientas como el burile que sirven para manufacturar el cuero. Parte de los equipos utilizadas en esta temporada son los sacabocados que sirven para conformar una área de contorno uniforme como lo es el área de los pasadores. En la figura 2.10 se muestra el proceso de corte manual.

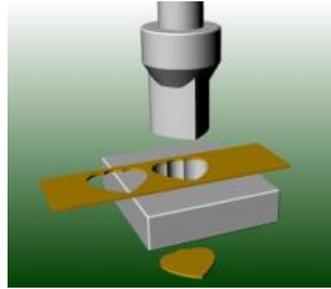


Figura 2. 10 Proceso de corte manual

Fuente: Cigarroa J. 2012

2.4.3.2 PROCESO DE TROQUELADO AUTOMÁTICO

Los países potenciales disponen de maquinaria altamente eficiente que reducen el tiempo y mano de obra directa en la fabricación de un producto, convirtiéndose en máquinas de alta velocidad de producción, este tipo de herramientas además de ser eficientes reducen los desperdicios. Por lo general este tipo de máquinas utilizan micro controladores y microprocesadores que a través de sus sensores permiten controlar cada uno de sus movimientos, este tipo de proceso de manufactura es el troquelado de puente. En Ecuador poca son las empresas que poseen este tipo de maquinaria debido a su costo elevado y de difícil adquisición.



Figura 2.11 Troqueladora de puente tipo ATOM

Fuente: www.rnovoa.com.mx

2.4.3.3 CLASIFICACIÓN DEL PROCESO DE TROQUELADO

a.) TROQUELADO DE IMPACTO

Uno de los principales procesos de troquelado es el de impacto, debido a que utiliza una fuerza dinámica para extraer el producto a través del corte, su funcionamiento es algo similar al efecto de golpe producido por un martillo, produciendo un desgarre en la estructura de la materia prima permitiendo así finalmente obtener el producto requerido. Su aplicación se enfoca en las primeras máquinas, donde no existía la intervención hidráulica.



Figura 2.12 Troqueladora de puente tipo ATOM

Fuente: www.paginasprodigy.com.mx

b.) TROQUELADO POR PRESIÓN

Con el avance del tiempo y el desarrollo de tecnologías han permitido disponer de maquinaria que pueda entregar un producto de mayor calidad, es allí donde enfocaron los diseños de maquinaria utilizando la fuerza oleo hidráulica, estas máquinas al disponer de dispositivos mecánicos que permitan controlar su fuerza y velocidad se han convertido en una de las herramientas altamente eficientes, facilitando al microempresario elevar su volumen de producción y reducir costos por mano de obra, representado un alto margen de relación costo beneficio.

Las troqueladora por presión tienen como elemento principal una bomba oleo hidráulica, válvulas de control de velocidad y fuerza, pistón hidráulico y como elemento secundario son los filtros, elementos conductores de fluido, control eléctrico. Su aplicación se utiliza desde el siglo XX y se emplean para procesos de manufactura como el estampado, embutido, doblado y propiamente para el troquelado, que es una de las áreas de interés enfocando su aplicación en la industria del calzado.

En la figura 2.13 se muestra una máquina similar que utiliza como energía la fuerza oleo hidráulica.



Figura 2.13 Troqueladora oleo-hidráulica OSKI

Fuente: <http://www.tecommaquinaria.com/troquelado/142-troqueladora-ref-4.html>

2.4.3.4 FUERZA DE TROQUELADO

Para determinar la fuerza de troquelado en el proceso de fabricación de productos relacionados con la industria del calzado, donde se utiliza como fuente de energía la fuerza oleo hidráulica, se consigue analizando las diferentes propiedades mecánicas de los materiales a cortar (Cuero), además también identificando el área de corte con su respectivo espesor del materia y finalmente conociendo los alcances de máquina a diseñar, como por ejemplo la velocidad de corte, la potencia, el área de trabajo, el potencial de energía eléctrica. En fin realizando un estudio de todos los elementos que interactúan en el proceso de troquelado.

2.4.3.5 PROBLEMAS PRESENTES EN EL PROCESO DE TROQUELADO

Par nuestro estudio nos enfocaremos en el proceso de troquelado por presión, es aquí donde se pueden presentar varios defectos o problemas al pretender realizar este tipo de procedimiento, los problemas más generales son:

- Penetración de corte incompleta

- Penetración de corte no uniforme
- Desgarro en los bordes de corte
- Marcas de la matriz de corte.

Si bien es cierto se tiene como problema principal todos los defectos mencionados anteriormente, pero también pueden existir otros problemas que tienen como origen la relación de las siguientes causas:

- Fuerza insuficiente sobre el material a troquelar.
- Daño interno mecánico en el pistón hidráulico.
- Insuficiente filo en la matriz de corte.

2.4.3.6 PARÁMETROS DEL TROQUELADO

Para ejecutar el proceso de troquelado se rige en función de los siguientes parámetros como son:

- Capacidad de corte en función del espesor.
- Capacidad en relación al área de corte.
- Características y especificaciones técnicas del material a troquelar.

2.5 HIPÓTESIS

El estudio del proceso de troquelado influirá en la producción de calzado en la Provincia de Tungurahua.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio del proceso de troquelado

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Producción de calzado en la provincia de Tungurahua.

2.6.3. TERMINO DE RELACIÓN

Influencia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El presente proyecto enfoca su investigación al proceso de troquelado utilizado para la fabricación de calzado. Se va a presentar datos cuantitativos utilizando variables continuas, para lo cual se medirá parámetros indispensables que permitan identificar el proceso de troquelado más eficiente y económico en el proceso de fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se basará en las siguientes modalidades, estas serán:

3.2.1 BIBLIOGRÁFICA

Se utilizará en esta investigación una revisión mediante libros, catálogos, revistas, internet y proyectos de tesis similares respecto al presente tema, con el propósito de tener la información suficiente para la investigación.

3.2.2 DE CAMPO

Debido a que permite conocer el tipo de maquinaria utilizada en la producción de calzado, así como también determinar la existencia de maquinarias de alta producción, facilitando el contacto directo con el objeto de estudio y actores de esta investigación, con lo que facilitara identificar las especificaciones técnicas necesarias para el diseño del equipo.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIO

El nivel exploratorio permitirá determinar todos los factores predominantes que influyen en el estudio del estado actual de las máquinas y equipos, ya que aporato a identificar, reconocer y tener una idea en forma general del objeto a investigar.

Para ejecutar este trabajo se empezara con el análisis del proceso de troquelado utilizado en la fabricación de calzado en la ciudad de Ambato, determinando los posibles problemas que atraviesa la producción provincial y por ende el impacto negativos que genera a la sociedad.

3.3.2 DESCRIPTIVA

Se aplicará esta investigación para conocer la situación predominante e identificar los motivos del problema a través de la descripción exacta del estado actual de las máquinas y equipos que se utilizan en el proceso de troquelado para la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

La población sobre la cual trata la presente investigación está constituida por todos los fabricantes de calzado que se encuentran en la provincia de Tungurahua, aquí se encuentran los fabricantes industriales, microempresas y fabricantes artesanales, así como también las empresas que legalmente están registradas y no registradas. Según CALTU están registrados 4 500 productores a escala nacional; entre grandes, medianos y artesanos, de esta cantidad el 50% pertenecen a la provincia de Tungurahua.

3.4.2 MUESTRA.

Se identificó que la población enfoca al grupo total de fabricantes de calzado de la provincia de Tungurahua, entonces el tamaño de la muestra se determinara con la identificación de cada uno de ellos. Según CALTU se conoce que el 1,5% de la población pertenecen a las medianas y grandes empresas de calzado, mientras que 94,4% son pequeños productores, de las cuales se tomará en cuenta la población de los fabricantes que realizan sus actividades económicas en el centro comercial ferroviario de la ciudad de Ambato. Según las encuestas realizadas se identificaron que actualmente están registrados 80 personas de donde sacaremos la muestra del presente estudio. Respecto a las medianas y grandes empresas al ser un número pequeño, se tomaran en cuenta la cantidad establecida de las encuestas.

Para obtener la muestra de los micro empresarios se utilizara la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{(N-1)e^2+1} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Dónde:

N: es el tamaño de la población de los micro empresario = 82 productores

e: es la precisión o error = 5% = 0,05

Calculando tenemos:

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{(N-1)e^2+1} \\ n &= \frac{82}{(82-1)0,05^2+1} \\ n &= \frac{82}{1,2025} \\ n &= 68 \end{aligned}$$

Agrupando la muestra de los pequeños fabricantes, junto con los medianos y grandes fabricantes de calzado. Se resume el valor de la muestra en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Tamaño de la muestra

DETALLE	NUMERO
PEQUEÑAS EMPRESAS	68
MEDIANAS EMPRESAS	11
GRANDES EMPRESAS	3
TOTAL	82

Fuente: Autor

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL PROCESO DE TROQUELADO

Tabla 3. 2 Operalización de Variable Independiente.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>TROQUELADO</p> <p>Es el proceso de fabricación que permite obtener diferentes figuras a partir de una matriz de corte, utilizando de por medio la acción de cizalladura, a través de la presión ejercida. Esto forma parte de la fabricación de calzado a nivel industrial.</p>	Tipos de troquelados.	¿Cuál es tipo de troquelado, que permita producir calzado con mayor eficiencia y alta velocidad de trabajo, sin encarecer el precio de la máquina?	<p>Sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidráulico • Neumático. • Mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • Revistas, Catálogo, publicaciones • Tesis de investigación similar. • Matrices de ponderación cualitativa.
	Tipos de elementos de control electrónico.	¿Cuál es tipo de control electrónico que permita que el equipo funcione en forma automática, en el proceso de troquelado?	<ul style="list-style-type: none"> • Control análogo • Logo • PLC's • Cnc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revistas, catálogos. • Matrices de ponderación cualitativa.

Elaborado por: Autor.

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Tabla 3. 3 Operalización de Variable dependiente.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>CALZADO</p> <p>Es un producto de alta demanda que se utiliza para proteger el pie del ser humano.</p>	Fabricantes	¿Qué tipos de fabricantes de calzado existen en la provincia de Tungurahua?	<ul style="list-style-type: none"> • Artesanales • Microempresarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas • Revistas, Catálogo • Investigaciones semejantes • Fichas, datos (CALTU, MCPEC)
	Producción	¿Cuántos pares de calzado se producen anualmente?	<ul style="list-style-type: none"> • Calzado deportivo • Calzado escolar 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas • Revistas, Catálogo • Investigaciones semejantes • Fichas, datos (CALTU, MCPEC)

Elaborado por: Autor.

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información para la investigación se utilizara las siguientes técnicas e instrumentos las cuales son:

Tabla 3.4 Descripción de la obtención de la información

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación directa	Entidad de control Matrices de ponderación
Investigación bibliográfica	Libros, internet, catálogos, visitas

Fuente: Autor.

La observación directa tendrá el propósito de facilitar la información respectiva en el uso actual de máquinas, utilizadas para la fabricación de calzado a través del proceso de troquelado en la ciudad de Ambato, permitiéndonos así poder aclarar dudas y brindar soluciones.

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos recolectados pasarán a un proceso de revisión para eliminar información defectuosa, contradictoria o incompleta. Para poder representarlos en la forma que resulte más conveniente para el entendimiento y análisis estos pueden ser:

- ✓ Representación lineal, se utilizará cuando los datos no son generales.
- ✓ Representación semi tabular, se utilizara cuando se considera importante resaltar cifras incorporadas a un texto para facilitar su comparación.
- ✓ Representación tabular se utilizará cuando los datos numéricos son ordenados en filas y columnas, con las especificaciones correspondientes, según el tipo y característica de dichos datos.

CAPÍTULO IV

4.1 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1.1 EMPRESAS DEDICADAS A LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Según la cámara de calzado de Tungurahua (CALTU), revela que en el país existen cerca de 4500 productores de calzado, los mismos que abarcan el 84% de la oferta global del Ecuador, de los cuales el 50% pertenecen a Tungurahua.

En informe N° 1 otorgado por el MIPRO en enero del 2016 respecto al análisis de ventas MIPYMES INDUSTRIALES, indica que actualmente existen 196 empresas y 2500 productores de la provincia de Tungurahua que se dedican a la producción de calzado. Además que los segmentos a los que actualmente ofertan los productos de calzado local, pertenecen a una población de estrato medio y bajo, cubriendo necesidades en modelos clásicos, principalmente en modelo escolar y de oficina. Siendo el ente potencial para aplicar en nuestra investigación. En la tabla 4.1 se observa el número de empresas dedicadas a la producción de calzado en la provincia de Tungurahua, segmentadas por el tamaño.

Tabla 4.1. Número de empresas dedicadas a la fabricación de calzado, clasificadas según su tamaño.

TAMAÑO	EMPRESAS
Microempresas	84
Pequeña	40
Mediana	59
Grande	13
TOTAL	196

Fuente: MIPRO.

4.1.2 VENTAS DE CALZADO ALCANZADAS EN EL AÑO 2015, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Según la Cámara de calzado de Tungurahua (CALTU), indica que las ventas de pares de zapatos anuales, alcanzan un monto promedio de 560 millones de dólares, y que de esta producción se genera más de 100 mil fuentes de empleo directas e indirectas.

Dentro de la producción de calzado se encuentran todos los tipos de fabricantes como microempresas, pequeñas, medianas y grandes empresas.

En informe N° 1 otorgado por el MIPRO en enero del 2016 respecto al análisis de ventas MIPYMES INDUSTRIALES, indica que en Tungurahua en el año 2015, vendió un total de \$ 452.904.734,34 por la fabricación de calzado. En la tabla 5.2 se indica las ventas segmentadas por el tamaño de la empresa.

Tabla 4.2. Ventas alcanzadas en el año 2015, según el tamaño de la empresa.

TAMAÑO	TOTAL VENTAS
Microempresas	\$865.458,77
Pequeña	\$14.622.848,48
Mediana	\$133.646.665,90
Grande	\$303.769.761,19
TOTAL	\$452.904.734,34

Fuente: MIPRO.

Claramente se identifica que el mayor número de ventas de calzado en la provincia de Tungurahua, lo realizan las empresas grandes, permitiendo identificár su poder de mercado.

4.1.3 PRODUCCIÓN DE CALZADO ACTUAL EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Según la Cámara de Calzado de Tungurahua (CALTU) indica que la industria de calzado ha experimentado un importante crecimiento desde el 2009, ya que de los 15 Millones de pares de zapatos que se producían en el 2008, paso a 28.8 millones en el 2011. Esto gracias a los aranceles mixtos que se imponen (6 dólares por cada par, más el 10% del valor de la carga).

En el artículo técnico denominado “Procesos de producción y productividad en la industria de calzado Ecuatoriana” publicado por los Docente de la Universidad Técnica de Ambato (Ecuador) y aceptado el 23/11/2015. Indican que en el año 2008 en el país se produjeron 15 millones de pares y en el 2011 se produjeron 28 millones; dando a conocer que en el sector movió 364 millones de dólares, con un promedio de USD 13 por cada par de zapatos.

Identificando las ventas de calzado (Tabla 4.2) más el costo promedio de cada par de zapatos, se estima la producción de pares de zapatos para el año 2015. En la tabla 4.3 se detallan las cantidades producidas.

Tabla 4.3 Producción de pares de calzado en el 2015.

TAMAÑO	COSTO PROMEDIO DE CALZADO (\$/par)	TOTAL VENTAS (\$)	PRODUCCIÓN TOTAL ANUAL (Pares de calzado)
Microempresas	13	865.458,77	66.573,75
Pequeña	13	14.622.848,48	1.124.834,50
Mediana	13	133.646.665,90	10.280.512,76
Grande	13	303.769.761,19	23.366.904,71
TOTAL		\$452.904.734,34	34.838.825,72

Fuente: MIPRO.

4.1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TROQUELADO QUE SE UTILIZAN EN LA FABRICACIÓN DE CALZADO, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Según información establecida por la MCPEC 2011, indica que de la producción total de calzado fabricada en el Ecuador, Tungurahua produce el 50 %, así también indica que de su producción total, el 24% fabrica a mano y el 57% se fabrica utilizando algún tipo de herramienta sencilla e inadecuada y solo el 19% de su producción se obtiene por algún proceso industrial.

Identificando actualmente el número de empresas de calzado que existen en Tungurahua (196) y conociendo el porcentaje de utilización según su tipo de proceso de fabricación de calzado (19%), se tiene que solo 37,24 empresas utilizan algún tipo de maquinaria o proceso industrial.

Sin embargo para obtener un dato más certero, se realizó una encuesta a varios productores de calzado de diferente tipo de empresa que comercializan sus productos, se identificó que existen 2 métodos de corte de la materia prima o troquelado que utilizan para la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua, que son:

MÉTODO MANUAL

Corresponde a la adquisición de figuras de tamaño y forma adecuada a través del uso de herramientas manuales, tales como cuchilla o chaveta, lápiz y molde de cartón. (Método común)

MÉTODO INDUSTRIAL

Obtención de figuras de tamaño y forma adecuada a través del uso de matrices de corte o troqueles, utilizando de por medio la presión ejercida.

4.1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO MANUAL

Según los antecedentes investigativos establecidos por el MCPEC 2011 indican que de la producción total calzado, su mayoría (81%) fabrica utilizando métodos manuales y herramienta no adecuada. Este porcentaje corresponde a los fabricantes artesanales y microempresario de la provincia de Tungurahua y se describe a continuación:

PASO 1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA

Toda la materia prima adquirida para la fabricación de calzado se almacena en un lugar común, junto con las herramientas manuales, ropa de trabajo, documentos y demás accesorios que en su mayoría ni siquiera corresponden a su necesidad. Al no tener un orden establecido se pierde un tiempo insignificante que a la larga suele ser considerable para la producción. El tiempo estimado para iniciar el proceso de fabricación de calzado (T1: 5 minutos.)

PASO 2. TRAZADO DE LA FIGURA A CORTAR EN LA MATERIA PRIMA.

Para iniciar la fabricación de calzado, los artesanos establecen moldes de cartón que son utilizados para trazar en la materia prima adquirida, con objeto de replicar su forma y tamaño. Esta herramienta en su mayoría suele confundirse con los otros, ya que por lo general no establecen códigos de identificación. El tiempo estimado para trazar el molde en la materia prima es de 20 minutos por par de zapatos, considerando que por lo general cada zapato tiene al menos 5 figuras no geométricas que deben ser unidas. (T2: 10 minutos)

PASO 3. CORTE DE LA MATERIA PRIMA.

Para iniciar el proceso de corte generalmente utilizan herramientas como tijera, chaveta o cuchillo, esta figura adquirida se va acumulando hasta conseguir la

cantidad establecida. Sin embargo se nota claramente que el proceso es repetitivo, ya que los fabricantes deben cortar todos los elementos que forma parte del calzado, y que por lo general cada unidad contiene al menos 5 piezas. Este trabajo se considera como un proceso tedioso, repetitivo y que no refleja una producción considerable dentro de un tiempo establecido. Se estima un tiempo de 15 minutos por par. (T3: 15 minutos)

PASO 4. ENSAMBLE DEL CORTE DE LA MATERIA PRIMA

Una vez adquirido todos los elementos que conforman el calzado se proceden a unir sus partes a través del cocido, llegando a dar la forma al calzado. Para ello se utilizan máquinas de coser. Se estima un tiempo de 10 minutos para unir un par de zapatos.

PASO 5. ARMADO DEL CALZADO

Utilizando de por medio hormas de madera o polietileno según la talla y modelo se procede a colocar el corte, que a través del uso del templado y calentamiento del corte ensamblado, se fija y se moldea a su figura. En la parte baja se coloca un elemento tipo plantilla quien es el elemento de fija la unión. Para aquello se utiliza pegamento. Se estima un tiempo de 10 minutos por par.

PASO 6. ENSAMBLE DE LA PLANTA DEL CALZADO

Finalmente ensamblado el corte del calzado, se procede a colocar la planta del mismo, este se adquiere directamente del fabricante. Y se une por medio del pegamento colocado en la zona de contacto, en otros casos también se utilizan un horno para agilizar su objetivo. Posteriormente el producto está terminado y se procede a colocar los implementos que después son almacenados. Se estima un tiempo de 5 minutos por par

Adicionando los tiempo de interés en la investigación se tiene el tiempo T1, T2 y T3 dando un total de 30 minutos, que permiten identificar como el tiempo de se demora en cortar la materia prima utilizando el método manual. (Proceso similar al troquelado pero utilizando herramienta manual).

4.1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO INDUSTRIAL

Según los antecedentes investigativos establecidos por el MCPEC 2011 indican que de la producción total de calzado, solo el 19 % utiliza algún tipo de proceso industrial para cortar la materia prima, el cual será el elemento principal para conformar el calzado. A este proceso de corte a nivel industrial se le conoce como proceso de troquelado, a continuación se describe su procedimiento:

1.- La materia prima se receipta en la bodega por rollos y su longitud varía de acuerdo al tipo de material a utilizar, por lo general se establece una longitud promedio de 1,40 metros. Se estima un tiempo de ubicación en las mesas de corte de 1 minuto. (T4: 1 minutos).

2.- El operador corta el rollo por secciones de 1 metro de ancho por la longitud del mismo, permitiendo facilitar el área del troquelado. Este material es colocado en la máquina de troquelado. Se estima un tiempo T4: 1.5 Minutos.

3.- Una vez disponible de materia prima se coloca en las máquinas de troquelado, por lo general los productores utilizan máquinas hidráulicas de accionamiento manual. Este proceso se vuelve repetitivo hasta que el operador consiga troquelar todas las figuras deseadas que permitan alcanzar su producción establecida. El tiempo estimado par troquelar es de 4 segundos por unidad, equivalente a 0,066 minutos. Si se requiere troquelar la misma capacidad de producción (10 unidades por par), se estima un tiempo total por par de calzado de 0,66 minutos. (T5: 3,16 m). El tiempo total para troquelar un par de zapatos es de 3,16 minutos y se obtuvieron por la sumatoria de (T1 + T2 + T3).

4.1.5 DESCRIPCIÓN COMPARATIVA ENTRE EL MÉTODO MANUAL VERSUS EL MÉTODO INDUSTRIAL

Según el procedimiento manual aplicado para la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua versus el proceso industrial, se identifica claramente que el cuello de botella se encuentra en el proceso manual, ya que para conseguir un solo par de zapatos, se necesita invertir un tiempo mínimo de al menos 30 minutos por par.

En cambio utilizando un proceso industrial, se requiere invertir máximo 8,66 minutos por el troquelado de 10 figuras que me permiten ensamblar un par de zapatos. Este análisis se realizó sin hacer uso de las capacidades que ofrecen las máquinas hidráulicas automáticas que reducen aún más los tiempos de producción. Se aclara que el tiempo exacto dependerá directamente de la velocidad de corte que disponga la maquinaria, de la potencia mecánica y del tamaño de la meza de trabajo.

4.1.6 ANÁLISIS INVESTIGATIVO, PARA DETERMINAR EL TIPO DE TROQUELADO QUE MÁS SE UTILIZA EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Para identificar el tipo de troquelado que más se utiliza en la provincia de Tungurahua, se realizó una encuesta a varias empresas, entre ellas se encuentran las empresas grandes, pequeñas y microempresas clasificadas según su tamaño. Para desarrollar nuestra investigación se conoció anteriormente que debemos encuestar a 82 empresas dedicadas a la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua. El modelo de la encuesta se muestra en el ANEXO 6.

4.2 TABULACIÓN DE LOS DATOS ENCUESTADOS

Pregunta 1. ¿El proceso para la fabricación de calzado, de su empresa es?

- a) Artesanal () b) Tecnificado ()

De las 82 encuestas realizadas se conoció que 65 empresas fabrican calzado, aplicando un proceso de fabricación artesanal y 12 empresas fabrican, aplicando un proceso tecnificado. Teniendo su representación gráfica en la figura 4.1

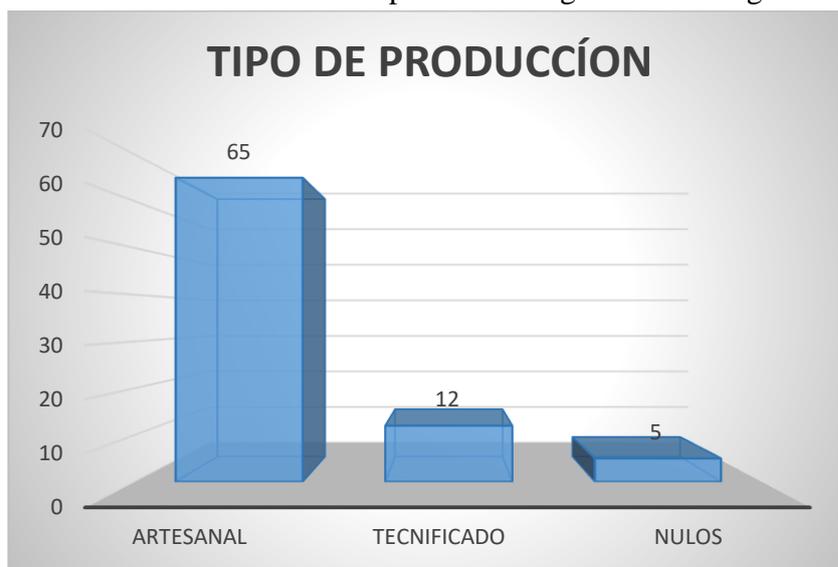


Figura 4.1: Tipo de producción

Fuente: Autor

Pregunta 2.- ¿Qué tipo de calzado fabrica en mayor cantidad?

- a) Casual () b) Deportivo () c) Escolar ()

En las encuestas realizadas, respecto al tipo de calzado que más se fabrica, se conoció que 23 empresas fabrican calzado casual, 27 empresas fabrican calzado deportivo y 4 empresas fabrican calzado escolar. Teniendo la siguiente representación gráfica. Su diferencia fabrica otro tipo de calzado.



Figura 4.2: Producción de calzado según su tipo

Fuente: Autor

Pregunta 3: ¿Qué tipo de accionamiento utiliza su máquina de troquelado?

- a) Mecánica () Neumática () Hidráulica () Manual ()

Respecto al tipo de accionamiento que disponen las máquinas de troquelado se conoció, que 1 empresas disponen de máquinas neumáticas, 13 empresas disponen de máquinas hidráulicas, 5 empresas disponen de máquinas mecánicas y 15 empresas utilizan troquelado manual. Sin embargo de la presente investigación se identificó que 48 empresas cortan a mano. Teniendo la siguiente representación gráfica.

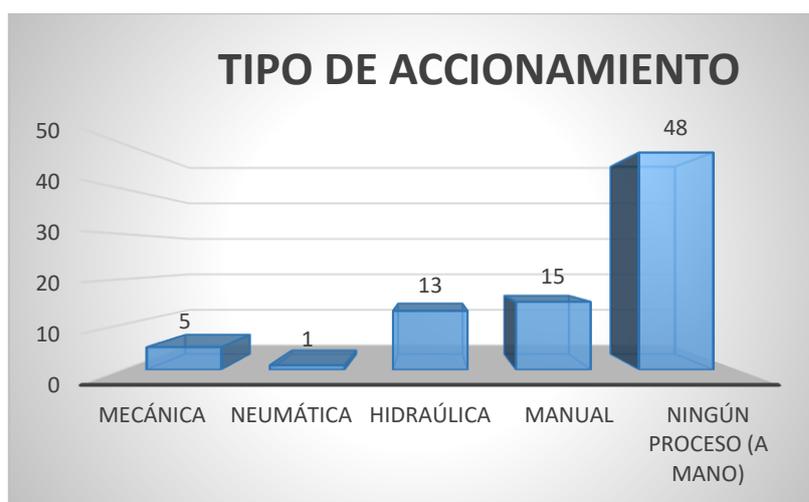


Figura 4.3: Mayor producción de calzado según su tipo

Fuente: Autor

Pregunta 4. La máquina que usted utiliza para troquelar. ¿Qué tipo de automatización es?

- a) Semi automática. Donde interviene parcialmente el operador en su ciclo de trabajo ()
- b) Automática. Donde no interviene el operador en su ciclo de trabajo ()

Según la encuesta realizada se identificó que 19 empresas disponen de máquinas semiautomáticas y 3 disponen de máquinas automáticas. Su diferencia no dispone de máquinas de este tipo. Teniendo

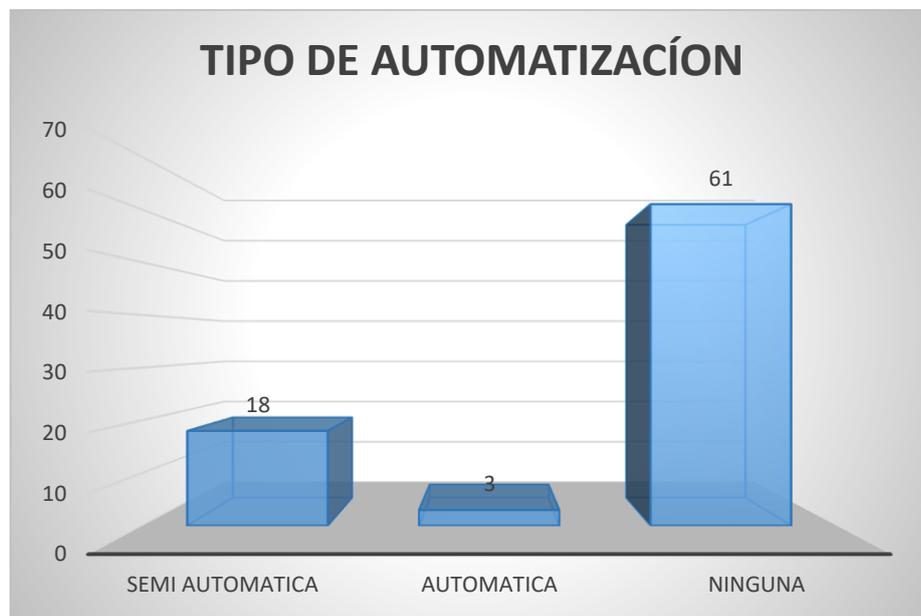


Figura 4.4 Tipo de automatización.

Fuente: Autor

Pregunta 5 ¿Qué tiempo trabajan sus máquinas de troquelado?

- a) 24 Horas
- b) 12 Horas
- c) 8 Horas
- d) 6 Horas
- e) Menos de 6 horas

Realizada las encuestas se conoció que 1 empresas trabajan las 24 horas, 3 empresas trabajan las 12 horas, 17 empresas trabajan 8 horas, 3 empresas trabajan 6 horas, 4 empresas trabajan menos de 6 horas. Graficando se tiene:

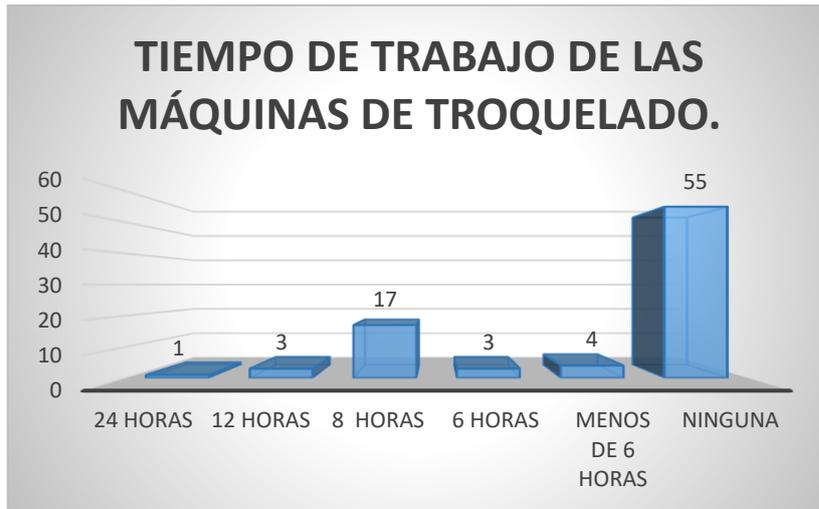


Figura 4.5: Tiempo de trabajo de las máquinas de troquelado.

Fuente: Autor

Pregunta 6: ¿Cuántas días trabajan sus máquinas de troquelado?

Realizada la encuesta se conoció que 25 empresas hacen trabajar a sus máquinas de troquelado los 5 días a la semana y solo 2 empresas trabajan los 7 días de la semana. Su diferencia no tiene máquinas de troquelado. Teniendo:

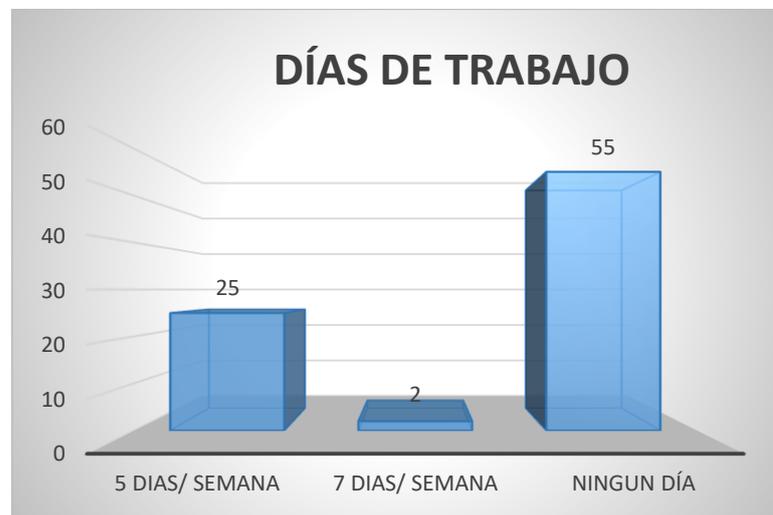


Figura 4.6: Días que trabajan las máquinas de troquelado.

Fuente: Autor.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para verificar la hipótesis estadísticamente se analizará la producción estimada, (Obtenida a través de las encuestas), versus la producción real que se obtuvo en el último año vigente. Para establecer dicha relación, primero se identificará la producción requerida con relación al rendimiento de cada método de fabricación de calzado, utilizado en la provincia de Tungurahua.

En el análisis de tiempos y movimientos realizado, se observó que el método de fabricación manual requería un tiempo mínimo de 30 minutos para cortar los elementos que conforman un par de zapatos, sin embargo utilizando el método de fabricación industrial su tiempo requerido es de 3,16 minutos para troquelar los elementos del mismo par de zapatos. Identificando claramente que el mayor rendimiento para producir calzado, se obtiene disminuyendo los tiempos de fabricación. En la tabla 4.4 se identifica el tiempo que se requiere para alcanzar las ventas establecidas en función de los rendimientos de cada método de fabricación.

Tabla 4.4: Producción alcanzada por unidad de maquinaria según tipo de método

MÉTODO DE FABRICACIÓN	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	MÁXIMA PRODUCCIÓN ALCANZADA POR UNIDAD DE MÁQUINA		
	Pares/ Minutos	Producción en 8 horas laborables (1 Día)	Producción en 1 Mes.	Producción en 1 año.
MANUAL	2	16	480,00	5.760,00
INDUSTRIAL	18,98	151,84	4.555,20	54.662,40

Fuente: Autor

4.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Se establece las siguientes:

H₀= El estudio del proceso de troquelado no influye en la producción de calzado.

H_a= El estudio del proceso de troquelado influye en la producción de calzado.

Para demostrar la hipótesis planteada se utilizara el método Chi- Cuadrado, de tal forma que permita identificar que los datos estimados, estén dentro de los datos obtenidos a través de la curva estadística. Para tener una mayor comprensión del tema, se identifica al término Chi-cuadrado, como un estudio estadístico, que nos permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas. El método presente, establece obtener el valor calculado (X^2) y el valor tabulado (Xt^2).

Para conseguir el valor tabulado relacionamos los grados de libertad y nivel de significancia (P). Este valor es fijado por el investigador y usualmente se puede escoger un valor del 1%, 5% o 10%, para nuestro estudio se utilizar un valor del 5%, igual a 0.05 con un nivel de confianza (P') del 95%. Con las encuestas realizadas se tabulo los siguientes datos (Tabla 4.5).

Tabla 4.5: Producción de calzado estima para 1 año Vs. Producción real

DATOS ESTIMADOS A TRAVES DE LAS ENCUESTAS								DATOS REALES
Tipo de empresa	Numero empresas existentes	Horas promedio trabajadas	Numero promedio de maquinas o trabajadores	Capacidad de Producción/hora	Produccion alcanzada en 1 día (Pares)	Días netos laborados en 1 año.	Producción estimada, alcanzada en 1 año (Millones de Pares)	Producción real, alcanzada en 1 año (Millones de Pares)
Micro, pequeña y mediana	183	8	15	2	43.920,00	264,00	11,59	11,47
Grande	12	24	12	18,99	65.620,25	365,00	23,95	23,36
TOTAL							35,54	34,83

Fuente: Autor

Identificando la producción estimada versus la producción real, se resume los siguientes datos, en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Resumen de la producción estimada versus la producción real

Producción estimada, para 1 año	Producción real, alcanzada en 1 año.
(Unidad: Millones de Pares)	(Unidad: Millones de Pares)
11,59	11,47
23,95	23,36

Fuente: Autor

Con la tabla resumen, se calculara los grados de libertad que se requiere para determinar la hipótesis.

$$GL = (C-1)*(F-1) \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$GL = (2-1) * (2-1)$$

$$GL= 1 * 1= 1$$

Dónde:

C: Número de columnas

F: Número de filas.

GL: Grados de libertad.

Utilizando la distribución Chi-cuadrado de la tabla 4.31 se identifica el valor tabulado (X_{t^2}). Para esto se debe utilizar el valor del grado de libertad y el nivel de confiabilidad (0,05) establecido.

Tabla 4.7 Distribución Chi-cuadrado (Xt^2)

Grados de libertad	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95

Fuente: Édison Coba Molina, PhD. Estadística Aplicada a la Investigación

Elaborado por: Autor.

Los datos de distribución Chi-Cuadrado se relacionan directamente con la Distribución Normal Gaussiana, y para una mejor observación se muestra su valor en forma más detallada en el **ANEXO 7**.

El valor de Xt^2 obtenido es de 3,84.

4.5 OBTENCIÓN DEL VALOR DE CHI-CUADRADO CALCULADO

Para iniciar con la obtención del valor de Chi- cuadrado calculado aplicaremos los valores indicados en la tabla 4.8. Utilizando la relación $(O-E)2/E$.

Tabla 4.8 Obtención de X^2 Calculado.

O	E	O-E	(O-E)2	(O-E)2/E
11,59	11,47	0,12	0,0144	0,00125545
23,95	23,36	0,59	0,3481	0,01490154
TOTAL				0,01615699

Fuente: Autor

Dónde:

O= Frecuencia observada.

E= Frecuencia esperada.

O-E= Frecuencias observada menos frecuencias esperadas.

$(O-E)^2$ = Resultado de las frecuencias observadas menos esperadas al cuadrado

$(O-E)^2/E$ = Resultado de las frecuencias observadas menos esperadas al cuadrado, dividido para las frecuencias esperadas.

4.6 EVALUACIÓN CHI CUADRADO

Para determinar su resultado estableceremos las siguientes relaciones.

- Si X^2 calculado es \leq a X^2 Tabulado, se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis Nula (Ho).
- Si X^2 calculado es $>$ a X^2 Tabulado, se rechaza la hipótesis alternativa (Ha) y se acepta la hipótesis nula (Ho).

Resumiendo los valores de Chi-cuadrado tabulados y calculados se tiene:

- Valor tabulado = 3,84 Valor calculado = 0,016

Finalmente se establece la relación:

Valor calculado (0,016) \leq Valor tabulado (3,84)

Obteniendo que el valor calculado (0,016) es menor o igual al valor tabulado (3,84), por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis Nula (Ho). Concluyendo que “el proceso de troquelado influye en la producción de calzado.”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se identificó que actualmente en la provincia de Tungurahua existen 196 empresas, de las cuales 13 empresas se catalogan como empresas grandes. Las 59 empresas son medianas y su diferencia (124) se encuentran las pequeñas y microempresas. Evidenciando que actualmente existe un mercado disponible que puede ser industrializado.

- Se determinó que en Tungurahua las ventas anuales en el año 2015 alcanzaron un valor de \$ 452.904.734,34 de las cuales las empresas clasificadas como medianas, pequeñas y microempresas vendieron un valor \$149.134.973,15. Además se registró que de la producción total anual de pares de calzado (34.838.825,72), las empresas medianas, pequeñas y microempresas produjeron una cantidad de 11.471.921,01 Encontrando que la tecnología que utilizan los pequeños y micro empresario no es apta para ser competitivos.

- Se identificó en el estudio, que en Tungurahua existen dos procesos de troquelado; el primer proceso corresponde al uso de herramienta manuales tales como tijeras, chavetas, cuchillas que sirven para cortar la materia prima y dar forma a los elementos que conforman el calzado. El segundo proceso es el que utilizan algún tipo de tecnología industrial tales como herramienta hidráulica neumática o mecánica incorporados con moldes metálicos que reducen considerablemente los tiempos de manufactura. Evidenciando que el proceso de troquelado influye directamente en los tiempos de producción, ya que es donde el fabricante pierde la mayor parte de su tiempo para obtener los componentes de cuero que forma parte del calzado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Conociendo que para disminuir los tiempos de producción de calzado se requiere realizar una inversión económica en la compra de máquinas para troquelado, se recomienda aplicar la tecnología en empresas que tengan una producción estable ya sean pequeñas o microempresas.
- Se recomienda buscar alianzas estratégicas entre microempresarios para adquirir las máquinas de troquelado a un costo de mayorista, con objeto de disminuir el precio de mercado por unidad.
- Comprendiendo que el tiempo de troquelado incide en la producción, se recomienda establecer, un plan de mantenimiento preventivo o predictivo.
- Identificando que para elevar la producción se debe utilizar un troquelado industrial, se recomienda establecer parámetros de seguridad personal.
- Se recomienda verificar cada cierto volumen de producción, las matrices de corte ya que tienden a perder filo. Esto genera utilizar mayor energía eléctrica.
- Se recomienda establecer un plan de mantenimiento predictivo o al menos un plan de mantenimiento preventivo, de tal manera que se pueda controlar el equipo en forma periódica.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 TEMA:

“Diseño de una máquina de troquelado automático, fabricada al alcance económico de los fabricantes de calzado artesanales y microempresarios”.

6.1.2 AUTOR: JUAN SERAFÍN CRUZ VILLACÍS

6.1.3 BENEFICIARIO: Microempresas pequeñas y medianas Industrias dedicadas a la producción de calzado

6.1.4 UBICACIÓN: Ambato - Tungurahua- Ecuador.

6.1.5 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

Juan Serafín Cruz Villacís. Egresado de la Maestría en Diseño Mecánico Segunda Cohorte de la Universidad Técnica de Ambato.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Fuente: Artículo técnico.

Autor: Luis Antonio Martínez Carreño, Arroyo Raúl, Daniel Aguilera Camacho, 2dMartín Caudillo Ramírez.

Año de Publicación: 2012

Lugar: Guanajuato - México.

Tema: Diseño de troquel para el proceso de corte fino usando herramientas CAD-CAE

Conclusión:

- Los resultados de los esfuerzos de von Mises arrojados por el programa de elementos finitos indican que la matriz y el punzón son los elementos que están sometidos a los mayores esfuerzos de trabajo en el proceso de corte de la chapa, lo cual coincide con la práctica ya que estos elementos son los que con mayor frecuencia requieren mantenimiento correctivo para un buen desempeño. Sin

embargo los resultados del factor de seguridad de cada elemento son muy altos, esto valida el diseño propuesto del troquel, asegurando un óptimo desempeño en el proceso de corte fino.

6.3 JUSTIFICACIÓN

El estudio del proceso de troquelado para la industria del calzado en la provincia de Tungurahua, surge por el crecimiento exitoso de empresas dedicadas a la fabricación de calzado, en el cual no se disponen de la técnica, ni de la maquinaria adecuada que permita ser más competitivos en el mercado nacional. Ya que se demostró que la baja producción de calzado en los fabricantes artesanales y microempresario es debido al tiempo excesivo que utilizan para realizar el corte en la materia prima. El cual sirve para obtener los elementos que conforman el calzado. Además también debido a que a nivel local no existen empresas dedicadas a la fabricación de máquinas de troquelado de alta producción industrial. Teniendo solamente distribuidores que puedan importar máquinas fabricadas a nivel internacional y a un costo de comprar elevado, generando dificultad en la compra del microempresario. Otra de las razones que motiva la generación del presente proyecto es el emprendimiento para generar en forma directa e indirecta fuentes de empleo a nivel local y nacional, permitiendo al usuario disponer de maquinaria industrial totalmente operativa a través de un plan de mantenimiento predictivo, que tenga como objeto evitar paros innecesarios o emergentes, el cual incida en la disminución de la producción. Este plan se caracteriza por tener una amplia certeza en la predicción de fallas, ya que es basado en un estudio estadístico de confiabilidad.

6.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

- Se ha optado por integrar maquinaria tecnificada en la industria del calzado a un costo accesible del consumidor en el proceso de troquelado, para elevar la capacidad de producción de los fabricantes artesanales y microempresario en la provincia de Tungurahua.

6.5 OBJETIVOS

6.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina de troquelado automático, que esté al alcance de los fabricantes de calzado artesanales y microempresario, Incluyendo un plan de mantenimiento predictivo.

6.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el tipo de troquelado, mecanismos y elementos de control para obtener un diseño automático y económico.
- Diseñar el soporte metálico para sujetar todos los componentes de la máquina.
- Seleccionar el tipo de bomba, tanque y elementos hidráulicos.
- Establecer el circuito de potencia y control eléctrico, para el diseño de la máquina.
- Realizar un análisis comparativo entre el precio establecido en el diseño, versus el precio de mercado.
- Establecer un plan de mantenimiento predictivo, aplicando el método gráfico de Weibull.

6.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE TROQUELADO, MECANISMOS Y ELEMENTOS DE CONTROL PARA OBTENER UN DISEÑO AUTOMÁTICO Y ECONÓMICO

6.6.1 SELECCIÓN DEL MÉTODOS DE TROQUELADO

6.6.1.1 ALTERNATIVA 1. TROQUELADO MANUAL

Este es uno de los métodos inicialmente utilizados para troquelar en diferentes materiales, su aplicación inicial fue aplicada en el acero, estas máquinas fueron construidas para áreas específicas de corte y espesor de material limitado, como por

ejemplo al troquelar una platina de hierro, sus principales componentes son punzón de corte, eje guía, biela- manivela, palanca. Su Funcionamiento se caracteriza cuando el operador aplica una fuerza en la palanca, generando momento flector en el punto de corte, esta fuerza es directamente proporcional a la longitud de la palanca.

En la palanca el operador aplica una fuerza moderada a través de sus manos o de sus pies dependiendo del tipo de modelo, esta fuerza se multiplica por efecto de la longitud de la palanca, está a la vez se transmite al eje de corte apoyándose en su guía central desplazando el troquel de corte (Molde), donde el material es sometido a fuerza de cizalladura. En la figura 6.1 se observa una máquina para realizar troquelado manual, la capacidad de producción dependerá del obrero quien sea el que realice este trabajo.



Figura 6. 1 Troqueladora manual.

Fuente: <http://mla-s2-p.mlstatic.com/troqueladora-manual>.

Ventajas:

- Costo al alcance del fabricante.
- Fácil de adquirir o construir.
- Conocimientos básicos para el mantenimiento.
- Disponibilidad de repuestos.
- Peso reducido

Desventajas:

- Escasa producción.
- Ocupación de exceso de espacio, por la longitud de la palanca
- Operación forzada, por realizar movimientos repetitivos que requieran fuerza del operador.
- Para aplicaciones de troquelado limitado, por espesor de material y área de trabajo.

Mantenimiento

Requiere de un mantenimiento básico, como es la lubricación de las partes guías y elementos mecánicos, se debe revisar el troquel de corte y las puntas guías de la matriz, este tipo de máquinas mantiene una conexión segura que no requiere calibración de reajuste en pernos o tuercas. El desgaste en las partes móviles se considera mínimo, permitiendo obtener una alta vida útil.

Precio

El precio de la troqueladora manual sería un valor insignificante en relación a otro tipo de máquinas, ya que la máquina no consta de elementos motrices, ni dispositivos eléctricos para la automatización, estos solo constan de un accionamiento manual a través del operador y elementos esencialmente mecánicos. Según información adquirida se verifica que su precio promedio es de \$500 incluido la matriz de corte y que es accesible al alcance de cualquier emprendedor. (Maquinarias Enrique, 2016)

Consumo energético

Su consumo energético es cero ya que no dispone de motores o dispositivos eléctricos, sin embargo se genera un consumo energético en el operador ya que manejo es repetitivo y requiere de la aplicación de una fuerza en cada ciclo. Por ser una operación es manual., el consumo energético va en función del gasto metabólico del operador.

Disponibilidad de materiales en el mercado

En el mercado se dispone de una gran variedad de elementos mecánicos, para la construcción de esta máquina, así como también para repuestos.

6.6.1.2 ALTERNATIVA 2. TROQUELADO MECÁNICO

El troquelado mecánico generalmente está conformada por un circuito mecánico como poleas, bandas de caucho, mecanismos reductores de velocidad, motor eléctrico CA, switch, ejes, guías y embrague, esta máquina corresponde a un primer modelo utilizado a nivel industrial. Este tipo de máquinas han venido realizando el troquelado en hierro, plástico y otros materiales que conllevan una función especial.

Este procedimiento de corte es aplicado también en materiales como suela, cuero, cuerina, polietileno y en diferentes materiales utilizados para la fabricación de calzado.

La máquina se le considera como una herramienta eléctrico - mecánica, con operación manual, debido a que el operario se encarga de realizar el troquelado cuando la materia prima sea colocado en el área de corte, su funcionamiento consiste en colocar la materia prima como por ejemplo el cuero sobre el punzón de corte y con sus manos activar el mecanismo de transmisión de la fuerza a través del embrague. Si se requiere otro proceso repetitivo hay que colocar nuevamente la materia prima y proceder a ejecutar el nuevo corte. En la figura 6.2 se observa una máquina de troquelado mecánico.



Figura 6. 2 Máquina de troquelado mecánico.

Fuente: www.máquinasparametal.com

Ventajas:

- Manejo de grandes fuerza de corte.
- Se puede troquelar materiales duros.
- Obtención de Corte eficiente.
- Aplicable para mayores espesores.
- Mantenimiento moderado.

Desventajas

- Disponibilidad de mínimas áreas de troquelado.
- Utiliza grandes espacio.
- Difícil de transportar
- Dificultoso en el ensamble del equipo.
- Peso elevado.
- la fuerza de corte no se puede calibrar directamente.
- Producción moderada.
- Costo elevado de repuestos.
- Baja rentabilidad del equipo a nivel industrial

Mantenimiento

Para su mantenimiento lo más importante es darle una limpieza general, requiere periodo de lubricación, es necesario planes de mantenimiento para revisar desgastes en guías, mecanismos reductores en especial en disco de embrague. Se requiere de un técnico con conocimientos para garantizar el funcionamiento del equipo. Además se debe verificar que no exista material extraño en sus elementos de transmisión ya que puede ocasionar accidentes laborales, generando un perjuicio al operador y disminuyendo su funcionamiento óptimo.

Precio

El precio en este tipo de troquelado es considerable en relación a la troqueladora manual, la adquisición es un poco limitada para el emprendedor o fabricante que requiera como herramienta de trabajo. Su costo referencial es de \$ 4910 (ITEMECA, 2016.)

Consumo energético

Con respecto al consumo energético su consumo es normal, por ser activado por un motor eléctrico, su rango de consumo es el siguiente:

Potencia del motor (P) de 2 KW.

Para un tiempo (t) de 8 horas diarias se tiene un trabajo (T) de:

$$T = t * P \quad (4.1)$$

$$T = 8h * 2 KW = 16KWh.$$

Disponibilidad de materiales en el mercado

En el mercado están a disponibilidad una gran variedad de materiales, para su funcionamiento, entre los principales tenemos poleas, engranes, bandas y perfilera de acero, que permita fabricar algún elemento mecánico que sirva para como repuesto de la máquina.

6.6.1.3 ALTERNATIVA 3. TROQUELADO NEUMÁTICO

El troquelado neumático está conformado por sus componentes principales que son: compresor, válvulas direccionales, válvulas reguladoras de presión, válvulas reguladoras de aire, mangueras de presión, actuador o pistón de aire. Esta máquina utilizan la energía mecánica rotacional para generar aire comprimido, esta presión es transmitida a sus elementos neumáticos permitiendo obtener la fuerza necesaria para el troquelado.

Su presión de trabajo máxima es de 130 PSI, sin embargo se considera como una presión limitada, porque sus accesorios se encuentran diseñados a esa presión. Este tipo de sistemas tienen diferentes aplicaciones industriales.

Su funcionamiento consiste en liberar la presión del aire en una cámara totalmente hermética (Pistón neumático) que genera una fuerza que sirve para realizar el corte., dicha fuerza es directamente proporcional al área de presión. En la fabricación de calzado su aplicación es bastante utilizada ya que no genera demasiados esfuerzos en el operador. Tiene algunas aplicaciones interesantes como en la apertura y cierre de moldes de inyección, en la colocación ojajillos, troquelado en cuero para la colocación de pasadores, etc.

Sin embargo mejorando su diseño se podría convertir en una herramienta que sirva para aportar en forma más eficiente a la producción industrial. En la figura 6.3 se muestra un gráfico con máquina de troquelado neumático.



Figura 6. 3 Máquina de troquelado neumático

Fuente: Núñez J. 2013

Ventajas:

- Manejo de fuerza altas en relación a las máquinas manuales
- Son funcionales para cortar cuero e industria del calzado.
- Obtención de corte de excelente calidad
- Aplicable para cortes espesores delgados
- Se caracteriza por permitir controlar la velocidad y fuerza de corte.

Desventajas

- Costo elevado para repuestos.
- Peso liviano de accesorios por ser construido en aluminio y polietileno.
- Para su mantenimiento se requerir de conocimientos de nivel superior.
- Dificultad en el ensamble.
- Disminuye los esfuerzos en el operador.

Mantenimiento

Para su mantenimiento lo más importante es verificar que exista un sellado hermético en los diferentes componentes del equipo para conservar el aire, se requiere de un técnico con un nivel de conocimientos superiores, para que pueda corregir los errores producidos en el circuito neumático.

Precio

El precio en este tipo de máquinas es elevado por tener tecnología de carácter industrial y aunque no es automático, disminuye totalmente el esfuerzo del operador. Su valor promedio referencial de una máquina nueva esta por \$ 6000. (Maquinarias Enrique, 2016)

Consumo energético

Con respecto al consumo energético tienen un consumo moderado ya que provienen directamente del motor eléctrico de compresor, a esto se le suma el consumo producido por las bobinas electromagnéticas.

Potencia del motor del compresor 5 KW

Para un trabajo de 8 horas diarias = $8h * 5W = 40 \text{ KWh}$ **Ecuación (3)**

Disponibilidad de materiales en el mercado

En el mercado nacional hoy en día se encuentran disponibles la totalidad de repuestos, por disponer de elementos mecánicos con características industriales.

6.6.1.4 ALTERNATIVA 4. TROQUELADO OLEO-HIDRÁULICO.

El sistema de troquelado Oleo- Hidráulico está conformado por sus componentes principales como: bomba de alta presión, válvulas direccionales, válvulas reguladoras de presión, válvulas reguladoras de flujo, motor eléctrico y elementos conductores de fluido, esta máquina se utilizan en diferentes aplicaciones industriales por la facilidad de manejar altas presiones (PSI), estas máquinas también se utilizan en presas hidráulicas o troqueladora que sirven para la fabricación de calzado.

Con el avance del tiempo se ha observado varios diseños pero su funcionamiento se mantiene, y a pesar de tener mejoras en sus modelos su operación sigue siendo en forma manual. El volumen de producción sigue gobernado por el operador, sin embargo a este tipo de maquinaria ya se le considera como semi industrial por el fácil control de las altas fuerzas de corte que ofrece el equipo.

En la industria del calzado, su funcionamiento empieza cuando se coloca la materia prima (cuero) sobre la base de la máquina, posterior se activa una electroválvula a través del pulsamiento manual del operador, permitiendo desplazar el pistón hidráulico de corte generando una fuerza de compresión en el material para posterior troquelar el mismo. Si se requiere de otro proceso repetitivo hay que esperar a que la materia prima sea colocada nuevamente. En la figura 6.4 se observa una máquina oleo – hidráulica.



Figura 6. 4 Troqueladora oleo-hidráulico, marca ATOM (Procedencia China)

Fuente: www.Importadora-Amalusa.com

Ventajas:

- Manejo de altas fuerza de corte.
- Obtención de corte de excelente calidad
- Aplicable para cortes con grandes espesores.
- Fácil calibración de velocidad y fuerza en el corte
- Aplicable a cualquier tipo de industria.

Desventajas

- Alto costo del equipo.
- Peso elevado.
- Difícil mantenimiento por requerir conocimientos de nivel superior.
- Costos de mantenimiento elevados.
- Producción a nivel industrial, pero con capacidad directa por habilidad del operador.

Mantenimiento

Para su mantenimiento lo más importante es verificar que el fluido hidráulico este limpio, caso contrario generaría daños en sus cavidades internas de cada una de los elementos como válvulas, bomba y elementos móviles. Su sistema deja de ser eficiente cuando se ha desgastado las paredes internas de la bomba. (ANEXO 8) Se requiere un elevado nivel de conocimientos para tener una disponibilidad completa del equipo.

Precio

La troqueladora hidráulica con accionamiento manual en comparación con la troqueladora manual y mecánica es superior ya que los sistemas poseen características de mayor complejidad, pero fácil operación para el usuario. Su aplicación es para uso semi industrial y su precio promedio se encuentra en un rango de \$ 6500 a \$ 12000 para una potencia de 20 a 30 Tn. (IMPORTADORA AMALUSA. 2016). El precio varía según la marca, la longitud de la meza de corte y de la potencia (Hp).

Consumo energético

Con respecto al consumo energético tienen un consumo moderado ya que provienen directamente del movimiento del motor eléctrico y bobinas electromagnéticas.

Potencia del motor 3 KW

Para un trabajo de 8 horas diarias = $8h * 3 KW = 24KWh$ **Ecuación (4)**

Disponibilidad de repuestos

En el mercado están disponibles de una gran variedad de repuestos mecánicos, materiales eléctricos para control y fuerza ya que hoy en día nos encontramos en la época de la revolución industrial.

6.6.1.5 DISEÑO CONCURRENTE

Para la evaluación se va a utilizar el método ordinal corregido de criterios ponderados, se evalúa colocando valores en una tabla, según el siguiente criterio:

Se asignara un valor de 1, si la opción de diseño de la fila es superior al de la columna; 0,5 Si la opción de diseño de la fila es igual al de la columna y 0 Si la opción de diseño de la fila es menor al de la columna.

6.6.1.6 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN

Son importantes los factores de evaluación de diseño porque nos facilita tomar la decisión más adecuada de acuerdo a nuestra necesidad.

Mantenimiento

El mantenimiento debe ser canalizado y fácil de resolver por el técnico encargado.

Precio

El precio es altamente importante porque se puede determinar si el equipo será disponible para los fabricantes.

Consumo energético

El consumo de energía será el mínimo para que así sea más viable para consumidor.

Disponibilidad de repuestos.

La disponibilidad debe ser importante para así disminuir los tiempos de mantenimiento.

6.6.1.7 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Alternativa 1. Troquelado manual

Alternativa 2. Troquelado mecánico

Alternativa 3. Troquelado neumático

Alternativa 4. Troquelado oleo- hidráulico.

Tabla 6.1 Valoración de parámetros para la selección de alternativas.

Criterio	Mantenimiento	Precio	Consumo energético	Disponibilidad de repuestos	$\Sigma + 1$	Ponderación
Mantenimiento		0	0	0	1	0,1
Precio	1		1	0,5	3,5	0,35
Consumo energético	1	0		0,5	2,5	0,25
Disponibilidad de repuestos	1	0,5	0,5		3	0,3
Total					10	1

Fuente: Autor

6.6.1.8 EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA CADA CRITERIO

Tabla 6. 2 Evaluación de criterio “Mantenimiento”.

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	0	1	0,1
Alternativa 2	1		0	0	2	0,2
Alternativa 3	1	1		0,5	3,5	0,35
Alternativa 4	1	1	0,5		3,5	0,35
Total					10	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 3 Evaluación de criterio “Precio”

Precio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	0	1	0,1
Alternativa 2	1		0	0	2	0,2
Alternativa 3	1	1		0,5	3,5	0,35
Alternativa 4	1	1	0,5		3,5	0,35
Total					10	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 4 Evaluación de criterio “Consumo energético”

Consumo energético	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	0	1	0,1
Alternativa 2	1		0,5	0	2,5	0,25
Alternativa 3	1	0,5		0	2,5	0,25
Alternativa 4	1	1	1		4	0,4
Total					10	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 5 Evaluación de criterio “Disponibilidad de repuestos”

Disponibilidad de repuestos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	1	3,5	0,35
Alternativa 2	0,5		1	1	3,5	0,35
Alternativa 3	0	0		0,5	1,5	0,15
Alternativa 4	0	0	0,5		1,5	0,15
Total					10	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 6 Valoración de parámetros

Criterio	Mantenimiento	Precio	Consumo energético	Disponibilidad de repuestos	$\Sigma + 1$	Ponderación
Manual	0.010	0.035	0.025	0.105	1.175	0.318
Mecánico	0.020	0.070	0.063	0.105	1.258	0.340
Neumático	0.035	0.123	0.063	0.045	1.265	0.342
Oleo-hidráulico	0.035	0.123	0.100	0.045	1.303	0.352
Total					3.698	1

Fuente: Autor.

6.7 SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

6.7.1 PULSADOR MECÁNICO (TIPO PALANCA)

El pulsador mecánico tipo palanca es un dispositivo eléctrico que sirve para activar y desactivar la fuente de energía, este tipo de elemento se le conoce industrialmente como micro switch porque internamente posee un switch similar al elemento que comúnmente se utiliza para prender o apagar un foco. Se diferencia de los switch normales debido a que tiene una característica especial, estos pueden estar normalmente abiertos o normalmente cerrados y su conmutación se produce al cambiar de posición.

Este dispositivo posee un elemento giratorio o tipo de rueda que ayuda al desplazamiento, su aplicación sirve para realizar procesos automáticos. En la figura 6.5 se muestra una representación de pulsador mecánico tipo palanca.



Figura 6.5 Micro switch de palanca.

Fuente: www.hanyoung.com

Ventajas

- Son económicos.
- Manejan altas velocidades de conmutación.
- Poseen peso liviano
- Fácilmente adaptables.
- Ausencia de mantenimiento

Desventajas

- En trabajos extremos se fracturan las palancas
- Poseen tiempo de vida limitado en el punto del arco eléctrico.
- No se puede calibrar.
- Sirve para aplicaciones únicas.

6.7.2 PULSADOR ELECTRÓNICO (SENSOR INDUCTIVO)

Actualmente existen pulsadores electrónicos que se consideran como sensores inductivos o también como sensores de presencia o proximidad y tienen como finalidad determinar la presencia de algún objeto en una distancia determinada, se identifica como inductivo debido a que inducen un campo magnético, este tipo de sensores sirven para detectar metales, también trabajan como un pulsador debido a que sirve para activar o desactivar algún circuito eléctrico, tal como se lo realizara con un switch eléctrico común. En la figura 6.6 se puede observar un tipo de sensor inductivo.

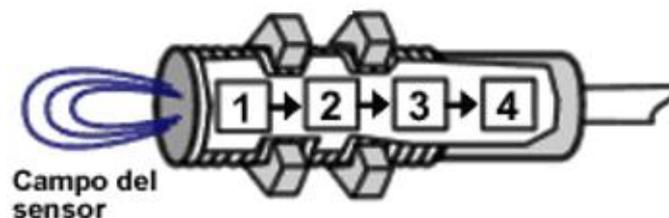


Figura 6.6 Sensor inductivo

Fuente: Fernández A. 2005

Ventajas

- No necesitan estar en contacto directo con el objeto a sensar.
- Poseen larga vida
- El tiempo de reacción es rápido.
- Son sensibles a la humedad y al polvo
- Incluye led indicadores de estado.

Desventajas

- Solo sirve para detectar objetos metálicos
- Puede trabajar en forma ineficiencia con la presencia de campos electromagnéticos intensos.
- El margen de operación es más corto comparados con otros sensores.

6.7.3 PULSADOR ELECTRÓNICO (SENSOR CAPACITIVO)

Su funcionamiento es similar al sensor inductivo, siendo en este caso el inductor fijo y el capacitor el elemento sensor, constituye de una de las placas del capacitor, que contra el ambiente posee una capacidad tal que el circuito tanque está en resonancia, además poseen un oscilador similar a los inductivos que dependiendo de la capacidad varía su frecuencia, al cambiar la geometría o el dieléctrico del capacitor, detecta cualquier material como metal, plástico, líquido, etc. Debido a que varía la constante dieléctrica.

En la figura 6.7 se muestra un sensor capacitivo

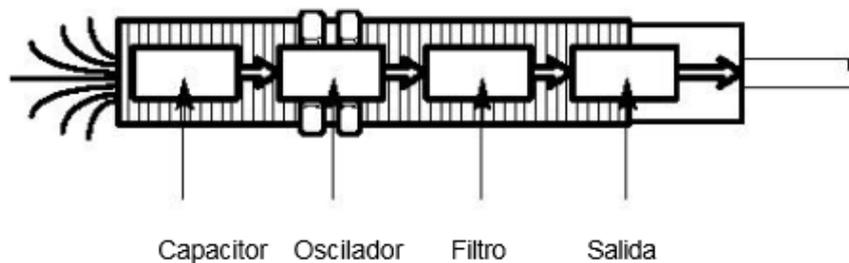


Figura 6.7. Sensor Capacitivo

Fuente: Fernández A. 2005

Ventajas:

- El sensor internamente actúa como reflector.
- El objeto a sensor puede ser reflectante, especular o transparente y hasta traslúcido
- Permiten detectar en posición frontal
- Dependiendo del ajuste del sensor los objetos pueden detectarse selectivamente frente a un fondo.

Desventajas.

- La respuesta del sensor no es lineal.
- No son tan adecuados para una elevada precisión de respuesta lateral.

6.7.4 DISEÑO CONCURRENTE

Para la evaluación se va a utilizar el método ordinal corregido de criterios ponderados, se evalúa colocando valores en una tabla, según el siguiente criterio: Se asigna el valor de 1 si la opción de diseño de la fila es superior al de la columna; asignamos el valor de 0,5 si la opción de diseño de la fila es igual al de la columna y asignamos el valor de 0 Si la opción de diseño de la fila es menor al de la columna.

6.7.5 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN

Son importantes los factores de evaluación de diseño porque nos facilita tomar la decisión más adecuada de acuerdo a nuestra necesidad.

Tabla 6. 7 Valoración de parámetros para la selección de alternativas.

Criterio	Precio	Velocidad de trabajo	Mantenimiento	Disponibilidad de repuestos	$\sum + 1$	Ponderación
Precio		1	0,5	1	3,5	0,35
Velocidad de trabajo	0		0	0	1	0,1
Mantenimiento	0,5	1		0,5	3	0,3
Disponibilidad de repuestos	0	1	0,5		2,5	0,25
Total					10	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 8 Evaluación del criterio “Precio”.

<u>Precio</u>	Sensor mecánico	Sensor inductivo	Sensor capacitivo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Sensor mecánico		0	0	1	0.166666667
Sensor inductivo	1		0	2	0.333333333
Sensor capacitivo	1	1		3	0.5
Total				6	1

Fuente: Autor

Tabla 6. 9 Evaluación del criterio “Velocidad trabajo”.

<u>Velocidad de trabajo</u>	Sensor Mecánico	Sensor inductivo	Sensor capacitivo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Sensor mecánico		0	0	1	0.166666667
Sensor inductivo	1		0.5	2.5	0.416666667
Sensor capacitivo	1	0.5		2.5	0.416666667
Total				6	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 10 Evaluación del criterio “Mantenimiento”.

<u>Mantenimiento</u>	Sensor mecánico	Sensor inductivo	Sensor capacitivo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Sensor mecánico		1	1	3	0.5
Sensor inductivo	0		0.5	1.5	0.25
Sensor capacitivo	0	0.5		1.5	0.25
Total				6	1

Fuente: Autor

Tabla 6.11 Evaluación del criterio “Disponibilidad de repuestos”.

<u>Disponibilidad repuestos</u>	Sensor mecánico	Sensor inductivo	Sensor capacitivo	$\sum + 1$	Ponderación
Sensor mecánico		0	0	1	0.166666667
Sensor inductivo	1		0.5	2.5	0.416666667
Sensor capacitivo	1	0.5		2.5	0.416666667
Total				6	1

Fuente: Autor.

Tabla 6. 12 Valoración de parámetros

Criterio	Mantenimiento	Precio	Velocidad de trabajo	Disponibilidad de repuestos	$\sum + 1$	Ponderación
Sensor mecánico	0.150	0.058	0.017	0.042	1.267	0.310
Sensor inductivo	0.125	0.146	0.042	0.104	1.417	0.346
Sensor capacitivo	0.088	0.175	0.042	0.104	1.408	0.344
Total					4.092	1.000

Fuente: Autor.

6.8 EQUIPOS GENERADORES DE MOVIMIENTO ROTACIONAL

Para el accionamiento de la máquina troqueladoras automática, puede utilizarse diferentes tipos de motores entre los principales, los servomotores, motores pasos a paso y motores oleo-hidráulicos.

6.8.1 MOTORES HIDRÁULICOS

Los motores hidráulicos toman dicho nombre por generar movimiento rotacional, producto de la presión y caudal ejercita en sus componentes internos, la construcción de los motores hidráulicos se parece mucho a la de las bombas, ya que esta son impulsados por el fluido interno permitiendo desarrollar un par rotacional

de movimiento continuo, es decir convierten la energía hidráulica de alta presión en torque, teniendo como resultado una fuerza tangencial aplicable para cualquier uso industrial.

Todos los motores hidráulicos poseen varias características en común y se pueden clasificar según el tipo de mecanismo, entre los principales tenemos, motores hidráulicos de pistón, motores hidráulicos de paleta, Motores hidráulicos de engranajes. Para nuestro estudio y por costo nos enfocaremos a los motores hidráulicos de engranajes.

Un motor de engranajes consta de dos engranajes, el engranaje conducido y el engranaje intermedio, el aceite de alta presión ingresa desde un lado de los engranajes permitiendo que el aceite fluya en las paredes de las ruedas dentadas, generando el movimiento circular. Al otro lado existe un agujero que es ahí donde sale el fluido, este circula a través de una manguera o cañería permitiendo que retorne al depósito de aceite. Para que sea eficiente el sistema se utiliza unos cojinetes hidrodinámicos, estos evitan que existan fugas de aceite y posterior pérdidas de presión. En la figura 6.8 se muestra el motor hidráulico de engranes.



Figura 6.8 Motor hidráulico de engranes

Fuente: <http://www.pneumatic-service.com.ar/motores.htm>

VENTAJAS

- Son económicos con relación a los de su categoría.
- Generan altos valores de torque.

- Son eficientes.
- Son de tamaño moderado.

DESVENTAJAS

- Son pesados.
- Costos de repuestos superiores
- Se requiere conocimiento técnicos para el mantenimiento.

6.8.2 MOTORES ELÉCTRICOS (SERVOMOTORES)

Los servomotores utilizan el término “servo” por proceder de la derivación del latín esclavo y esta relación indica que un servomotor es un esclavo que responde a las instrucciones generador por controles externos. Es así que un servomotor es un motor eléctrico que posee de un eje de movimiento controlado, este puede adaptarse a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada e incluso generar ciclos de rotación en periodos determinados. El servo mantendrá la posición deseada cuando la señal codificada cambia.

Los servomotores se utilizan en diferentes aplicaciones industriales donde exista una elevada dinámica como control de Torque, precisión de velocidad y posicionamiento. Son factores decisivos para el aumento de la calidad y productividad. En la figura 6.9 se muestra un servomotor.



Figura 6.9 Servomotor

Fuente: López C. 2011

VENTAJAS.

- Mayor precisión
- Altamente eficientes.
- Control eficaz de velocidad y posición de giro.

DESVENTAJAS

- Mayor costo en relación a los motores eléctricos comunes.
- Para la puesta en marcha se requiere de conocimientos técnicos.

6.8.3 MOTORES NEUMÁTICOS

Existe otro tipo de máquina giratoria, conocido como motor neumáticos y se caracteriza por disponer de una configuración de elementos mecánicos capaces de transformar la energía neumática en energía mecánica rotacional. Estas máquinas utilizan el aire comprimido para transmitir a sus componentes internos que genera el movimiento, su velocidad de giro es directamente relacionada por la presión y caudal del aire utilizado.

Existen diferentes aplicaciones en donde se utiliza el aire comprimido por ejemplo en un taladro, prensa neumática, en una pistola para colocar clavos, grapas, etc. La energía del aire se utiliza también en motores neumáticos que cumplen funciones industriales como por ejemplo en bandas transportadoras de la industria farmacéutica, ya que la asepsia es muy importante en el proceso de fabricación. Dichos motores también se ven en aplicaciones importantes principalmente en la robótica.

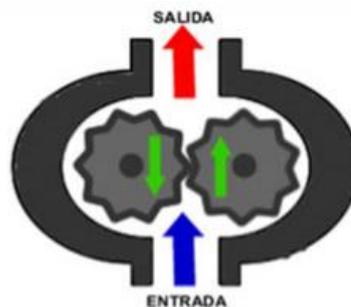


Figura 6.10 Motor Neumático.

Fuente: López C. 2011

VENTAJAS

- Altamente eficiente.
- Livianos.
- Fácil control de arranque y paro.

DESVENTAJAS.

- No se puede controlar la posición rotacional deseada
- Costo elevado por existir únicos proveedores.

6.8.4 DISEÑO CONCURRENTE

Para la evaluación se va a utilizar el método ordinal corregido de criterios ponderados, se evalúa colocando valores en una tabla, según el siguiente criterio:

1 si la opción de diseño de la fila es superior al de la columna; 0,5 Si la opción de diseño de la fila es igual al de la columna y 0 Si la opción de diseño de la fila es menor al de la columna.

6.8.5 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN

Son importantes los factores de evaluación de diseño porque nos facilita tomar la decisión más adecuada de acuerdo a nuestra necesidad.

Tabla 6.13. Valoración de parámetros para la selección de alternativas.

Criterio	Precio	Velocidad de trabajo	Precisión	Disponibilidad de repuestos	$\sum + 1$	Ponderación
Precio	1	0	0.5	1	3.5	7
Velocidad de trabajo	0	1	0	0	1	2
Precisión	0.5	0	1	1	2.5	5
Disponibilidad de repuestos	0	1	0	1	2	4
Total					9	18

Fuente: Autor.

Tabla 6.14 Evaluación del criterio “Precio”

Precio Económico	Motor hidráulico	Motor Neumático	Servomotor	$\Sigma + 1$	Ponderación
Motor hidráulico		0	1	2	0.66666667
Motor Neumático	1		1	3	1
Servomotor	0	0		1	0.33333333
Total				6	2

Fuente: Autor.

Tabla 6.15 Evaluación del criterio “Velocidad trabajo”

Velocidad trabajo	Motor hidráulico	Motor Neumático	Servomotor	$\Sigma + 1$	Ponderación
Motor hidráulico		0.5	0	1.5	0.5
Motor Neumático	0.5		0.5	2	0.66666667
Servomotor	1	0.5		2.5	0.83333333
Total				6	2

Fuente: Autor.

Tabla 6.16 Evaluación del criterio “Precisión”

Precisión	Motor hidráulico	Motor Neumático	Servomotor	$\Sigma + 1$	Ponderación
Motor hidráulico		0.5	0	1.5	1
Motor Neumático	0.5		0	1.5	1
Servomotor	1	1		3	2
Total				6	4

Fuente: Autor.

Tabla 6.17 Evaluación del criterio “Disponibilidad de repuestos”

Disponibilidad repuestos	Motor hidráulico	Motor Neumático	Servomotor	$\Sigma + 1$	Ponderación
Motor hidráulico		0.5	0.5	2	1.33333333
Motor Neumático	0.5		0.5	2	1.33333333
Servomotor	0.5	0.5		2	1.33333333
Total				6	4

Fuente: Autor.

Tabla 6. 18 Valoración de parámetros

Criterio	Precio	Velocidad de trabajo	Precisión	Disponibilidad repuestos	$\Sigma + 1$	Ponderación
Motor hidráulico	5.250	1.000	2.500	2.000	11.750	0.356
Motor Neumático	3.500	1.250	3.750	2.000	11.500	0.348
Servomotor	1.750	1.250	3.750	2.000	9.750	0.295
Total					33.000	1

Fuente: Autor.

6.9 ESFUERZOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE TROQUELADO.

6.9.1 ESFUERZOS A CORTE O CIZALLADURA

Los esfuerzos de corte o cizalladura se producen en el área de corte, donde se efectúa el troquelado y para identificar el esfuerzo es necesario conocer algunos pasos.

- a. Definir la figura o forma de la pieza que se desea troquelar.
- b. Determinar la superficie de dicha figura o piezas a troquelar
- c. Conocer el material del que se hará la pieza, su plasticidad y su elasticidad
- d. Determinar la posibilidad de extraer fácilmente la pieza de la matriz.

El estudio se enfoca en troquelar un área máxima de longitud de 50 por 50 cm en cada ciclo. Com ejemplo se analiza los esfuerzos que se producen al troquelar una

figura circular de medidas $D = 5 \text{ cm}$, $d = 4 \text{ cm}$, $e = 3 \text{ mm}$. Similar a la figura 6.11 conocida en el calzado como talonera.



Figura 6.11 Troquelado de talonera.

Fuente: www.muellesdeplatillo.com

Calculando se tiene:

Perímetro total = $(Pt) = \text{Perímetro A} + \text{Perímetro B}$ **Ecuación (5)**

Perímetro $A = D \times \pi = 5 \text{ cm} \times 3.1416 = 15.70 \text{ cm}$

Perímetro $B = d \times \pi = 4 \text{ cm} \times 3.1416 = 12.56 \text{ cm}$

Perímetro total = $15.70 \text{ cm} + 12.56 \text{ cm} = 28.26 \text{ cm} = 282.6 \text{ mm}$

Para calcular la fuerza de corte utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q' = a * Q = p * s * Gt \quad \text{Ecuación (6)}$$

Dónde:

Q' : Fuerza de corte incluida pérdidas de rozamiento

a = Factor de rozamiento. (%)

Q : Fuerza de corte (N)

p : Perímetro de la pieza a cortar. (mm)

S : Espesor del material a troquelar. (mm)

Gt : Esfuerzo de material por corte ($4 \text{ Kg/mm}^2 = 39,2 \text{ N/mm}^2$).

Calculando se tiene:

$Q = 282.6 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 39.2 \text{ N/mm}^2$

$Q = 33233.76 \text{ N} = 3391.2 \text{ Kg} = 3.39 \text{ Toneladas}$.

$Q' = 3.39 \text{ Tn} \times 1.2 = 4.068 \text{ Tn}$. Para nuestro análisis redondearemos a 5 Tn.

Considerando que directamente no existen las propiedades mecánicas del cuero e identificando que el cuero es parte de los polímeros. Se utiliza la resistencia al corte de un material similar, que en este caso será la del polímero denominado PVC rígido, obtenido de las herramientas utilitarias del programa Solidwork. Tabulando los datos se tiene la tabla 6.19

Tabla 6.19: Resistencia a la rotura y al corte de diferentes materiales

Material	Resistencia a la Rotura		Resistencia al corte		Peso específico
	Kg/mm ²		Kg/mm ²		
	Recocido	Crudo	Recocido	Crudo	
Acero laminado con 0,3 % C	44	60	35	48	
Acero laminado con 0,4 % C	56	70	45	56	
Acero laminado con 0,6 % C	70	90	56	72	7,8 - 7.9
Acero laminado con 0,8 % C	90	110	72	90	
Acero laminado con 1 % C	100	130	80	105	
Acero laminado inoxidable	65	75	52	60	
Acero laminado al silicio	56	70	54	56	
Aluminio	7.5-9	16-18	6-7	13-15	2,7
Anti cordal	11 – 13	32-38	9-10	25-29	2,8
Duraluminio	16-20	38-45	13-15	30-35	2,8
Aluminio en aleación	12-15	25	10-12	20	2,7
Alpaca Laminada	35-45		28-36	45-48	8,3 - 8,45
Bronce	40-50	56-58	32-75	40-60	8,4 - 8,9
Zinc	15	50-75	12	20	7,1 - 7,2
Cobre	22-27	25	18-22	25-30	8,9 - 9
Estaño	4-5	31-37	3-4		7.4
Fibra			17		
Latón	28-37	44-50	22-30	25-40	8,5 - 8,6
Oro			18	30	19,8 19,35
Plata laminada	29	29	23,5	23,5	10,5
Plomo	2,5 - 4		2-3		11,4
PVC Rígido			4		

Elaborado por: Autor

Fuente: Mujica J. 2014; Solidword.2015

6.9.2 ESFUERZOS A FLEXIÓN, PRODUCIDOS EN VIGA SOPORTE

Los esfuerzos a flexión que se producen al realizar el proceso de troquelado con cualquier tipo de mecanismo (Mecánico, manual, neumático, hidráulico), se generan sobre una superficie o mesa de apoyo, que en máquinas de producción industrial, son fabricadas sobre una estructura metálica de acero de cualquier tipo. Para la investigación en la figura 6.12a se muestra los esfuerzos que se producen sobre una base soporte de troquelado, fabricado con una viga metálica de perfil “I” o conocida también por perfil “IPE”.

Las máquinas con este tipo de soporte, los esfuerzos producidos se asemejan al caso de una viga sometida a flexión pura en donde la base o puntos de apoyo se encuentran en las esquinas. En la figura 6.12.a y figura 6.12.b, 6.12.c, 6.12.d se observa los esfuerzos generados en la base soporte al producir el proceso de troquelado, identificando claramente que el mayor esfuerzo se encuentra en el centro de la viga.

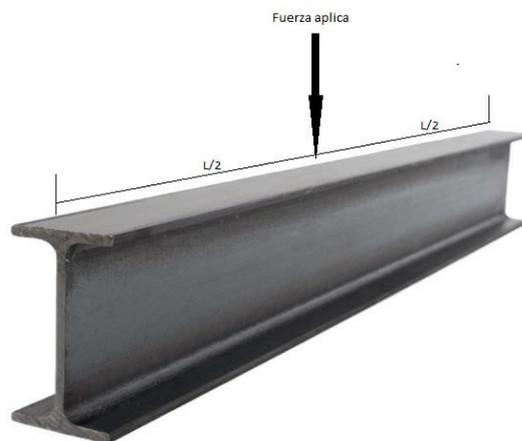


Figura 6.12.a Viga metálica

Fuente: www.Dipac.com

Para la representación de los esfuerzos producidos al momento de troquelar la materia prima se utiliza una fuerza de 5 toneladas, dicho valor es establecido según

las capacidades de máquinas que se encuentran en el mercado (Importadora Amalusa, 2016).

Dicha fuerza se transmitirá hacia la viga. La longitud de la viga soporte será de 2 metros y está relacionada en función de la medida que vienen los rollos de cuero (1.8m) que se dispone en el mercado local.

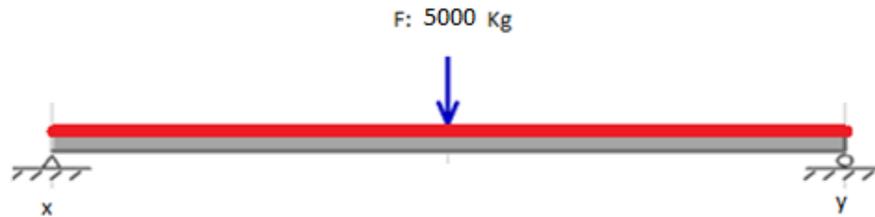


Figura 6.12.b Viga metálica simulada con carga

Fuente: Autor

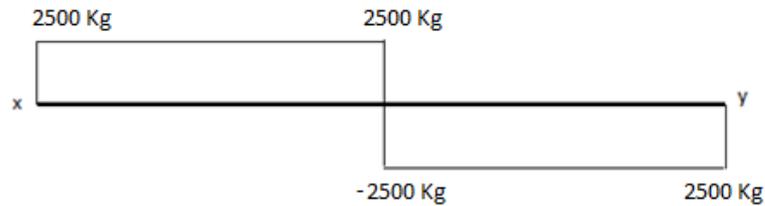


Figura 6.12.c Esfuerzo de corte

Fuente: Autor

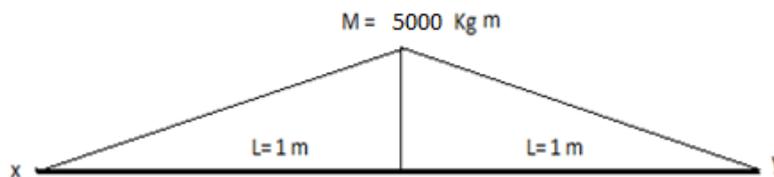


Figura 6.12.d Esfuerzos a flexión

Fuente: Juan Cruz

6.9.3 ANÁLISIS DE DEFORMACIONES

Cuando realizamos el proceso de troquelado se genera un corte en la materia prima, debido a la fuerza ejercida entre la matriz de corte y la viga soporte. Es así que cuando realizamos el proceso de troquelado, toda la fuerza se transmite a la viga. Identificando que para disponer de un producto de excelente calidad, la viga no debe flexionar más allá de 0,1 mm al centro de la longitud.

Las deformaciones producidas en la viga soporte, se muestra en la figura 6.13. Esta contiene una deformación exagerada (Escala 1:100) con objeto de que lector pueda visualizar. Dicha viga está sometida a flexión pura, con un empotramiento en los extremos.

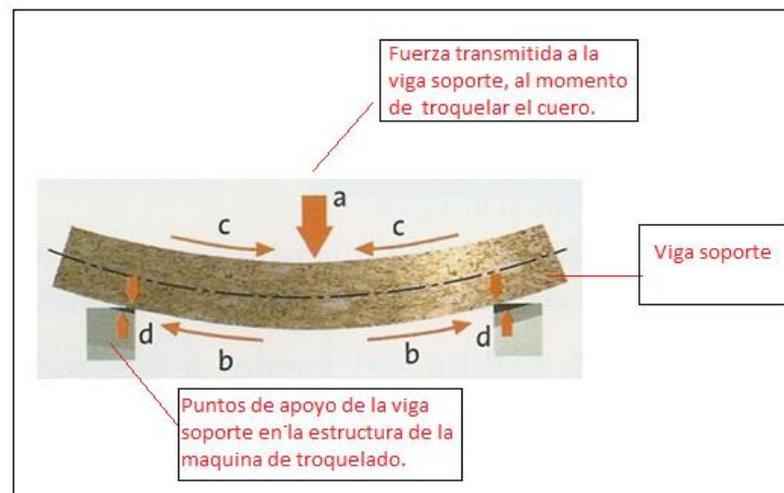


Figura 6.13 Ilustración de la deformación producida en la viga soporte.

Fuente: http://images.slideplayer.es/2/157728/slides/slide_11.jpg

6.9.4 ESFUERZO A COMPRESIÓN PRODUCIDO EN EL PISTÓN HIDRÁULICO

Otro de los esfuerzos de mayor importancia que se produce durante el proceso de troquelado es el esfuerzo a compresión. Este tipo de esfuerzo se produce en el vástago del pistón hidráulico, este elemento mecánico es el encargado de transmitir su fuerza hidráulica generado por la alta presión de aceite (PSI). En la figura 6.14

se observa donde se generan las cargas a compresión, dicha presión genera una fuerza que va en relación de su diámetro y es la que permite producir el corte en el cuero.

Otros elementos que generan esfuerzo de compresión en el proceso de troquelado, es en la cuchilla de corte, por lo que debe ser fabricado con un material de mayor resistencia mecánica.



Figura 6.14: Pistón hidráulico sometido a compresión

Fuente: <http://gruasgaribi.mex.tl/imagesnew//6/3/2/5/4/cilindro-hidráulico>.

Para conocer los esfuerzos sometidos a compresión en el vástago del pistón hidráulico utilizaremos los siguientes datos.

F = Fuerza de corte: 5 Tn = 5000 N

D = Diámetro de vástago = 1 in = 25.4 mm

Teniendo los siguientes esfuerzos a compresión (G)

$$A = \pi \times D^2 / 4 = \pi \times (25.4 \text{ mm})^2 = 2026.83 \text{ mm}^2 \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$G = F / A = 5000 \text{ N} / 2026,83 \text{ mm}^2 = 2.47 \text{ N} / \text{mm}^2 \text{ (357,28 Lb} / \text{in}^2)$$

$$G = 357,28 \text{ PSI}$$

6.9.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

En Ingeniería se conoce al término diseño, como el proceso de dar forma, dimensionar el tamaño de los elementos y determinar los materiales, así como también seleccionar el proceso de fabricación para que una pieza o elemento mecánico cumpla con una determinada función o necesidad. El diseño de la máquina conlleva dimensionar el tamaño de los elementos estructurales que sujetaran todos los componentes de la troqueladora.

En relación a los antecedentes investigativos se identifica que la baja producción de calzado en la provincia de Tungurahua, se debe al proceso de corte que se aplica durante el proceso de manufactura. Es así que enfocando el presente problema se diseñara una máquina que permita automatizar la producción en su totalidad, teniendo la presencia mínima del operador durante su producción. Permitiendo así industrializar los procesos artesanales.

El diseño corresponde a una troqueladora de puente, y este tipo de máquinas se enfoca en un diseño con un marco metálico de doble piso, donde internamente se encuentran colocados los elementos hidráulicos como el pistón, que será el elemento que genere la fuerza necesaria para producir el corte en el cuero, estas máquinas al estar colocados sobre una viga lisa que permita deslizarse a lo largo de toda su longitud, que le conoceremos de aquí en adelante como carrera longitudinal (Eje "X"). Para el estudio iniciaremos con el diseño estructural de los elementos principales que soportaran las cargas aplicadas durante el proceso de troquelado.

6.9.6 FUERZA NECESARIA PARA EL DISEÑO

Para determinar la fuerza necesaria para el diseño de los elementos estructurales que soportaran las cargas al realizar el troquelado, se utilizara las propiedades mecánicas del PVC rígido que corresponde a la familia de los polímeros.

Este material tiene una resistencia de 4 Kg/mm^2 (Solidwok, 2015)

Para conseguir el propósito en la investigación, necesitaremos una área de trabajo máximo de 29 cm de lado (a) x 15 cm de largo (b), con un espesor de material de 1.4 mm. Estas medidas corresponde a la figura no geométrica que conforma el calzado de botas industriales de la mayor talla (Número 42).

Siendo necesario diseñar la maquinaria en función de la siguiente fuerza de trabajo calculada.

$$P = 2 \cdot 29 \text{ cm} + 2 \cdot 15 \text{ cm} = 88 \text{ cm} = 880 \text{ mm}$$

$$F = A_t \cdot G' = P \cdot e \cdot G' \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$F = 880 \text{ mm} \cdot 1.4 \text{ mm} \cdot 4 \text{ Kg/mm}^2 = 4928 \text{ Kg.}$$

Dónde:

G' = Esfuerzo a corte del material a troquelar en (Kg/mm²)

P = Perímetro (mm)

e = Espesor (mm)

A_t = Área Transversal del proceso de troquelado.

Redondeando los valores al inmediato superior, se determina que el diseño de la máquina se calculará con una **fuerza de 5000 Kilogramos**.

6.9.7 DISEÑO A FLEXIÓN DEL COMPONENTE DENOMINADO VIGA GUÍA

Se inicia identificando las primeras características de la máquina en función de la necesidad, tomando como dato la longitud de los rollos que se fabrica la materia prima utilizada para la fabricación de calzado, misma que se encuentran en el mercado nacional, teniendo un valor promedio de 140 cm. Como la máquina dispondrá de un mecanismo tal que permita que la alimentación de la materia prima

a la máquina sea en forma automática, se considerará una distancia mínima de 5 cm por lado alcanzado una longitud total de 160 cm de longitud de trabajo.

Se inicia el diseño de la máquina, dimensionando la estructura metálica que sujetara los componentes mecánicos que forman parte de un sistema. Para conseguir este propósito, se utiliza el software adecuado que contenga como análisis el método de elementos finitos.

A través de las herramientas de dibujo en el programa de diseño, se modela la estructura metálica que servirá como componente principal, para sujetar cada uno de los componentes de la máquina, como el motor eléctricos, motor hidráulico, actuadores hidráulicos, matriz de corte, tableros eléctricos, dispositivos de mando, etc. La arquitectura del presente diseño está conformada de dos vigas principales que servirán para realizar los desplazamientos laterales, así también posee de un tornillo sin fin que permita desplazar al carro guía, que sujetara el pistón hidráulico. Cuando dicho pistón hidráulico se encuentre en la posición deseada, este descargará su fuerza de corte sobre la materia prima, produciendo el troquelado.

Para cumplir nuestros objetivos se inicia el cálculo estructural utilizando las figuras geométricas estándares de procedencia industrial, denominada viga IPE-160 (Medida Normalizada) laminado en caliente, con proceso de fabricación de calidad A-36. (Catálogo de acero DIPAC, 2010)

En la figura 6.15 se observa las medidas geométricas dibujadas en el programa de diseño, con referencia a las medidas establecidas en el catálogo DIPAC. **(ANEXO 9)**

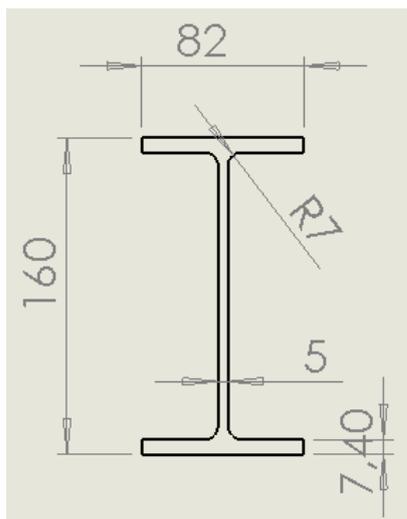


Figura 6.15: Medidas estándar Viga IPE 160, modelada.

Fuente: Autor.

Posteriormente para identificar claramente los esfuerzos mecánicos que se producirán al realizar el troquelado se procede a ubicar las cargas respectivas, para esto se utiliza como referencia las herramientas de diseño en el programa de cálculo. Esta carga es ubicada a $L/2$ considerando que a esta distancia se producen el mayor esfuerzo a flexión. Ver cargas aplicadas en figura 6.16

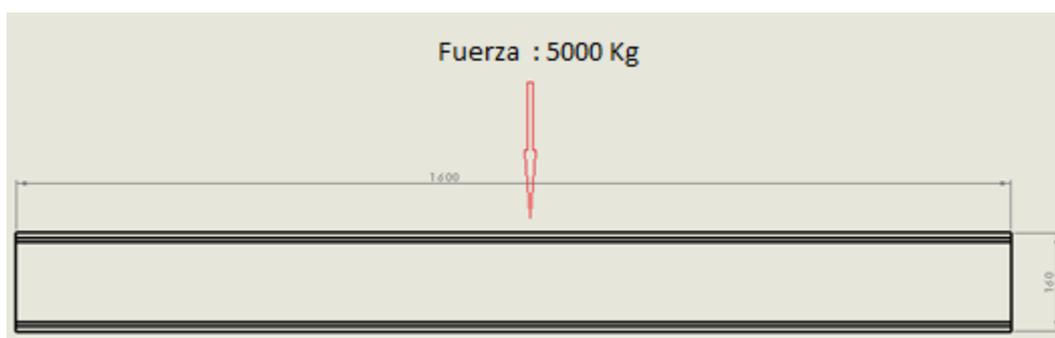


Figura 6.16: Ubicación de fuerzas en viga IPE 160.

Fuente: Autor

A continuación se ubica los empotramientos necesarios en la viga tal como se observa en la figura 6.17. Se asume un empotramiento rígido.

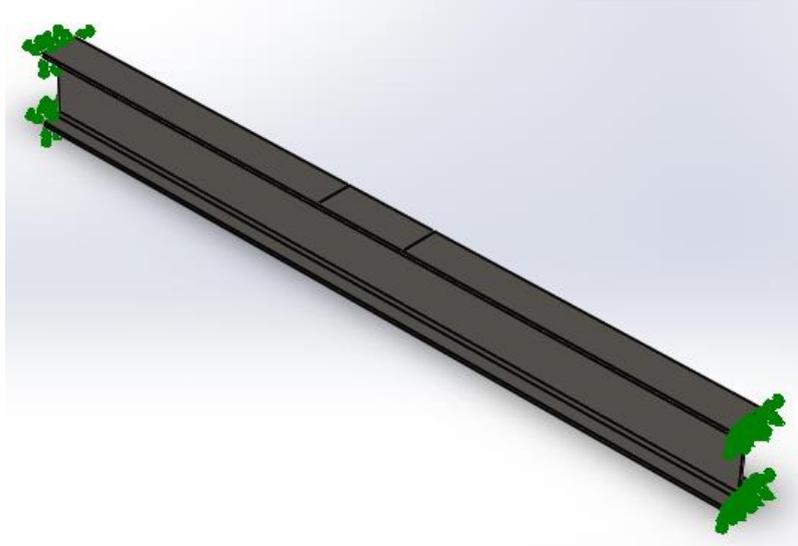


Figura 6.17: Empotramiento en viga IPE 160.

Fuente: Autor.

Continuando con el diseño, se identifica el material que se ensayara en la estructura metálica de la máquina. Utilizando como referencia inicial las propiedades mecánicas del acero ASTM A-36. Obteniendo de las librerías del software y verificando con tablas normalizadas.



Figura 6.18: Viga de acero ASTM A-36.

Fuente: Autor.

Posteriormente se realizara el mallado respectivo, según como se observa en la figura 6.19.

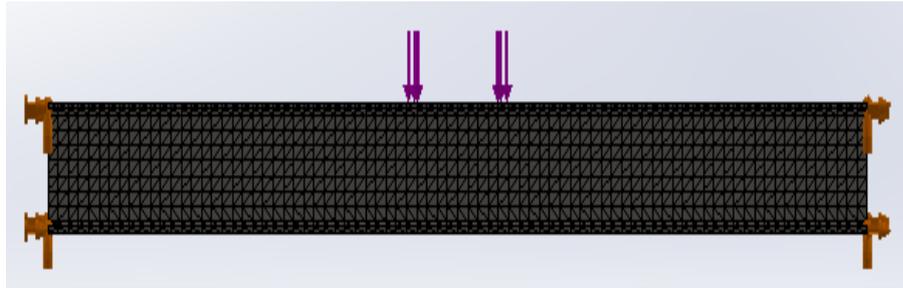


Figura 6.19: Malla aplicada en la viga

Fuente: Autor.

Finalmente para obtener los resultados corremos el programa de diseño, el cual utiliza el método de elementos finitos para diseñar sus elementos mecánicos. En la figura 6.20 se muestran los Esfuerzos y en la figura 6.21 las deformaciones.

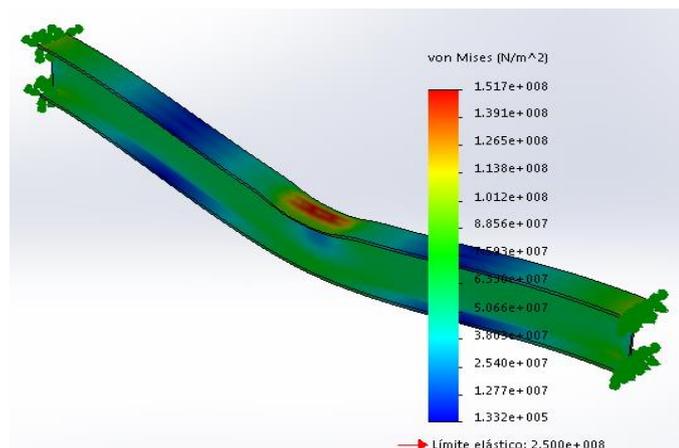


Figura 6.20: Esfuerzos en viga

Fuente: Autor.

Se observa en la figura anterior que el esfuerzo máximo es de $1,517e+8 \text{ N/m}^2$ y se produce en el centro de la longitud de la viga de apoyo, sin embargo los esfuerzos aplicados no superan el límite elástico del material que es de $2,5 e+8 \text{ N/m}^2$.

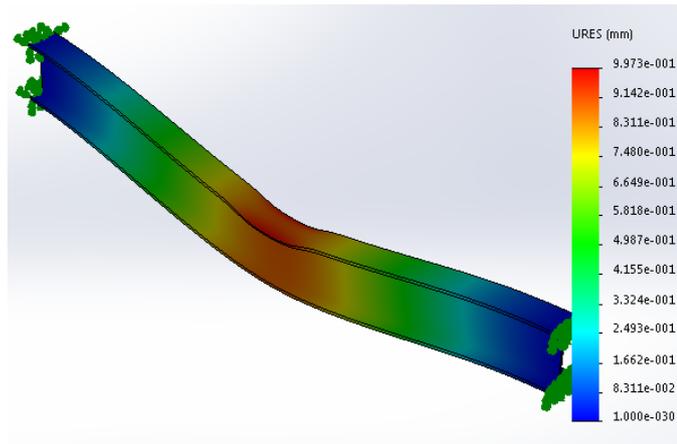


Figura 6.21: Deformaciones en viga

Fuente: Autor.

La figura 6,21 nos indica que la máxima deformación producida en la viga es de $9.973 \text{ e-}1 \text{ mm}$ y se produce cuando el pistón este posicionado en el centro de la viga.

6.9.8 DISEÑO DE CARRO GUÍA (SOPORTE)

En el diseño se considera al carro guía, como el elemento mecánico que servirá para transportar el pistón hidráulico a la posición requerida y necesaria para realizar el proceso de troquelado, este elemento es trasladado por medio del giro rotacional ejercido del tornillo sin fin, transmitido por el motor eléctrico. Esta distancia será configura electrónicamente a través de temporizadores digitales incorporados en un PLC.

Se le ha considerado como medida promedio un ancho de 20 centímetros, debido a que es la distancia que por lo general se fabrican los pistones hidráulicos. Teniendo el siguiente procedimiento para el diseño mecánico.

Utilizando las herramientas de dibujo en el programa de diseño, se modela el carro guía que servirá como base para sujetar el pistón hidráulico, este elemento mecánico servirá también para desplazar al mismo a la posición que se requiera. Como referencia utilizamos el catálogo DIPAC para identificar los espesores de las planchas fabricadas en el mercado nacional.

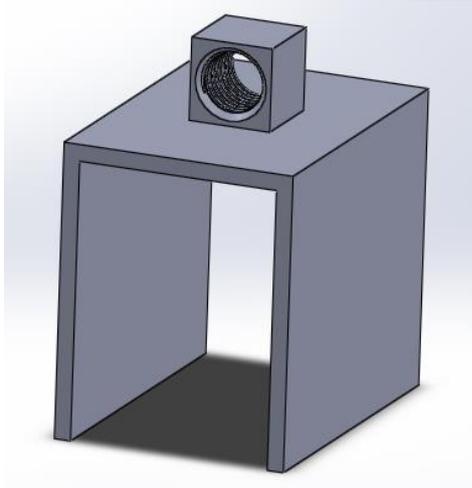


Figura 6.22: Modelado del carro guía.

Fuente: Autor.

A continuación se procede a ubicar las cargas respectivas en programa apropiado según como se observa en la figura 6.7

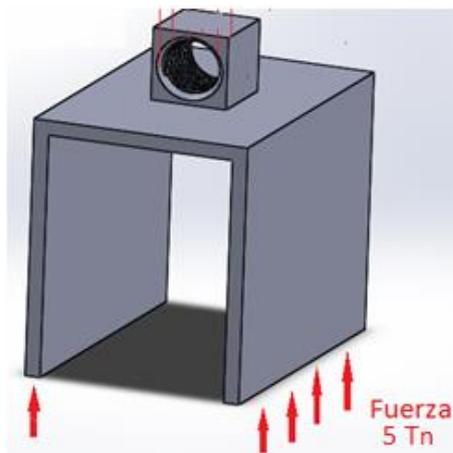


Figura 6.23: Ubicación de fuerzas en carro guía.

Fuente: Autor.

Se ubica el mallado respectivo en relación de la medida geométrica más pequeña del elemento mecánico, se escoge un $\Delta l = 3\text{mm}$. Obsérvese en la figura 6.24 la representación del mallado

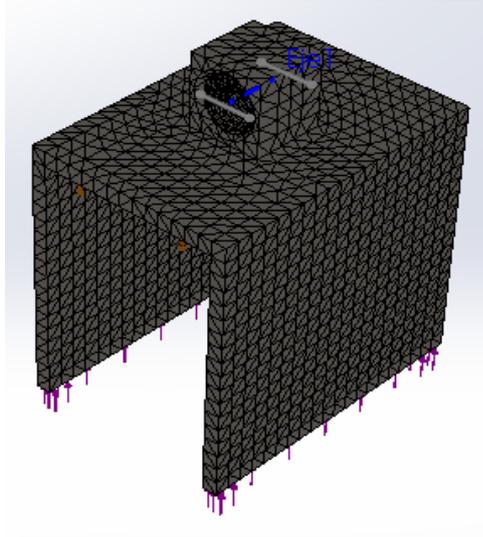


Figura 6.24: Mallado del carro guía

Fuente: Autor.

Posteriormente seleccionamos el acero ASTM A-36 como material para el carro guía, y una vez establecidos los parámetros se aplica el software apropiado, el cual utiliza el método de elementos finitos para determinar su resistencia. Para su comparar sus propiedades mecánicas se utilizó como referencia el Catálogo de DIPAC.

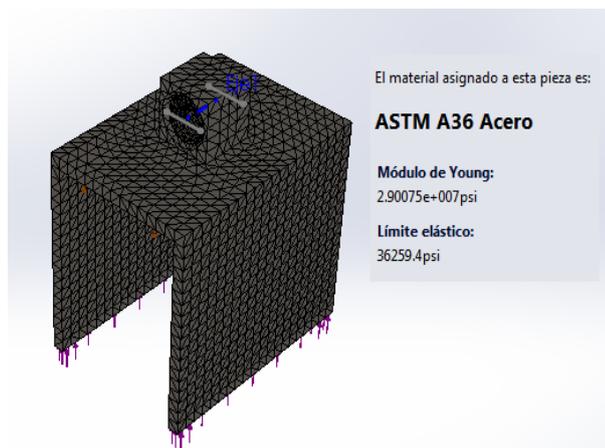


Figura 6.25: Asignación material carro guía.

Fuente: Autor.

Los resultados obtenidos usando el método de elementos finitos en el carro guía, se pueden observar la Figura 6.26 y 6.27.

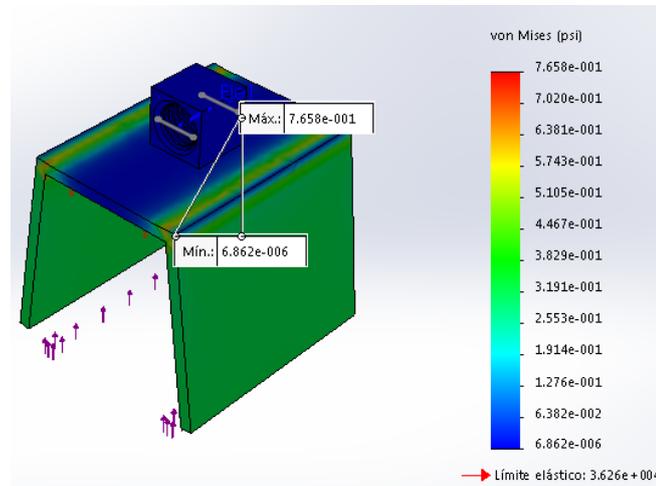


Figura 6.26: Esfuerzos en carro guía.

Fuente: Autor.

Podemos observar en la figura 6.26 que el esfuerzo máximo es de $7.65e-1 \text{ N/m}^2$ y se produce en los extremos laterales del elemento, sin embargo los esfuerzos aplicados no superan el límite elástico del material que es de $3,62 \text{ e}+4 \text{ PSI}$.

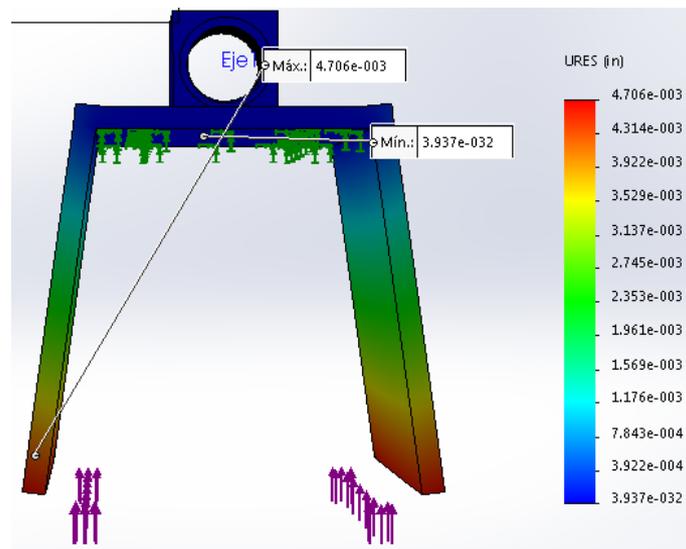


Figura 6.27 Deformación en carro guía.

Fuente: Autor.

En la figura 6.27 se observa la máxima deformación y corresponde a un valor de 4.76×10^{-3} pulgadas equivalente a 0.12 mm. Que son deformaciones mínimas que no afectan el modelo establecido.

6.9.9 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS VERTICALES (COLUMNAS)

Toda máquina contiene elementos estructurales que soporten toda la carga del sistema, para el diseño se utiliza elementos verticales que les conoceremos como columnas. Se propone iniciar el diseño preliminar de las columnas con correas tipo G de mayor espesor al convencional. Este tipo de elementos estructurales se encuentran sometidos a carga axial, produciéndose esfuerzos a tensión. Este tipo de esfuerzos son productos de los esfuerzos generados por el proceso de troquelado producido en el puente guía.

Se inicia dibujando la geometría del perfil, para aquello procedemos a graficar el perfil tipo G, basándonos en las medidas de fabricación del catálogo DIPAC. Respaldada en la norma INEN 1- 623:2000

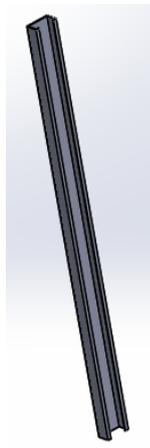


Figura 6.28: Elemento vertical

Fuente: Autor.

Posteriormente se aplica las fuerzas en el parante vertical. Las cargas en este tipo de elementos generan esfuerzos de compresión, donde puede existir fallas por pandeo localizado, además como se tiene fuerzas a distancia determinada se producen momentos torsores. Antes de iniciar el diseño utilizando el programa de

análisis, se muestra un esquema de los esfuerzos generados durante su proceso de trabajo. En la figura 6.29 se muestra los esfuerzos transmitidos al elemento denominado parante vertical.

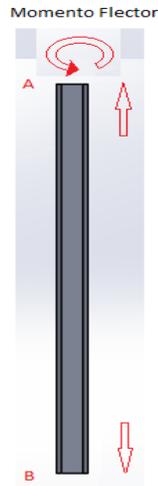


Figura 6.29: Parante vertical

Fuente: Autor.

Finalmente se aplica el mallado y se le asigna el material (Acero A-36) para el análisis. Obteniendo el grafico de esfuerzos en la figura 6.30

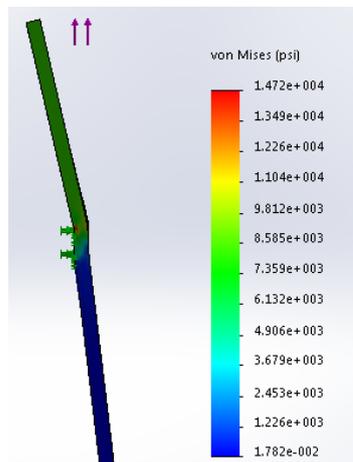


Figura 6.30: Esfuerzos en soporte vertical

Fuente: Juan Cruz.

Como se observa en la figura 6.30 el esfuerzo máximo es de $1,47 \text{ e}+4$ en los puntos de color rojo. Esto indica que esos puntos son críticos y es donde se producida un esfuerzo mayor genere una posible falla. Como es puntual basta con reforzar en ese punto aplicando una placa de espesor y ancho del perfil, con longitud de 10 cm.

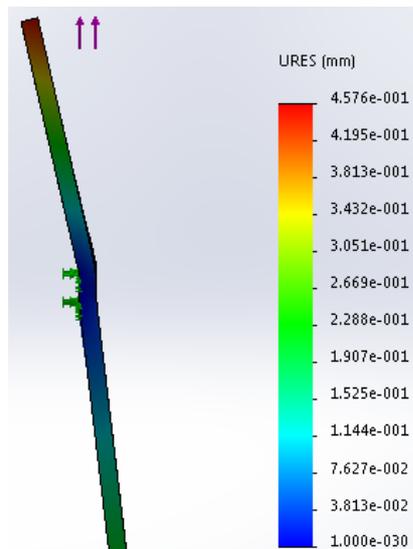


Figura 6.31: Deformación en soporte vertical

Fuente: Autor.

En la figura 6.31 se muestra la deformación máxima de $4,57 \text{ e} -1 \text{ mm}$, que es un valor que se no considera grave para el sistema.

6.9.10 SELECCIÓN DE LOS PERNOS DE CONEXIÓN.

Para unir la viga principal con la columna de la máquina de troquelado automático se utiliza pernos roscados, con objeto que la estructura metálica sea desmontable. Dependiendo del tipo de carga expuesta o de la aplicación, se tiene varios tipos de conexiones precalificadas para asegurar su ensamble. En la figura 6.32 se muestra la conexión utiliza en nuestro diseño, establecido bajo normas AISC - 2014.

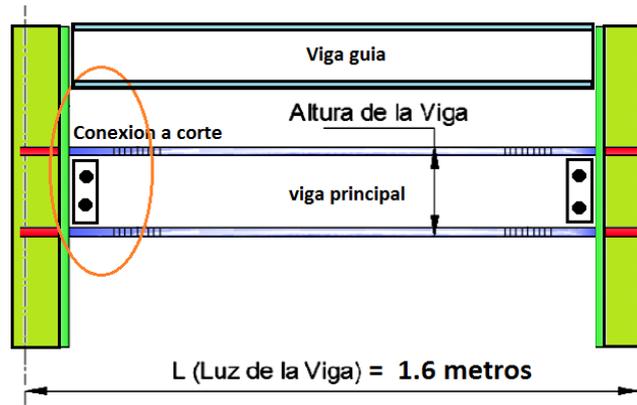


Figura 6.32: Conexión a corte.

Fuente: E. Quispe. 2013

La presente selección de pernos considera para su análisis que las vigas son totalmente rígidas lo que establece que el pandeo es totalmente mínimo, de tal manera que durante la presión de corte ejercida en el proceso de troquelado por el sistema oleo-hidráulico, la fuerza será transmitida en su totalidad a los puntos de apoyo, en este caso a los puntos de conexión. A continuación se muestra el diagrama de cuerpo libre utilizada para la selección de los pernos a corte.

La fuerza inicial de trabajo es de 5 Toneladas equivalente a un valor de 5000 Kilogramos. A continuación se muestra en la figura 6.33 el diagrama de cuerpo libre aplicado a los pernos

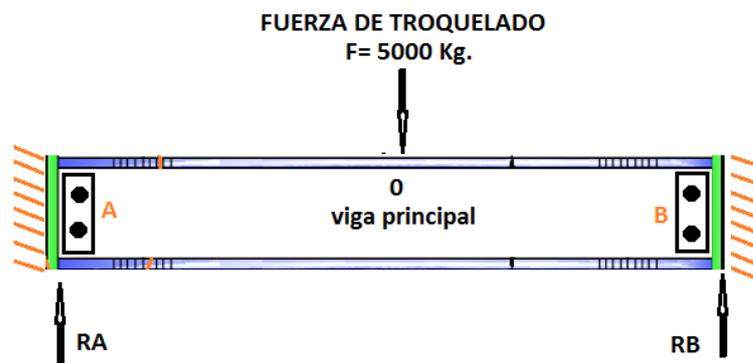


Figura 6.33: Diagrama de cuerpo libre en viga.

Fuente: Autor.

Aplicando la ley de Newton según procedimiento detallado en el estudio de M Montero 2010, se realiza la sumatoria de fuerzas verticales, teniendo:

$$R_A + R_B - F = 0 \quad \text{Ecuación (9)}$$

Considerando que la fuerza F al estar ubicada en el punto medio, las reacciones en los puntos A y B son iguales. Por lo tanto se tiene que $R_A = R_B$

Reemplazando en la ecuación anterior se tiene:

$$R_A + (R_A) = F$$

Entonces:

$$F = 2 R_A$$

Despejando se tiene:

$$R_A = F/2 = 5000 \text{ Kg} / 2 = 2500 \text{ Kg.}$$

La fuerza aplicada en los puntos de apoyo o puntos de conexión (A , B) cuando la fuerza de troquelado este ubicado a $L/2$ será de 2500 Kg, pero si consideramos que el pistón de corte genera un desplazamiento longitudinal a lo largo de toda su carrera, se entiende que el pistón en algún momento también se ubica en los puntos A y B lo que significa que las reacciones en esos puntos serán iguales a la fuerza directa de troquelado (5000 Kg). Teniendo la siguiente representación de los esfuerzos en los pernos de conexión.

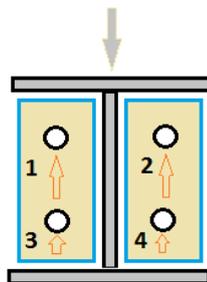


Figura 6.34: Ubicación de reacciones de los pernos. (Flechas color rojo).

Fuente: Autor.

La selección de los pernos se realizó considerando que la conexión puede fallar bajo el siguiente criterio:

- Falla por corte en el perno.
- Falla por aplastamiento del material conectado

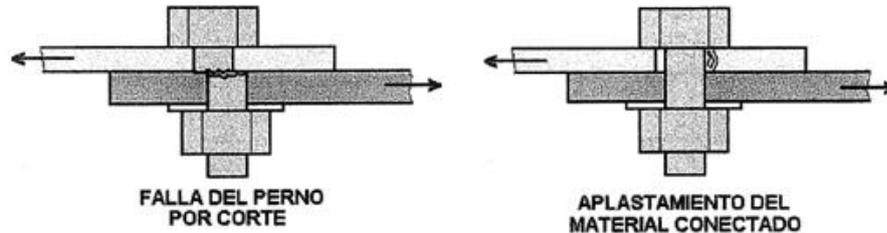


Figura 6.35: Ubicación de reacciones de los pernos. (Vista lateral).

Fuente: E. Quispe. 2013

6.9.11 DIMENSIONAMIENTO DEL PERNO POR CORTE.

Según el estudio realizado por el Instituto Chileno en pernos de corte, se conoce el esfuerzo que se producen en los pernos bajo la siguiente condición:

- N = Tipo de aplastamiento, hilo incluido en el plano de cizalle.
- X= Tipo de aplastamiento, hilo excluido en el plano de cizalle.
- SC= Tipo deslizamiento crítico (Fricción)
- STD= Agujero de tamaño estándar.
- NSL= Agujero ovalo o largo en la dirección normal a la fuerza.

Como datos se tiene:

FA = FB = 5000 Kg (Considerado en puntos directos a corte)

Material del perno: Acero A-490

Material de la viga principal: Acero ASTM A-36.

Diámetro del perno: Valor a calcular.

Cálculos:

Según el INSTITUTO CHILENO DE ACERO establece en la figura 6.36 la fuerza de corte para el perno que varía en función de su diámetro y condiciones de trabajo.

Se puede observar que la fuerza de corte de un perno cualquiera se obtiene

directamente. Para el diseño se establece las siguientes condiciones: El material del perno es A-490, se asume una falla por corte incluido el hilo del perno (N), un tamaño de agujero estándar (STD) y un valor de pre diseño del perno de ½". Entonces buscando en la gráfica, se obtiene una fuerza de corte de 4 Toneladas por perno (Fu).

RESISTENCIA DE DISEÑO DE PERNOS (TON)												
Diámetro, plg.				1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2
Sección nominal (cm2)				1.27	1.98	2.85	3.88	5.07	6.41	7.92	9.58	11.4
A307	-	STD, NS L	S	1.60	2.49	3.59	4.89	6.38	8.08	9.98	12.1	14.4
			D	3.19	4.99	7.18	9.78	12.8	16.2	20.0	24.1	28.7
A325	N	STD, NS L	S	3.20	5.00	7.20	9.81	12.8	16.2	20.0	24.2	28.8
			D	6.40	10.0	14.4	19.6	25.6	32.4	40.0	48.4	57.6
	X	STD, NS L	S	4.00	6.25	9.00	12.2	16.0	20.2	25.0	30.2	36.0
			D	8.00	12.5	18.0	24.5	32.0	40.5	50.0	60.5	72.0
	SC - Clase A	STD	S	2.03	3.21	4.74	6.60	8.63	9.47	12.0	14.4	17.4
			D	4.06	6.43	9.47	13.2	17.3	18.9	24.0	28.8	34.8
	N	STD, NS L	S	4.00	6.25	9.00	12.2	16.0	20.2	25.0	30.2	36.0
			D	8.00	12.5	18.0	24.5	32.0	40.5	50.0	60.5	72.0
A490	X	STD, NS L	S	5.01	7.82	11.3	15.3	20.0	25.3	31.3	37.9	45.1
			D	10.0	15.6	22.5	30.7	40.1	50.7	62.6	75.7	90.1
	SC - Clase A	STD	S	2.54	4.06	5.92	8.29	10.8	13.5	17.3	20.5	25.0
			D	5.07	8.12	11.8	16.6	21.7	27.1	34.5	40.9	50.1

Figura 6.36: Fuerza de corte en función de su diámetro y diferentes condiciones.

Fuente: Diseño de conexiones- Instituto Chileno 2011.

Considerando la estabilidad de la viga se han utilizado 4 pernos distribuidos en forma equidistante, la Fuerza total de corte (Fut) será:

$$Fut = 4 * Fu = 4 * 4 = 16 \text{ Toneladas.}$$

6.9.12 DIMENSIONAMIENTO DEL PERNO POR RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO

El análisis por resistencia al aplastamiento, se enfoca directamente al material de unión, en este caso es relacionado al material de la columna donde se une con la vigas el cual está fabricado de acero ASTM A-36. Para verificar que no se producirá

aplastamiento en los puntos de conexión entre los pernos y las partes a unir, hay que asegurarse que se cumpla la siguiente relación:

$$(R_n = 1,2 * \emptyset * L_c * t * F_u) < (X = 2,4 * \emptyset * d * t * F_u * N)$$

Dónde:

R_n = Resistencia al aplastamiento del material (A-36), bajo condiciones

F_u = Resistencia a la tracción del material (A-36) = 2536,63 Kg/cm²

∅ = Factor de rozamiento = 0,75

L_{ct} = Longitud entre pernos total en una dirección = L_c entre pernos en una dirección multiplicado por el número de pernos (N)

t = Espesor del material respecto al elemento de análisis = 0,6 cm

N = Número de pernos utilizados en la conexión.

Calculando se tiene:

$$L_{ct} = l_c * N = 4 \text{ cm} * 2 = 8 \text{ cm}$$

Ecuación 10

$$R_n = 1,2 * 0,75 * 8 \text{ cm} * 0,6 \text{ cm} * 2536,63 \text{ Kg/cm}^2 = 10957,11 \text{ Kg}$$

$$X = 2,4 * 0,75 * 1,25 \text{ cm} * 0,6 \text{ cm} * 2536,63 \text{ Kg/cm}^2 * 4 = 13697,802 \text{ Kg.}$$

Reemplazando valores en el condicionante $R_n < X$ tenemos:

$$10957,11 \text{ Kg} < 150675,822 \text{ Kg}$$

La relación se cumple entendiendo que los pernos de ½” utilizados para unir los elementos de máquina de troquelado, satisfacen su resistencia.

6.9.13 DIMENSIONAMIENTO DE LA POTENCIA HIDRÁULICA

En la tabla 5.2 se muestra la producción de calzado en pares de zapatos obtenido en la provincia de Tungurahua según el tamaño de la empresa, identificando que de la total producción alcanzada (**34.838.825,72**) apenas 1.191.408,25 pares producen las micro y pequeñas empresas; esta cantidad apenas representa una producción del 4.2 % . Entonces considerando que necesitamos elevar la producción de los micro y pequeños empresarios, se establece el diseño de una

máquina de troquelado tipo puente que permitirá generar una mayor producción de zapatos, pero sin encarecer los costos de adquisición de la máquina

Entonces basados en función de la necesidad se identifica en el capítulo IV que la fuente de energía más adecuada para generar una mayor producción es la fuerza oleo - hidráulica ya que resulta eficiente, económica y que permite ser automatizada en todo su sentido.

Se conocen que existen varios importadores de material para la fabricación de calzado, entre ellos los importadores de maquinaria industrial tales como INTEMECA, AMALUSA, EUROMÁQUINAS en las cuales ofrecen máquinas para troquelado a un costo totalmente elevado y de difícil adquisición para el microempresario. En las cuales ya establecen en las máquinas un rango de fuerza hidráulicas establecidas que va entre 15 a 25 Toneladas. Permitiendo seleccionar la potencia no en función de tamaño máximo de troquelado, sino más bien en función de las ofertas actuales.

Sin embargo para asegurar el dimensionamiento iniciaremos en función de los siguientes datos establecidos como:

F = Fuerza de troquelado 2200 lb

Carrera del pistón hidráulico = s = 3 cm = 1.18 in

Tiempo para el ciclo de trabajo = t = 1 segundo.

Presión hidráulica del sistema referencial = 150 Bar = 2175,57 lb /in²

Cálculos:

Iniciaremos el dimensionamiento del diámetro del pistón hidráulico, basado en el principio de pascal (**ANEXO 10**).

6.9.14 DIMENSIONAMIENTO DEL PISTÓN HIDRÁULICO

Utilizando la siguiente fórmula:

$$P = F/ A \quad \text{Ecuación (11)}$$

Donde

F= Fuerza en libras (lb)

A= área del pistón en pulgadas cuadradas (in)

P = Presión del sistema en libras por pulgada cuadrada (PSI).

$P = F / A$ despejando tenemos: $A = F / P$

$$A = 2200 \text{ lb} / 2175, 57 \text{ lb /in}^2$$

$$A = 1.01 \text{ in}^2$$

Para calcular el diámetro del pistón hidráulico, utilizaremos la siguiente fórmula.

Donde A = Área del pistón, d = Diámetro del pistón

$$A = \pi * d^2 / 4 \quad \text{Ecuación (12)}$$

Despejando tenemos:

$$d = (4 * A / \pi)^{1/2}$$

$$d = (4 * 1.01 \text{ in}^2 / \pi)^{1/2} = 1.28 \text{ in} = 3.27 \text{ cm}$$

En relación a la disponibilidad establecida en el mercado, se tiene un diámetro del pistón estándar de 1 1/2” para que trabaje con aceite hidráulico. Otra forma de disponer un pistón hidráulico es a través de la fabricación, que se lo puede realizar en un taller técnico a nivel local. Sin embargo es preferible utilizar un producto disponible en el mercado nacional por cualquier mantenimiento imprevisto.

En la figura 2.6 se visualiza como ejemplo el modelo de pistón a utilizar.

6.9.15 CÁLCULO DEL CAUDAL REQUERIDO (FLUIDO ACEITE)

Datos: d= 1.5 in; P = 150 Bar

Recalculando se tiene:

$$A = \pi * d^2 / 4$$

$$A = \pi * (1.5)^2 / 4 = 1.76 \text{ cm}^2$$

Cálculo de la velocidad inicial (v)

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$Q = A * V = A * S / t \quad \text{Ecuación (13)}$$

Donde

A = Área del pistón hidráulico (in²)

S = carrera del pistón hidráulico (in)

t = Tiempo por ciclo de trabajo del pistón hidráulico (Segundo).

V = Velocidad por ciclo del trabajo (in / s)

Calculando tenemos:

$$V = S / t = 1.18 \text{ in} / 1 \text{ s}$$

$$V = 1.18 \text{ in} / \text{s}.$$

6.9.16 CÁLCULO DEL CAUDAL (Q) en in³ / s.

$Q = A * V = 1.76 \text{ in}^2 * 1.18 \text{ in} / \text{s}$. Resolviendo se tiene.

$$Q = 2.07 \text{ in}^3 / \text{Seg.} = 34.03 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

Convirtiendo unidades se tiene que el caudal sin pérdidas por rozamiento para el pistón es $Q_1 = 2.04 \text{ lt} / \text{min}$.

El Caudal del motor rotacional (Q₂) se calcula en función de los siguientes datos:

X= Ancho máximo de la pieza de calzado a troquelar

A= Área de la toma del Hidromotor.

D= Diámetro de la toma del Hidromotor.

Q= Caudal del Hidromotor.

T= Tiempo de recorrido del porta pisto hidráulico o carro guía

Calculando se tiene:

$$Q2 = A * X / T = [(\pi * (2,54 \text{ cm})^2) / 4] * 29 / 2 \text{ (cm/s)} = 73,47 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Equivalente a un valor de 5 Litros / minuto, establecidos al inmediato superior.

El caudal total (Q_t) = $Q_1 + Q_2$ **Ecuación (14)**

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 2.04 \text{ lt / min} + 5 \text{ lt / min} = 7.04 \text{ lt / min}$$

6.9.17 CÁLCULO DEL FACTOR DE RESBALAMIENTO O LUBRICACIÓN DEL SISTEMA.

Según catálogo de ATOS, el factor de resbalamiento (Q_f) se relaciona directamente con la lubricación de los componentes mecánicos del sistema, se considera un 20 % para que el sistema se encuentra lubricado evitando tener así pérdidas por rozamiento. Teniendo entonces:

$$Q_f = 7.04 \text{ lt / min.} * 1.2 \% = 8,4 \text{ lt / min} \text{ **Ecuación (15)}**$$

6.9.18 SELECCIÓN DEL MODELO DE BOMBA DE ENGRANAJE

Para seleccionar la bomba de engranaje utilizaremos el caudal total requerido en la máquina y la presión. Teniendo:

$$\text{Total caudal} = 8.4 \text{ lt /min}$$

$$\text{Presión requerida } P = 150 \text{ Bar.}$$

Estos datos servirán para encontrar la potencia del motor.

Tabla 6.20 Modelos de bombas hidráulicas. |||||

OPERATING CHARACTERISTICS at 1450 rpm (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

Model	Displacement cm ³ /rev	Max pressure (1)	Speed range rpm	Flow l/min (2)	Power kW
PFG-114	1,4	220 bar	800 - 6000	2	0,8
PFG-120	2,1			2,8	1,2
PFG-128	2,8		800 - 5000	3,7	1,6
PFG-135	3,5			4,7	2,1
PFG-142	4,1	210 bar	800 - 4000	5,7	2,4
PFG-149	5,2			7,2	3
PFG-160	6,2	200 bar	800 - 3800	8,5	3,4
PFG-174	7,6	170 bar	600 - 3200	10,5	3,5
PFG-187	9,3	160 bar	600 - 2600	13	4,1
PFG-199	11	140 bar	600 - 2200	15,2	4,2
PFG-207	7,0	230 bar	800 - 4000	9,7	4,4
PFG-210	9,6	220 bar	600 - 3000	13,2	5,7
PFG-211	11,5		15,8	6,8	
PFG-214	14,1	210 bar	600 - 4000	19,5	8
PFG-216	16			22	9
PFG-218	17,9			24,6	9,6
PFG-221	21	180 bar	500 - 3200	29	10,2
PFG-227	28,2	150 bar	500 - 2500	38,7	11,4
PFG-327	26	230 bar	500 - 3000	35,8	16,2
PFG-340	39	220 bar	500 - 3000	54	23,3
PFG-354	52	200 bar	400 - 2400	71,5	28

Fuente: www.scoda.it

En la tabla 6.20 se encontró que con un motor de 1450 RPM nos proporciona 6.2 cm³ / revolución a una potencia de 3.3 KW, que es equivalente a 4,4 Hp.

Considerando que necesitamos una máquina económica, recalculamos el sistema utilizando un motor de mayor número de revoluciones, en este caso seleccionaremos la bomba con un motor de 2800 RPM, teniendo el siguiente cálculo:

Caudal necesitado 8.4 litros/minuto equivalente a 8400 cm³/minuto.

Velocidad de motor eléctrico = 2800 revoluciones/ min

Caudal por cada vuelta = Caudal necesitado / velocidad del motor **Ecuación (16)**

Caudal por cada vuelta = (8400 cm³/minuto) / (2800 revoluciones/ min)

Caudal por cada vuelta = 3 cm³/revolución.

Buscamos el valor más aproximado en la tabla 6.20 y se encuentra el modelo **PFG-135** que es un modelo de menor costo, el caudal corresponde al valor requerido por el sistema que es el mismo: 8.4 lt /min

Según la tabla P003-4/E del catálogo de ATOS establece la siguiente fórmula de cálculo para determinar la potencia en Kilowatts

$$P = Q \cdot P / (612 \cdot n) \quad \text{Ecuación (17)}$$

Donde.

Q = Caudal (lt/min)

P = Presión (Bar)

n = Eficiencia

$$P = 8.4 \text{ lt / min} \cdot 150 \text{ Bar} / (612 \cdot 0.8) = 2.57 \text{ Kw} = 3.5 \text{ Hp.}$$

6.9.19 SELECCIÓN DEL FILTRO.

Según catálogo de ATOS, con el caudal calculado (8.4 litros/minuto), incrementaremos en un 20 % más para la selección del filtro para que trabaje a plena carga. Por lo tanto se tendrá un caudal de 10.08 litros/minuto. En la tabla 6.21 se establece la nomenclatura para determinar el código del filtro a utilizar en la unidad hidráulica.

Tabla 6.21 Nomenclatura para establecer el código del Filtro.

<p>3.1 X-FUI They have to be installed immersed in the fluid in order to protect the pump. They can be installed in any position; we recommend to avoid localized obstructions and to limit the fluid speed to 1 - 1,5 m/s. The filtering element is in square mesh net. Δp of filtering elements collapse is 1 bar. They are not equipped neither with a by-pass valve nor with a clogging indicator; therefore regular controls of the filter conditions are necessary. The filter must be entirely replaced when it is clogged. Fluid temperature: -25 °C ÷ +110 °C</p>					
	X-FUI-25	X-FUI-40	X-FUI-100	X-FUI-250	X-FUI-630
Max recommended flow [l/min] ($\Delta p = 0,08 \text{ bar}$)	35	70	130	250	850
$\Delta p \text{ max}$ [bar]	1				

Hydraulic symbol



Fuente: www.atos.com

Escogemos el valor que más se ajuste a la tabla, teniendo como selección un filtro **X-FUI-25**.

6.9.20 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ACEITE PARA LA UNIDAD HIDRÁULICA

Para el dimensionamiento del tanque, en este caso lo analizaremos con un equipo fijo, donde se recomienda un rango de seguridad de (2 – 4) veces su caudal inicial. Para nuestro estudio escogeremos un factor de 3, alcanzando un valor total de 30.24 litros/min. Según la siguiente tabla se tiene.

Tabla 6.22 Capacidad del tanque

4 HYDRAULIC CHARACTERISTICS												
Model	Pump type	Flow rate at 1450 rpm and 7 bar [l/min]	Maximum pressure [bar] with motor's power:									Capacity of reservoir [liters]
			0,37 kW UNEL size 71 (1)	0,75 kW UNEL size 80 (1)	1,1 kW UNEL size 90 (1)	1,5 kW UNEL size 90 (1)	2,2 kW UNEL size 100 (1)	3 kW UNEL size 100 (1)	4 kW UNEL size 112 (1)	5,5 kW UNEL size 132 (1)	7,5 kW UNEL size 132 (1)	
Motor Mass[Kg]	-	-	7,5	9	13,5	14	23	23	30	41	52	-
ASH-10/G114	PFG-114	2,1	100 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	10
ASH-10/G128	PFG-128	4,2	50 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	25
ASH-25/G114	PFG-114	2,1	-	200 (5)	-	-	-	-	-	-	-	
ASH-25/G128	PFG-128	4,2	-	90 (4)	130 (4)	180 (5)	-	-	-	-	-	
ASH-25/G142	PFG-142	6,3	-	60 (3)	100 (4)	130 (4)	-	-	-	-	-	
ASH-25/G160	PFG-160	9	-	40 (3)	60 (3)	90 (4)	-	-	-	-	-	
ASH-25/G174	PFG-174	11	-	30 (3)	50 (3)	70 (3)	-	-	-	-	-	
ASH-50/R202	PFR-202	2,4	-	-	-	-	350 (6)	-	-	-	-	50
ASH-50/R203	PFR-203	5	-	-	-	-	250 (6)	320 (6)	350 (6)	-	-	
ASH-50/G160	PFG-160	8,5	-	-	-	-	125 (4)	175 (5)	-	-	-	
ASH-50/G174	PFG-174	10,5	-	-	-	-	105 (4)	150 (5)	-	-	-	
ASH-50/G187	PFG-187	13	-	-	-	-	90 (4)	120 (4)	150 (5)	-	-	
ASH-50/G199	PFG-199	15,2	-	-	-	-	70 (3)	100 (4)	125 (4)	-	-	
ASH-100/G214	PFG-214	19,5	-	-	-	-	-	-	-	140 (4)	175 (5)	100
ASH-100/G218	PFG-218	24,6	-	-	-	-	-	-	-	110 (4)	150 (5)	
ASH-100/G221	PFG-221	29	-	-	-	-	-	-	-	95 (4)	135 (4)	
ASH-100/E016	PFE-31016	23	-	-	-	-	-	-	-	150 (5)	210 (5)	
ASH-100/ED22	PFE-31022	30	-	-	-	-	-	-	-	100 (4)	150 (5)	
ASH-100/ED28	PFE-31028	40	-	-	-	-	-	-	-	70 (3)	100 (4)	

Fuente: www.roydisa.es

Según los datos requeridos seleccionamos un modelo ASH-100/ED22 con capacidad de volumen de 100 lt.

6.9.21 SELECCIÓN DE LAS ELECTROVÁLVULAS HIDRÁULICAS

Para la selección de las VÁLVULAS direccionales nos enfocaremos en función de la norma ISO 4401. Donde indica en la tabla 6.23

Tabla 6.23 Codificación para válvulas direccionales oleo-hidráulicas.

1	MODEL CODE									
	DHI	-	0	63	1/2	/A - X	24 DC	**	/*	
Directional control valves size 06 DHI-0 = AC and DC supply DHU-0 = for DC supply									Seals material: omit for NBR (mineral oil & water glycol) PE = FPM	
Valve configuration, see table [2] 61 = single solenoid, center plus external position, spring centered 63 = single solenoid, 2 external positions, spring offset 67 = single solenoid, center plus external position, spring offset 70 = double solenoid, 2 external positions, without springs 71 = double solenoid, 3 positions, spring centered 75 = double solenoid, 2 external positions, with detent 77 = double solenoid, center plus external position, without springs Other configurations are available on request.									Series number	
Spool type, see table [3].							Voltage code, see section [6] 00 = valve without coils			
Options, see note 1 at section [5].							X = without connector See note 2 at section [5] for available connectors, to be ordered separately Coils with special connectors, see section [10]			
							XJ = AMP Junior Timer connector XK = Deutsch connector (only for DHU) XS = Lead Wire connection			

Fuente: <http://Powerteam/Accesorios/Selección%20de%20válvulas.pdf>

En función de nuestra necesidad utilizaremos el tipo de válvula siguiente:

DHU-0-71-1/2-A-XK-24DC

Donde el código anteriormente mostrado describe que será una válvula tipo DHU, con tres posiciones, normalmente mantenida en la posición central, con entradas de ½” para características hidráulicas con conectores tipo DHU y para que funcione a 24 Voltios.

6.9.22 SELECCIÓN DEL MOTOR OLEO- HIDRÁULICO ROTACIONAL

Para seleccionar un motor oleo-hidráulico es necesario conocer las funciones que pueden cumplir este tipo de elementos, identificando claramente que los motores de engranajes cumple doble función, la primera es generar movimiento rotacional a través del movimiento externo generado por un motor eléctrico, en este caso permite generar fluido hidráulico a alta presión y caudal considerable; el mismo equipo bajo otra configuración de conexión se utilizan como un motor rotacional y sirve para transmitir su movimiento a otros elementos mecánicos. Posee varias ventajas entre las principales el bajo costo de compra y también por generar altas revoluciones, lo que permite disponer de un elemento económico y eficiente. En la

figura 6.37 se muestra el principio de funcionamiento de un motor oleo-hidráulico rotacional.

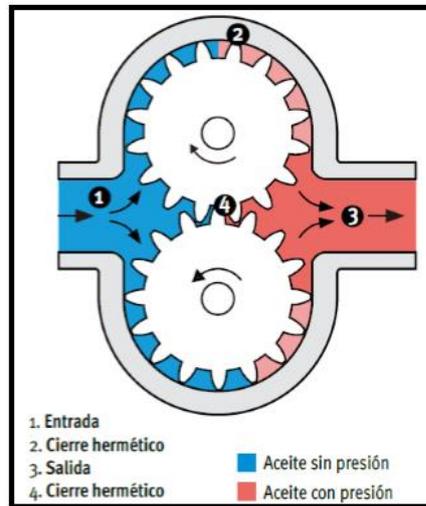


Figura 6.37. Motor oleo-hidráulico rotacional.

Fuente: Piedrafita R. 2005

Un motor de engranajes generalmente consta de dos cursos, el engranaje conducido y el engranaje intermedio, donde el aceite de alta presión generado por una bomba hidráulica es transportado a una de las entradas del motor de engranajes, permitiendo seguir su movimiento alrededor de la periferia de las ruedas dentadas, en el espacio comprendido entre las puntas de engranajes y las carcasas de pared hasta llegar a la periferia posterior que conforma la salida. Los engranajes poseen una tolerancia tal que no permiten que el aceite fluya desde el lado de salida de vuelta al lado de entrada. Para la lubricación, el motor de engranajes se utiliza una pequeña cantidad de aceite a presión desde el lado de los engranajes, este aceite se transmite a través de los cojinetes hidrodinámicos y evita que el mismo aceite retorne al lado de baja presión.

6.9.23 SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL

Para su selección nos basaremos en relación al caudal máximo, a la presión de trabajo y al material que se utilizara en el interior de su sistema, este corresponde a utilizar aceite hidráulico. Las válvulas reguladoras de caudal tienen el mismo

principio de una válvula para agua que disponemos en nuestras casas, pero con la diferencia que resisten una mayor presión. Tranquilamente se puede controlar su caudal a través de la posición giratoria que se ubique en la manija manual. Para poder visualizar tenemos como ejemplo la válvula reductora de caudal mostrado en la figura 6.38



Figura 6.38: Motor oleo-hidráulico rotacional.

Fuente: [www. Aguamarket.com](http://www.Aguamarket.com)

Para nuestro caso se utilizara una válvula para una presión de 150 Bares.

6.9.24 CÁLCULO DE FUERZAS NECESARIAS PARA LOS MOVIMIENTOS LATERALES

Para identificar las fuerzas necesaria para mover el carro guía se requiere conocer las pérdidas por rozamiento que se generan durante su ciclo de trabajo. Iniciaremos identificando el avance lineal en un tiempo determinado que se requiere para transportar el carro guía durante el proceso de troquelado. Teniendo como dato la siguiente variable:

$$V_L = \text{Velocidad lineal } 4 \text{ cm / seg.}$$

Esta velocidad se debe convertir a una velocidad rotacional, donde se conoce que el paso que se tiene en el tornillo sinfín es de 0.5 cm. Como se conoce que el paso es 0.5 cm, significa que por cada revolución que se realice este se trasladara dicha

distancia, entonces para conseguir una velocidad de 4 cm/s, necesitaremos la siguientes revoluciones por minuto.

$$\begin{array}{l} 0.5 \text{ cm} \text{ ----- } 1 \text{ Revolución.} \\ 4 \text{ cm} \text{ ----- } X \end{array}$$

Entonces $X = 4 \text{ cm} * 1 \text{ revoluciones} / 0.5 \text{ cm} = 8 \text{ revoluciones}$.

Transformando se tiene que $X = 8 \text{ rev} * 2 \pi \text{ radianes} / \text{rev} = 50,26 \text{ radianes}$.

Se necesita conseguir que el carro guía se traslade 4cm en 1 segundo tendremos una velocidad igual a $V = 8 / 1 \text{ rev/s}$ igual a 480 revoluciones por minuto.

La fuerza de empuje necesaria se calculara con un simple cálculo establecido al transportar un cuerpo a rozamiento en una longitud horizontal, representado por la ley de newton. Teniendo como dato peso a transportar (Pt)

$$P_t = P_c + P_p. \text{ Ecuación (18)}$$

Donde

$$P_c = \text{peso del carro guía} = 50 \text{ lb}$$

$$P_p = \text{Peso del pistón oleo-hidráulico} = 30 \text{ lb}$$

Entonces

$$P_t = 50 \text{ lb} + 30 \text{ lb} = 80 \text{ lb}.$$

Aplicando la ley de newton se tiene el siguiente sistema de cálculo.

Donde

$$W = P_t = \text{Carga suspendida.}$$

$$N = \text{Fuerza Normal. (Ley de newton).}$$

$$F_r = \text{Fuerza de rozamiento. Ecuación (19)}$$

$$F = \text{Fuerza necesaria para trasladar el peso requerido.}$$

Para determinar la fuerza necesaria para el empuje, primero se debe conocer la fuerza de rozamiento que se produce al trasladar el carro guía. En la figura 6.39 se muestra el diagrama de fuerzas que interactúan durante el desplazamiento del carro guía.

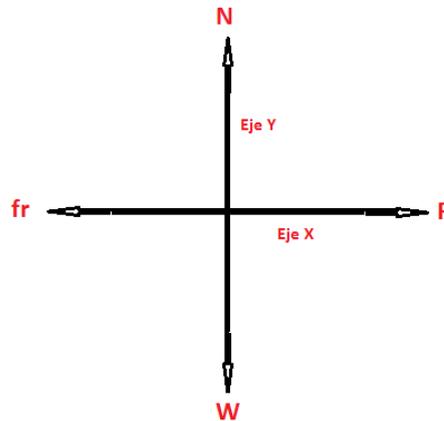


Figura 6.39: Diagrama de fuerzas producidas en el rozamiento.

Fuente: www.amschool.edu.

Cálculos:

Aplicando el equilibrio de fuerzas, con referencia a la primera ley de Newton (ANEXO 11) se tiene que la sumatoria de fuerzas en el eje X es igual a cero.

$$\sum F_x = 0 \quad \text{Ecuación (20)}$$

$$\text{Teniendo: } F - fr = 0$$

Despejando tenemos $F = fr$ y $fr = N \cdot u$ donde “N” es la fuerza normal, “u” es el coeficiente de rozamiento, con un valor de 0.1. Producto del rozamiento que existirá entre la viga guía fabricada en acero ASTM A-36 y la placa bronce colocada en el carro móvil.

Calculando se tiene:

$$Fr = u * N = 0,1 * N$$

Ecuación (21)

El valor de “N” lo obtendremos aplicando la ley de newton en el eje Y, por lo tanto se tiene:

$$\sum F_y = 0 \quad \text{entonces} \quad N - W = 0 \quad \text{Ecuación (22)}$$

Despejando se tiene $N = W = Pt$

El valor de W corresponde al peso de la carga suspendida, que en este caso corresponde al peso del pistón hidráulico más el peso del carro guía. Teniendo en total como dato un valor de 80 libras.

Utilizando la fórmula $N = W$ se tiene que $N = 80$ Libras

Retomando el cálculo en el eje X se tiene:

$$F = F_r = u * N = 0,3 * 80 \text{ Lbs} = 24 \text{ libras} \quad \text{Ecuación (23)}$$

Relacionando con el diámetro del tornillo sin fin (1,5 Pulgadas) se tiene el siguiente torque.

$$T = F * d/2 \quad \text{Ecuación (24)}$$

Donde

T = Torque necesario para poder desplazar el carro guía.

F = Fuerza de empuje

D = Diámetro del tornillo sin fin.

Calculando se tiene

$$T = F * d/2 = 24 \text{ lb} * 1.5 \text{ in} / 2 = 18 \text{ lb} * \text{in}$$

Calculamos la presión requerida para aplicar dicho torque.

$$T [Nm] = v * P n \frac{1}{20\pi} \quad \text{Ecuación (25a)}$$

$$T (Nm) = v * P * n / 62,83 \quad \text{Ecuación (25b)}$$

Donde:

$V =$ Velocidad en revoluciones por minuto = 480 (Dato)

$P =$ Presión en bar.

$n =$ Rendimiento mecánico = 80 % (Dato)

Despejando la ecuación 4.20 b se tiene:

$T = 18 \text{ lb. in.}$, transformando se tiene una equivalencia de: 207,81 Nm.

Entonces:

$$P = T * 62,8 / (V * n) = 207,81 \text{ Nm} * 62,8 / (480 * 80)$$

$$P = 0,338 \text{ bar.}$$

La presión necesaria para desplazar el carro guía es de 0,338 bar, sin embargo al ser un valor mínimo no se considera como un valor que afecte al rendimiento del sistema. Sin embargo para el estudio se selecciona un motor oleo hidráulico en función de la presión neta de trabajo, que corresponde a la fuerza necesaria para el troquelado de la materia prima.

En el capítulo (Selección del filtro) se encontró un caudal neto de 10.08 lt/min y del capítulo (Esfuerzos de compresión) se obtuvo una presión referencial para troquelado de 174, 91 bar, con estos datos se utilizaran para la selección del motor hidráulico en la tabla 6.24.

Ingresando a la tabla 6.24 no se observa un valor directo de presión ni de caudal en función de los datos cálculos, por lo que se procede a ingresar a los valores de la tabla más cercanos. Teniendo un valor de 170 Bar a 10.5 lt/seg, que corresponde a utilizar un motor oleo-hidráulico de la serie PFG-164 del catálogo de ATOS. En la tabla 6.24 se observa la selección establecida.

Tabla 6.24 Motores hídricos según su modelo.

2 OPERATING CHARACTERISTICS at 1450 rpm (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

Model	Displacement cm ³ /rev	Max pressure (1)	Speed range rpm	Flow l/min (2)	Power kW
PFG-114	1,4	220 bar	800 - 6000	2	0,8
PFG-120	2,1			2,8	1,2
PFG-128	2,8			3,7	1,6
PFG-135	3,5	210 bar	800 - 5000	4,7	2,1
PFG-142	4,1			5,7	2,4
PFG-149	5,2			7,2	3
PFG-160	6,2	200 bar	800 - 3800	8,5	3,4
PFG-174	7,6	170 bar	600 - 3200	10,5	3,5
PFG-187	9,3	160 bar	600 - 2600	13	4,1
PFG-199	11	140 bar	600 - 2200	15,2	4,2
PFG-207	7,0	230 bar	800 - 4000	9,7	4,4
PFG-210	9,6	220 bar	600 - 3000	13,2	5,7
PFG-211	11,5			15,8	6,8
PFG-214	14,1			19,5	8
PFG-216	16	210 bar	600 - 4000	22	9
PFG-218	17,9	200 bar	500 - 3600	24,6	9,6
PFG-221	21	180 bar	500 - 3200	29	10,2
PFG-227	28,2	150 bar	500 - 2500	38,7	11,4
PFG-327	26	230 bar	500 - 3000	35,8	16,2
PFG-340	39	220 bar	500 - 3000	54	23,3
PFG-354	52	200 bar	400 - 2400	71,5	28

Fuente: www.atos.com

6.9.25 SELECCIÓN DEL TIPO DE MANGUERA OLEO- HIDRÁULICA

Para seleccionar el tipo de manguera hidráulica primero se debe considerar la presión de trabajo, en esta caso se utilizara 150 Bares. Posterior se debe conocer el diámetro interno en relación al rango de velocidades de flujo laminar, para evitar un incremento excesivo de temperatura en la tubería. En la figura 4.35 se observa los rangos de velocidad establecidos.

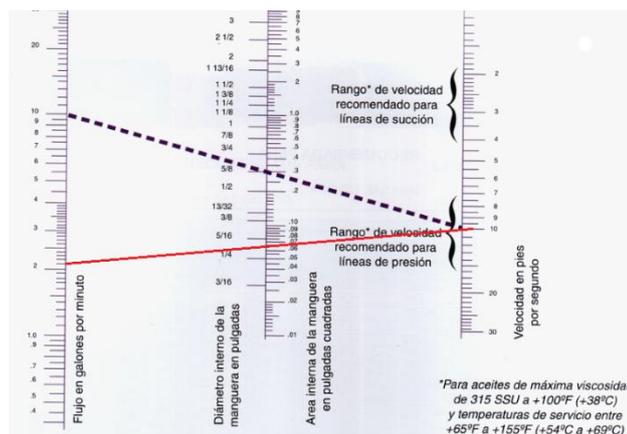


Figura 6.40: Rangos de velocidades apropiadas para líneas de presión.

Fuente: Manual básico de oleo-hidráulica. 2005

Para determinar el diámetro de la manguera, se utilizara los siguientes datos:

- Caudal máximo requerido en los filtros 10,01 lt/min
- Velocidad máxima permisible en el fluido para líneas de presión: 10 Pie/s equivalente a 3,048 m/s

Con los datos mencionados aplicamos en el nomógrafo establecido en la figura 6.41

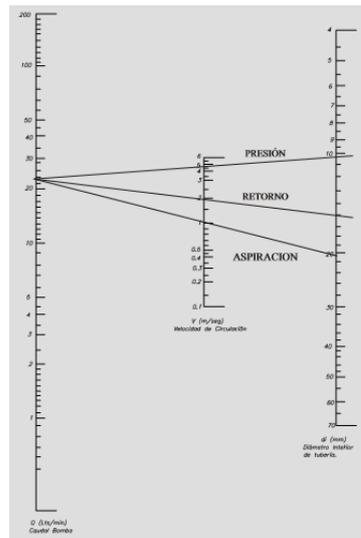


Figura 6.41: Nomógrafo para determinar el diámetro de la tubería.

Fuente: Manual básico de oleo-hidráulica. 2005

Se encontró un diámetro interior de manguera de 12 mm. Con el diámetro seleccionado y la presión máxima admisible (150 Bar), se dispone de una manguera de similares características mostradas en figura 6.42



Figura 6.42: Motor oleo-hidráulico rotacional.

Fuente: www.dunlop.com.

Este tipo de manguera se recomienda para trabajos de media presión, como requiere el presente sistema. Fabricado bajo la norma SAEJ51799.

6.9.26 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO PARA LA UNIDAD HIDRÁULICA

Del catálogo de siemens se puede escoger en función de la capacidad requerida, en este caso debe ser para una potencia de 3.5HP con una velocidad nominal de 2800 RPM. En la Figura 6.43 se observa el modelo seleccionado que corresponde a un motor monofásico sellado de tipo jaula de ardilla.



Figura 6.43: Motor eléctrico monofásico.

Fuente: Catalogo de siemens

6.10 CARACTERÍSTICAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para nuestro estudio detallaremos las características que debe tener la banda transportadora que se incorporara en la máquina de troquelado automático, esta banda transportadora no requiere ser diseñada ya que en el mercado local se dispone de varios tipos y tamaños al alcance del microempresario. En donde la banda estará conformada por un sistema de rodillos enlazados en serie a través de una banda de caucho o banda polimérica, este conjunto es acoplado a un eje motriz que a la vez se conecta a un sistema de reducción de velocidad, donde su funcionamiento es generado internamente por engranes y controladas externamente por poleas. Su arranque y parada depende de la transmisión ejercida por un motor eléctrico a través de su embrague. Permitiendo así tener un arranque y parada a altas velocidades.

Como se utiliza una materia prima de peso ligero en el proceso de troquelado como cuero o polímeros derivados, se conoce visualmente que no generara pérdidas por rozamiento durante el sistema de alimentación al proceso de troquelado automático, para el diseño se asume una velocidad lineal nominal de 4 cm/seg que debe tener la banda transportadora. La carga a transportar se asume en función del peso que representa en un metro cuadrado. Teniendo los siguientes datos:

- $S =$ Peso del cuero a troquelar en libras por $m^2 = 5$ Libras/ m^2
- $T =$ El ancho de la máquina a troquelar = 1.4 m
- $R =$ Longitud de avance transversal = 1m

CÁLCULOS

$$\text{Área neta} = A_n = R * T = 1.4m * 1m = 1.4 m^2 \quad \text{Ecuación (26)}$$

$$\text{Peso neto de avance} = P = A_n * S = 1.4 m^2 * 5 \text{ libras} / m^2 = 7 \text{ Libras.}$$

Ecuación (27)

$$\text{Se asume un factor de rozamiento adicional} = 10 \% = fr = 1.1 \text{ 0.13 ppm.}$$

Ecuación (28)

$$\text{Así como también un factor de seguridad para carga de servicio} = C_s = 2$$

$$\text{Entonces la carga total alcanzada} = P_t = P * fr * C_s \quad \text{Ecuación (29)}$$

$$P_t = 7 \text{ Lbs} * 1.1 * 2 = 15.4 \text{ Lbs.}$$

Con los datos de Peso a transportar y la velocidad de trabajo ($P_t = 15.4$ Lbs y $V = 4$ cm/seg) seleccionaremos una banda transportadora con las siguientes especificaciones:

Para cumplir el propósito se seleccionó una banda transportadora que disponga de las siguientes especificaciones técnicas.

Tabla 6.25 Detalles técnicos que debe disponer la banda transportadora.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
• Motor de 1/3 hp 110V. Transmisión de Cara-C 110/60/1.
• Velocidad de avance lineal: 2 Cm / Seg.
• Construcción en acero calibre 12.
• Rodillos de Calibre 16 de 2,5 " de diámetro, para 100 lb. de capacidad.
• Distancia entre centros de 4". (Rodillos)

Fuente: Autor.

El modelo de banda transportadora establecido, cumple con las medidas del equipo de troquelado y se muestra en la figura. 6.44



Figura 6.44: Banda transportadora (Ancho 1.4 x Largo 2 m)

Fuente: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/exelarning>.

6.11 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS DEL CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA

En la selección de alternativas al aplicar las ponderaciones se encontró que el sistema adecuado que permita tener una automatización más precisa en la máquina de troquelado, es utilizando sensores de tipo magnético. Sin embargo no todo el sistema eléctrico está conformado por sensores, sino también por diferentes elementos eléctricos de control tales como relés, contactores, pulsadores de arranqué, pulsadores de parada, mandos de emergencia y autómatas programables más conocidos como Logo o Plc.

Para el diseño se utiliza elementos de control eléctrico que trabajen directamente con un voltaje de 220 voltios monofásico, ya que es un valor muy común que disponen las microempresas o talleres dedicadas a la fabricación de calzado. Esto con objeto de ofrecer al microempresario o fabricante tener indicios del cambio en la matriz productiva a través de la oferta de tecnología.

A continuación se detalla cada uno de los elementos eléctricos a utilizar en el sistema de control de la máquina de troquelado:

6.11.1 CONTACTOR TRIFÁSICO CON BOBINA DE ACTIVACIÓN ELÉCTRICA

Este tipo de elemento de control sirve para activar o desactivar un circuito eléctrico a alta potencia, utilizando como fuerza de atracción el campo electromagnético que ofrece la bobina interna del contactor. Para su funcionamiento utiliza en su bobina un bajo voltaje. En la figura 6.45 se muestra un tipo de contactores para un circuito trifásico.



Figura 6.45: Contactores para motor trifásico

Fuente: <http://automatismoindustrial.files.wordpress.com/2012>.

En el **ANEXO 12** se muestra como ejemplo la arquitectura de los elementos que forman parte del contactor, así como también sus características técnicas.

6.11.2 RELÉ ELECTROMECAÁNICO

Su función principal sirve para activar un motor o electroválvula a través de su propia bobina.



Figura 6.46: Relé electromecánico de control 220 V

Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P37794.jpg>

Existen también relés de sobre carga y se muestran más detalles en el **ANEXO 13**

6.11.3 PULSADORES

Se utiliza principalmente para cerrar un circuito eléctrico, a la vez esta señal deja activada la bobina de suministro de energía. Más detalle ver (**ANEXO 14**)



Figura 6.47: Pulsadores de inicio (Verde) y parada (Rojo)

Fuente: <https://encrypted-tbn2.gstatic.com>

6.11.4 MICRO PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE) PARA AUTOMATIZACIÓN DEL EQUIPO

Su función principal consiste en activar y desactivar un circuito eléctrico en forma automática a través de la programación aplicada en su memoria interna. Existen varios tipos en función de la capacidad de programación, el tipo de funciones y en relación al número de entradas y salidas del dispositivo, así como también varía según la marca. Pero con objeto de disminuir notoriamente el costo del diseño de la máquina de troquelado, se utilizara un micro PLC más conocido como LOGO. Ya que hoy en día las funciones que ofrecen este producto son altamente eficaces y a un costo muy moderado para el consumidor muy similar al de un PLC compacto.

En el **ANEXO 15**

se visualiza más detalles del Logo siemens.



Figura 6.48: Logo Siemens.

Fuente: www.siemens.com

6.11.5 TEMPORIZADOR

Existen actualmente varios tipos de temporizadores, para el estudio se utiliza las funciones del logo que internamente interactúan como un temporizador electrónico de regulación manual. Esta función se utilizara para regular el tiempo de avance de la banda transportadora ya que servirá para modificar el paso de la carrera del tornillo sin fin, según la medida que se desea troquelar. Una vez programado se ejecuta el programa con los parámetros deseados. En el **ANEXO 16** se visualiza el temporizador análogo como elemento auxiliar a las funciones que ofrece el logo de Siemens, por si un caso el usuario desea facilitar la programación.



Figura 6.49: Función Timer (Logo).

Fuente: [www. Ohmron.com](http://www.Ohmron.com)

6.12 CIRCUITO ELÉCTRICO DE CONTROL

Para disponer de una máquina automática a un costo económico, se detalla el siguiente circuito de control mostrado en la figura 6.50 , donde los elementos eléctricos utilizados para el funcionamiento de la máquina de troquelado automático generan un costo moderado al alcance de los microempresarios.

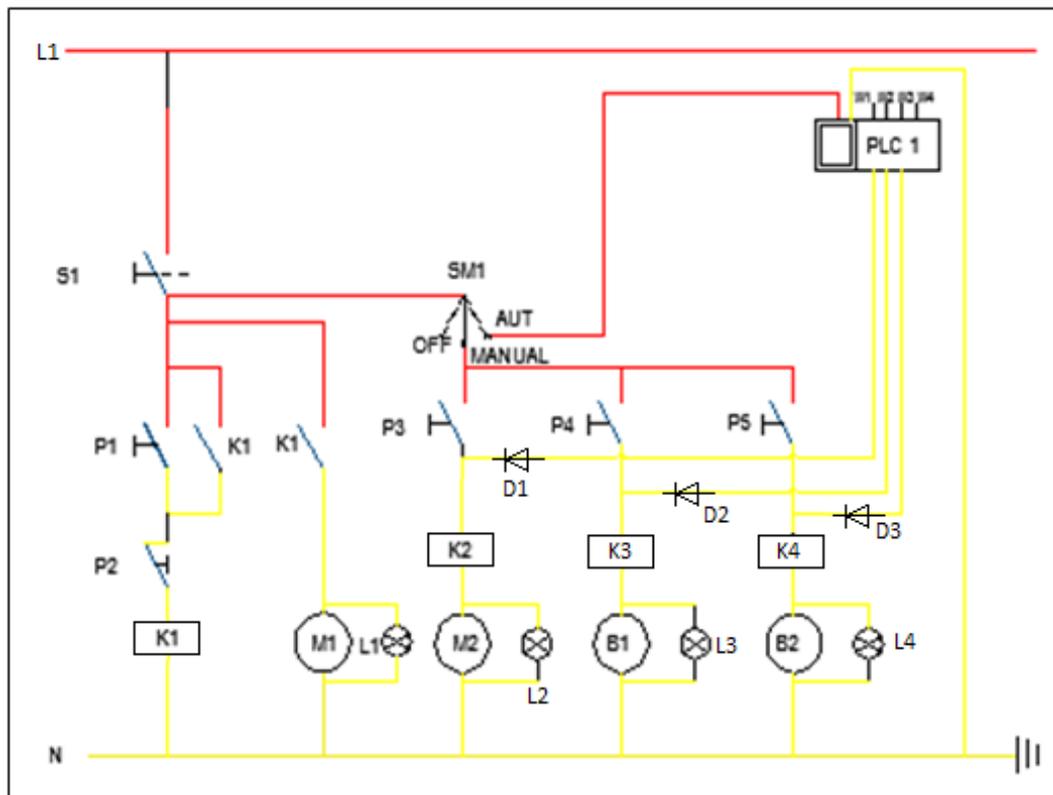


Figura 6.50: Circuito eléctrico de control

Fuente: Juan Cruz

En el presente circuito se observa que el proceso de troquelado funcionara bajo 3 direcciones eléctricas de entrada, que son:

- a) Cuando el selector SM1 está en posición manual, se podrá utilizar los pulsadores P1, P3, P4 y P5. Esto significa que cuando se active P1 se enclavara el circuito dejando accionada la bomba hidráulica. Cuando se active P3 se activada la electroválvula que permita la activación del pistón hidráulico generando el corte en el material (Troquelado). Cuando se active P4 se activara el motor hídrico que entregara una revolución tal que generara un desplazamiento lateral en sentido izquierdo a través del tornillo sin fin y finalmente cuando se active P5 se activara el motor hídrico que entregara una revolución tal que generara un desplazamiento lateral en sentido derecho a través del mismo tornillo sin fin. Produciendo los movimientos del sistema en forma manual. Se debe conocer que el diagrama al estar en

la posición manual, está diseñado para activar cada elemento (Pisto hidráulica, motor hídrico) a través de la presión ejercida en los pulsadores según el requerimiento del usuario, lo que significa que no se dispone de elementos de paro o stop para desactivar el elemento utilizado. Esto por motivo de reducción en costos.

- b) Cuando el selector SM1 este en la posición Off, indicara que el circuito no está trabajando. Y se utilizara para cuando la máquina requiera un tiempo de paro, esta necesidad puede ser por cualquier evento puntual que requiera el operador.
- c) Finalmente cuando el selector SM1 se ubique en la posición AUT. Significa que la máquina entrara a trabajar en forma automática, entrando a gobernar el LOGO, bajo las condiciones de la programación.

El circuito de control representa la forma de funcionamiento y para aquello se utiliza potencias bajas, sin embargo para el arranque y paro de los elementos que requieren grandes consumos de energía se utilizara los elementos eléctricos de maniobra necesaria para controlar altas potencias. A través de su circuito eléctrico de potencia.

6.13 CIRCUITO ELÉCTRICO DE POTENCIA

Para nuestro correcto funcionamiento utilizaremos el siguiente circuito eléctrico de potencia.

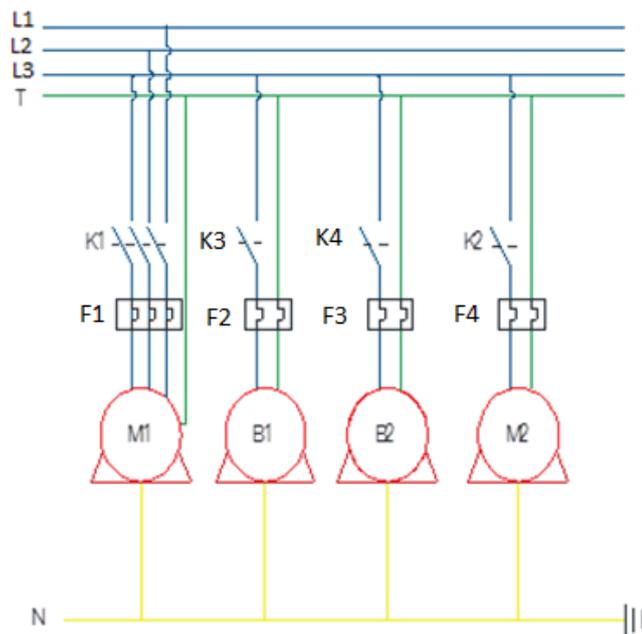


Figura 6.51: Circuito eléctrico de potencia.

Fuente: Juan Cruz

Los elementos de la figura 6.51 se describen a continuación:

L1, L2, L3 = Fases eléctricas establecidas en un transformador trifásico.

N = Neutro.

T = Tierra.

K1= Contactor trifásico a 220 Voltios.

K2 = Contactor Monofásico a 220 Voltios

K3, K4 = Relés electromecánicos a 220 Voltios.

F1,F2,F3,F4 = Fusibles

Se debe conocer que cuando se active la bobina del contactor K1 se conmutaran las 3 fases trifásicas que producirán el giro en el motor M1 (Unidad hidráulica).

Cuando se active K2 se encenderá el motor hidráulico y cuando se active K3 se activara el Hidromotor polarizando la fase 1 y el neutro (T). Finalmente cuando se

active K4 se activara el mismo Hidromotor invirtiendo la polaridad de tal manera que cambie el sentido de giro.

6.14 CIRCUITO HIDRÁULICO

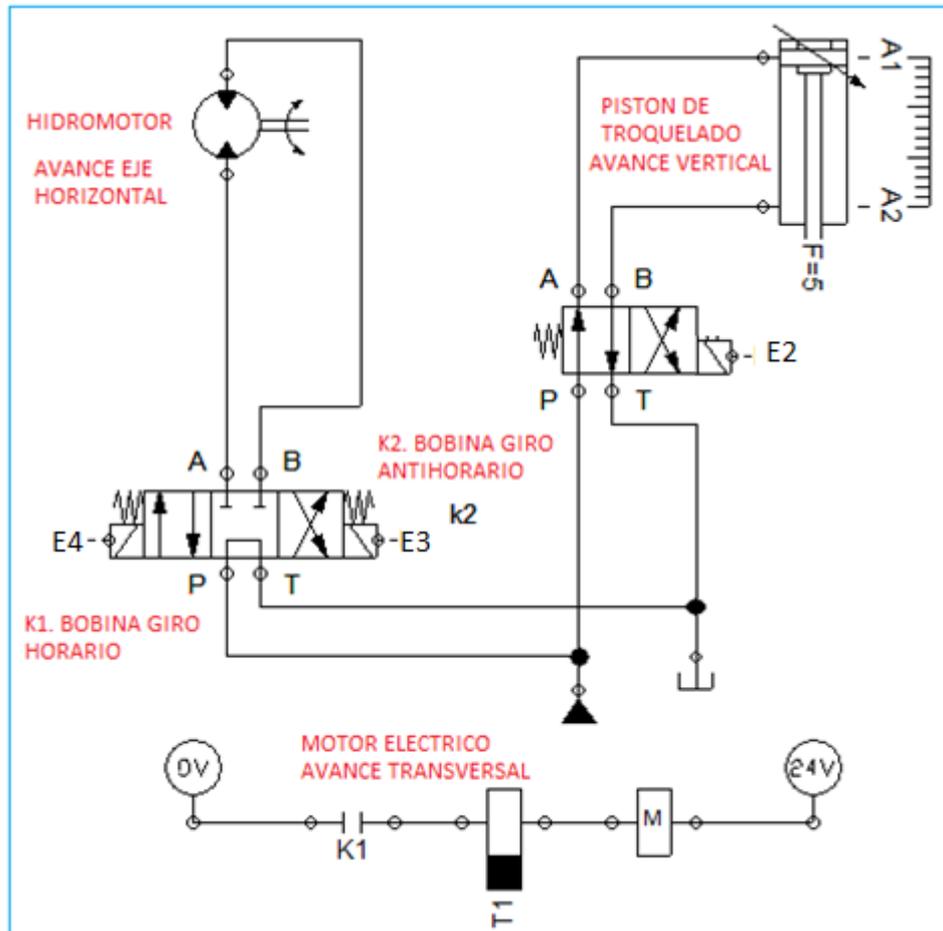


Figura 6.52: Circuito hidráulico.

Fuente: Autor.

El circuito hidráulico al entrar en funcionamiento empieza a bombear aceite hidráulico a través de su red de circulación, generando presión interna en el sistema a través de un circuito cerrado, mientras los elementos tales como el pistón o hidromotor no entren en funcionamiento, la presión ejercida por el aceite estará recirculando desde las succión de la bomba hasta el deposito. La capacidad estará gobernada por el tamaño seleccionado, permitiendo disponer de un caudal y presión

constante a la salida de fluido disponible. Este fluido empieza a trabajar cuando la electroválvula que gobierna la dirección del fluido se activa teniendo:

- a) Cuando la electroválvula del motor hídrico está en posición central significa que el fluido está recirculando en la unidad hidráulica, entonces cuando se active la bobina E4 empezara a girar el motor hídrico en un sentido, y cesará su giro cuando el mismo se desactive.
- b) cuando se active la bobina E3 empezara a girar el motor hídrico en el otro sentido y cesará su giro cuando el mismo se desactive. Permitiendo tener un control electrónico para cualquier sentido de giro a través de las electroválvulas utilizadas en el circuito hidráulico.
- c) La electroválvula E2 corresponde a una válvula de accionamiento eléctrico de 4 vías 2 posiciones que permita direccionar su fluido cuando la válvula se ubique en la posición izquierda (Bobina activada) generando un desplazamiento en el pistón hasta el final de su carrera, y retornando a su posición inicial cuando la válvula se ubique en la posición derecha a través de la desactivación de su bobina.
- d) Se debe conocer que la nomenclatura T1 es para representar la activación de los temporizadores, estos elementos se utilizaran para gobernar los avances laterales, mismo que servirán para el paso que debe tener entre troque y troquelado de cada unidad de producción. El cual dependerá dela forma y tamaño deseada por el fabricante de calzado.

6.15 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PRECIO DEL DISEÑO PROPUESTO Y PRECIO DEL MERCADO

Tabla 6.26. Costo referencial del equipo según diseño propuesto.

COSTOS DEL EQUIPO EN FUNCIÓN DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.			
Elemento	Cantidad	Precio/Unitario	Total
EQUIPO Y HERRAMIENTA (Costo por unidad fabricada)			
Soldadora	1	30	30
Herramienta menor (5% MO)			24
Subtotal 1			54
MANO DE OBRA (Costo por unidad fabricada)			
1 Soldador calificado	1	60	60
1 Eléctrico	1	120	120
1 Ayudante mecánico	1	50	50
1 Programador electrónico (Ingeniero)	1	250	250
Subtotal 2			480
MATERIALES			
Pistón hidráulico doble efecto	1	800	800
Motor eléctrico 2 HP	2	240	480
Hidromotor	1	600	600
Banda transportadora	1	450	450
Parante vertical	2	50	100
Viga horizontal	1	180	180
Carro guía más viga guía	1	400	400
Guías de bronce	2	80	160
Válvula hidráulica 4 vías 2 posiciones	1	260	260
Válvula hidráulica 4 vías 3 posiciones	1	380	380
unidad hidráulica	1	2500	2500
Mangueras	3	90	270
Sensor inductivo más Mini Plc Siemens	1	420	420
Tablero metálico más elementos eléctricos de control	1	220	220
cable eléctrico N° 14 (m)	10	1	10
Borneras (Regletas) 30 cm	4	12	48
Relés 120 V	4	20	80
Contactador	1	35	35
Pintura y tinher 2 manos y soldadura	1	35	35
Subtotal 3			\$ 7.428,00
Total Costos directos			\$ 7.962,00
Utilidad		20%	\$ 1.592,40
COSTO DE VENTA AL PUBLICO			\$ 9.554,40

Fuente: Juan Cruz

PRECIO DE TROQUELADORAS IMPORTADAS

Tabla 6.27. Costos de maquinaria importada.

	DESCRIPCIÓN	IMPORTADOR COMERCIANTE			
		INTEMECA	AMALUSA	EUROMÁQUINAS	
SISTEMA HIDRAULICO EN ESTRUCTURA TIPO PUENTE	Marca	SE-22	GSB-2C	GSB-160	
	Modelo	ATOM	JIUSHENG	JIUSHENG	
	Costo	\$ 12300	\$ 11800	\$ 11200	
	Procedencia	Italia	China	China	
	Mesa de corte	120 x50 cm	100 x 50cm	41 x 90cm	
	Ancho de brazo	50 cm	55	46	
	Fuerza de corte	22 Toneladas	25 Toneladas	16 Toneladas	
	Potencia motor	746 W	1500 W	1.5 Kw	
	Voltaje	220 V	221 V	222 V	
	Peso	1040 Kg	1100 Kg	510 Kg	
	BANDA TRANSPORTADORA AUTOMATICA	Marca			
		Modelo			
Costo		4200	4200	4200	
Procedencia					
Ancho de Mesa		150 Cm	150 Cm	150 Cm	
ELEMENTOS ELECTRICOS DE MANIOBRA					
	Tablero eléctrico	2500	2500	2500	
TOTAL		\$19.000,00	\$18.500,00	\$17.900,00	

Realizando una comparación entre el precio establecido por el investigador (\$ 9554,40) y el precio más bajo de mercado (\$ 17900), se tiene una diferencia de 8345,60 dólares.

6.16 PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

6.16.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

6.16.1.1 MANTENIMIENTO

Se define al mantenimiento, como la disciplina que tiene como objeto mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación (Funcionando correctamente), lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. [1]

Principalmente se basa en el conjunto de operaciones para que un equipamiento reúna las condiciones para el propósito para el que fue construido.

6.16.1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes tipos de mantenimiento. Entre los principales se conocen:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento predictivo.

a.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al mantenimiento preventivo lo definimos como la gestión que se realiza para garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento, antes de que pueda producirse un daño o avería. En otros términos se puede decir que es el conjunto de actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática y acciones de simplificadas.

b.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se entiende por mantenimiento correctivo, a la corrección de las averías o fallas cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

El mantenimiento correctivo se divide en dos partes importantes, en mantenimiento correctivo programado y mantenimiento correctivo no programado. La diferencia entre ellos, es que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además en el momento de realizar la debida reparación, por lo general este tipo de mantenimiento se adapta a las necesidades de producción.

c.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo se utiliza para realizar una predicción del comportamiento de una máquina o equipo en base al monitoreo, permitiendo al usuario del equipo realiza cambios o planear actividades antes de que elemento falle o este llegue a su punto crítico. Este sistema nació basado en los avances tecnológicos, ya que en la actualidad existen herramientas que fácilmente pueden analizar variables de cualquier tipo, también se puede obtener a través de un estudio de confiabilidad.

6.16.2 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO

Según Manuel Racedo (2010), indica que las empresas grandes dedicadas al mantenimiento utilizan 3 indicadores básicos que son: la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, como las medidas más estandarizadas que permiten evaluar el grado de gestión y operación por parte de los miembros del mantenimiento.

6.16.2.1 CONFIABILIDAD

Se establece el término confiabilidad, al tiempo de funcionamiento que tiene una máquina o equipo antes de producir su primer fallo, este término se aplica en maquinaria industrial de cualquier tipo e incluso en sistemas de seguridad del operador o sistema.

6.16.2.1 MANTENIBILIDAD

Según la norma ISO/DIS 14224, define la mantenibilidad como la capacidad o probabilidad en términos estadísticos bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados. Esto quiere decir, que si un componente tiene un 95% de mantenibilidad en una hora, entonces habrá 95% de probabilidad de que ese componente sea reparado exitosamente en una hora.

6.16.2.1 DISPONIBILIDAD

La disponibilidad puede ser definida como la relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible. (Mantenimiento industrial, García S. 2009)

Se conoce también a la disponibilidad como la función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total, en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el tiempo promedio para fallas (TPPF) y el tiempo promedio para reparar (TPPR), es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

6.16.3 MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

Según la norma NTP 331, indica que la distribución de WEIBULL es un estudio de fiabilidad y que por lo general se aplican para calcular pérdidas materiales o aspectos relacionados a seguridad industrial, estudiados con rigor científico. Este

procedimiento (Distribución de Weibull) está basado en gran parte, en la aplicación de los métodos probabilísticos a los problemas de fallos producidos en los diferentes procesos industriales. Todo ello se ha llevado a cabo a través de una disciplina denominada ingeniería de fiabilidad.

Según Shigley - Octava edición, indica que la distribución de Weibull complementa a la distribución exponencial y la distribución normal, es por esa razón que a través de su desarrollo matemático indica que existen dos métodos analíticos de distribución de Weibull que son:

- Método de los momentos
- Método de máxima verosimilitud.

Del cual ninguno de los dos métodos mencionados anteriormente se suele aplicar en forma directa por su gran complejidad lógica y matemática, en su lugar se utiliza la resolución gráfica a base de determinar un parámetro de origen (t_0) y un papel especial para gráficos, llamado papel de Weibull.

6.16.3.1 MODELO MATEMÁTICO DE WEIBULL

El modelo matemático de Weibull se enfoca en el término de la confiabilidad, que es el valor de la función de densidad acumulativa complementaria de la unidad. La confiabilidad (R) dada por la distribución Weibull de tres parámetros es:

$$R(x) = \exp. \left[- \left(\frac{x-x_0}{\theta-x_0} \right)^b \right] \quad \text{Cuando } X \geq X_0 \geq 0 \quad \text{Ecuación (30)}$$

Donde:

X_0 = valor de x mínimo.

θ = característica o valor de escala ($\theta \geq x_0$)

b = un parámetro de forma ($b > 0$)

En el caso especial en el cual $x_0 = 0$, la ecuación (20-24) se convierte en la Weibull de dos Parámetros

$$R(x) = \exp. \left[- \left(\frac{x}{\theta} \right)^b \right] \quad \text{Ecuación (31)}$$

El valor de θ sirve para utilizar un papel semejante a la media y representa un valor de x por debajo del que cae 63.2% de las observaciones. El parámetro de forma b controla el sesgo de la distribución. Otro de los términos que se deben identificar claramente es la función de Confiabilidad ($R(t)$) y está definida como el complemento de la función de distribución acumulada, y se representa con la siguiente expresión:

$$R(t) = 1 - F(t). \quad \text{Ecuación (32)}$$

Por lo tanto la distribución acumulada de Weibull es:

$$R(t) = \exp. \left[- \left(\frac{t - \theta}{n} \right)^B \right] \quad \text{Ecuación (33)}$$

Dónde:

$R(t)$: Distribución acumulada de Weibull.

t : Tiempo

θ : Valor Gamma.

n : Valor n estimador.

B : Factor de escala.

Para identificar el efecto que produce el factor de escala, se muestra la figura 6.54, en ella se observa que según el valor que tome el parámetro B , la tasa de riesgo tendrá diferentes comportamientos similares a la curva de la Bañera.

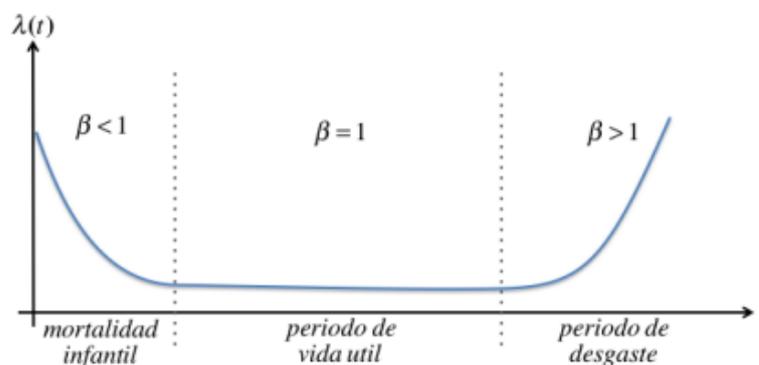


Figura 6.54: Efecto del factor de escala de Weibull (Curva de la Bañera)

Fuente: Gutiérrez M. 2009. Mantenimiento Planeación, ejecución y control.

Tabla 6.28 Tendencia de la P (t) respecto a B.

Valores B	Tendencia de P(t)
$B < 1$	h(t) decrece periodo de mortalidad infantil
$B = 1$	h(t) es constante, fallas aleatorias.
$1,5 < B < 2.5$	Fenómeno de fatiga
$3 < B < 4$	Fenómeno de desgaste

Fuente: Apolinario M. 2008

6.16.3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO POR MÉTODO DE WEIBULL

Después de haber conocido en forma general los dos métodos y el modelo matemático de Weibull ya disponemos de criterio técnico para interpretar su análisis. En este capítulo se muestra a detalle el procedimiento gráfico para aplicar en nuestra investigación, considerando que es una de las herramientas más prácticas destinadas al estudio de fiabilidad en componentes mecánicos. Con este procedimiento se realiza el plan de mantenimiento basado en un estudio de confiabilidad. (Apolinario M. 2008)

Paso 1

Este paso se considera como previo debido a que el usuario debe identificar claramente cada uno de los términos y componentes que conforman a la gráfica de Weibull. En la figura 6.55 se muestra las celdas enumeradas del 1 al 9, la misma que servirán para identificar claramente cuando apliquemos el procedimiento gráfico. La gráfica completa se muestra en el (**ANEXO 17**)

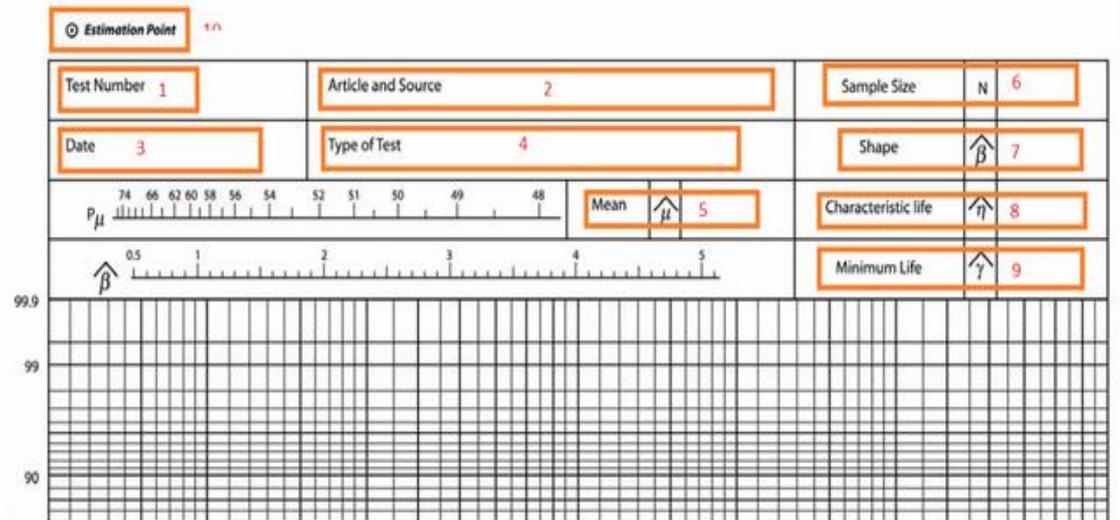


Figura 6.55: Identificación de los componentes de la gráfica de Weibull

Fuente: Apolinario M. 2008

Las celdas de la figura 6.3 se describen a continuación.

- 1.- Número de prueba.
- 2.- Elemento, máquina o componente a evaluar.
- 3.- Fecha.
- 4.- Tipo de test
- 5.- Promedio de tiempo de fallas.
- 6.- Tamaño de la muestra.
- 7.- Beta (B), es el parámetro de forma.
- 8.- N, parámetro de escala o vida característica.
- 9.- Gamma, parámetro de posición.
- 10.- Punto de referencia para gráfica nuestras rectas en el gráfico, con este punto de referencia para hallar los valores de P_u y B.

Paso 2.

Tabular el registro de las fallas con sus respectivos tiempos. Esta tabla de valores servirá para obtener los parámetros que definan la distribución de Weibull, una vez tabulado se procede a estimar el porcentaje de fallas acumulativa en función de la distribución acumulativa $F(t)$, la misma que se calcula con la ecuación 44. También se puede obtener el valor de la tabla 6.2.

$$\sum_r \frac{n!}{r!(n-r)!} [f(t)]^r [1 - f(t)]^{n-r} = 0,5 \quad \text{Ecuación (34)}$$

La $\sum_r \frac{n!}{r!(n-r)!}$ va desde $r=i$ hasta n .

Dónde:

i : Número de orden de la observación (falla)

n : Tamaño del ejemplo o de la muestra (número de ítem)

$f(t)$: Función de la variable tiempo.

Paso 3

Se procede a ordenar los datos de la columna (t) tabulados de menor a mayor en la tabla 6.29 Para demostrar el procedimiento, en este caso asumiremos como ejemplo 10 registros de vida de un componente hidráulico. Los registros de falla han sido obtenidos a través de la información de las empresas dedicadas a la producción de calzado, donde utilizan maquinaria semi industrial no automática.

Tabla 6.29 Datos de fallas (Elemento ejemplar)

Orden de falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)
I	t
1	1716
2	2088
3	2265
4	2756
5	3058
6	3941
7	5036
8	7049
9	8923
10	9034

Fuente: Autor.

Paso 4.

Ingresamos una columna de celdas a la derecha y calculamos el valor de la media Rank. Que es una relación entre un conjunto de elementos tales que para uno o varios criterios, el primero de ellos presenta un valor superior al segundo, este a su vez mayor que el tercero y así sucesivamente, el orden se refleja asignando a cada elemento. Para calcular el rango medio se establece la siguiente ecuación.

$$F(i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} \qquad \text{Ecuación (35)}$$

El valor de la media Rank también se puede obtener con mayor rapidez utilizando tabla 6.30 para valores (i, n) máximo hasta un i=7.

Tabla 6.30: Valores de Rango Medio (Elemento ejemplar)

i \ n	1	2	3	4	5	6	7
1	50	29,29	20,63	15,91	12,95	10,91	9,428
2		70,71	50	38,57	31,38	26,445	22,849
3			79,37	61,43	50	42,141	36,412
4				84,09	68,62	57,859	50
5					87,06	73,555	63,588
6						89,09	77,151
7							90,572
Nota	i: representa las columnas, n : representa las filas.						
Los valores encontrados están en porcentaje.							

Fuente: Apolinario M. 2008

Tabulando los datos se obtiene la tabla 6.31, donde se calcula los valores de media Rank (Mr) con la ecuación 45.

Tabla 6.31: Valores de orden de falla (i) y media Rank (Mr).

Orden de falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	Valor Media Rank
I	T	Mr
1	1716	0,06730769
2	2088	0,16346154
3	2265	0,25961538
4	2756	0,35576923
5	3058	0,45192308
6	3941	0,54807692
7	5036	0,64423077
8	7049	0,74038462
9	8923	0,83653846
10	9034	0,93269231

Fuente: Autor.

Paso 5.

Calculamos los valores $F(t)$ multiplicando por 100 a los valores de media Rank.

Teniendo la siguiente tabla:

Tabla 6.32: Valores F (t) , Elemento ejemplar.

Orden de falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	F(t)
I	T	F(t)
1	1717	8,33333333
2	2082	20,2380952
3	2263	32,1428571
4	2751	44,047619
5	3065	55,952381
6	3945	67,8571429
7	5093	79,7619048
8	7062	91,6666667

Fuente: Autor.

Paso 6

Graficamos los puntos (t; F (t)) con la siguiente consideración. En el eje X van los valores de “t” y en el eje “Y” van los valores de F (t). Según como se observa en la siguiente figura.

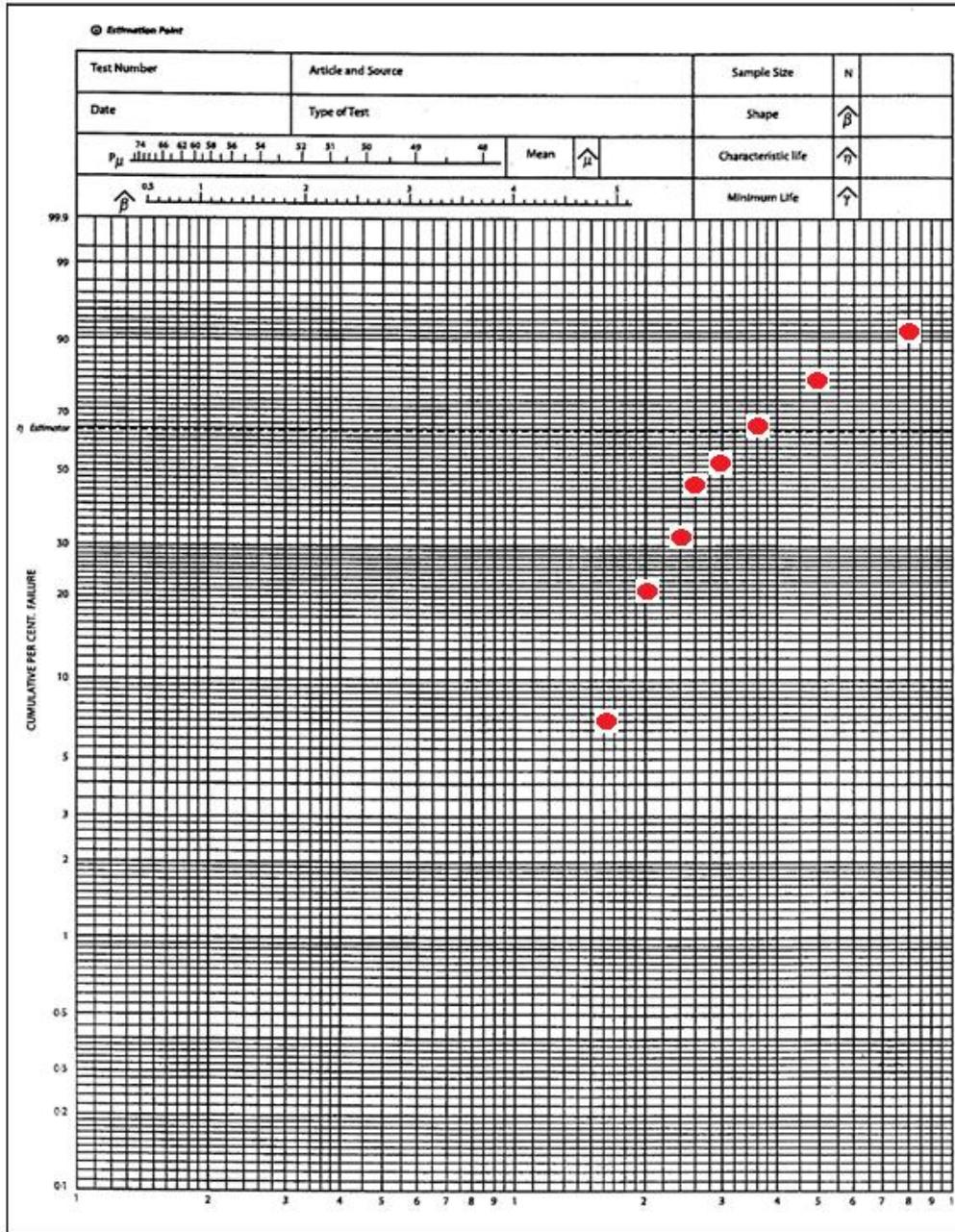


Figura 6.56: Ubicación de puntos $[i; F(t)]$ en gráfica de Weibull.

Fuente: Autor.

Paso 7

Después de graficados los puntos, trazamos una línea de color amarillo, tratando de que cubra todos los puntos $[i; F(t)]$ graficados. Es preferible manejar un mayor número de datos.

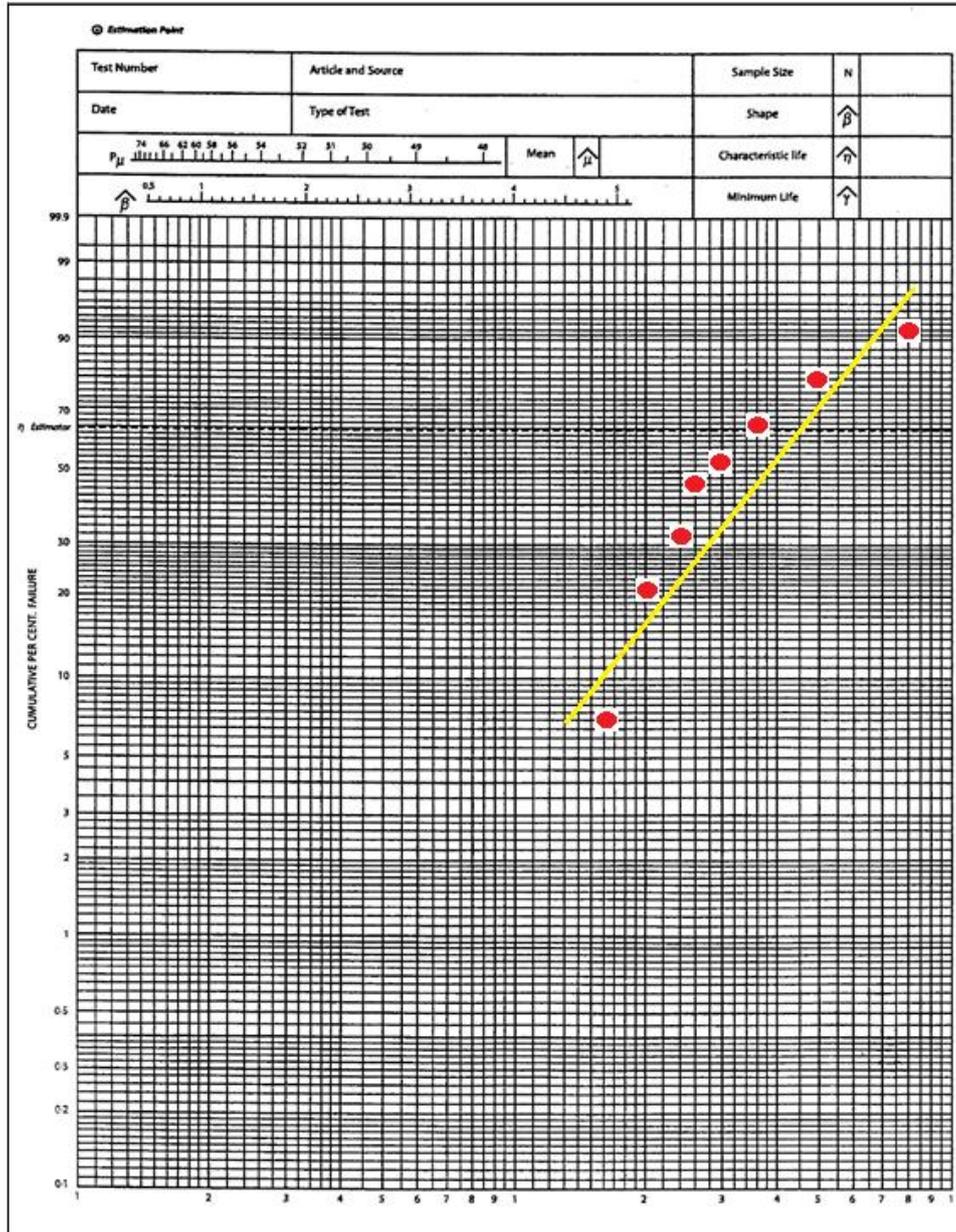


Figura 6.57: Trazado de línea sobre puntos.

Fuente: Autor

Paso 8

Luego haciendo referencia al punto (Estimación point) que se encuentra al lado izquierdo superior de la hoja, se debe trazar una línea (Color azul) que cruce en forma perpendicular a la recta antes trazada (Línea de color amarillo). Como se muestra a continuación.

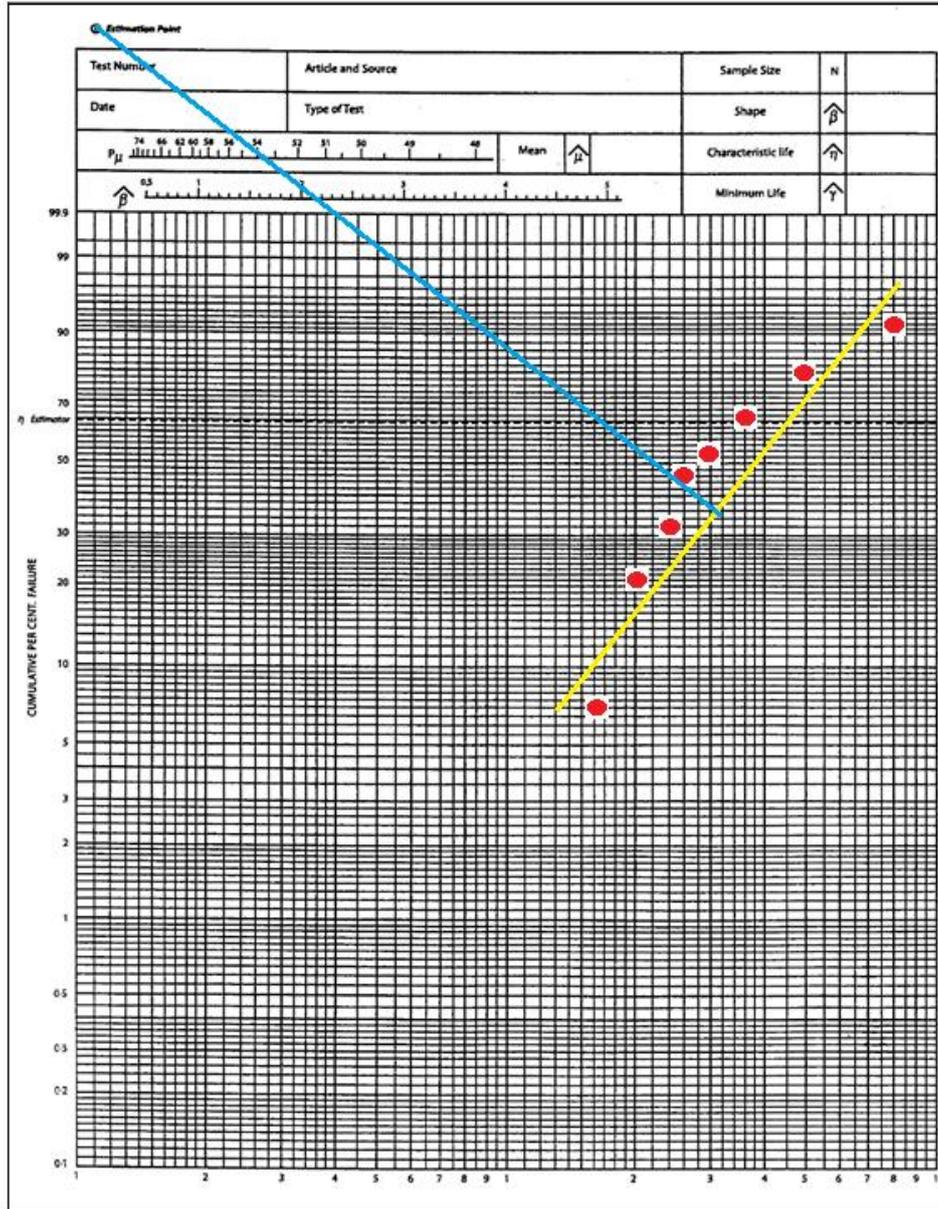


Figura 6.58: Trazado perpendicular de línea aproximado en puntos.

Fuente: Autor.

Paso 9

Si observamos con detalle, encontramos que la recta de color azul realizada, cruza 2 rectas ubicadas en la esquina superior izquierda, conocida como recta Pu y recta B. Estas rectas están graficadas a escala y en el cruce de estas rectas obtenemos los siguientes valores 1.9 en la una recta b y un valor de 58% en la recta Pu, el cual nos servirá para encontrar la media para la falla (μ). Con el valor obtenido (58%) trazamos una recta horizontal hasta encontrar a la recta inicial (Línea de color tomate), a continuación proyectamos esa recta al pie del eje x y encontramos el valor de la media (MTBF), en este caso es 3.8, valor que debe ser, multiplicado por 1000 teniendo 3800. En la siguiente figura se muestra el trazado de líneas generado.

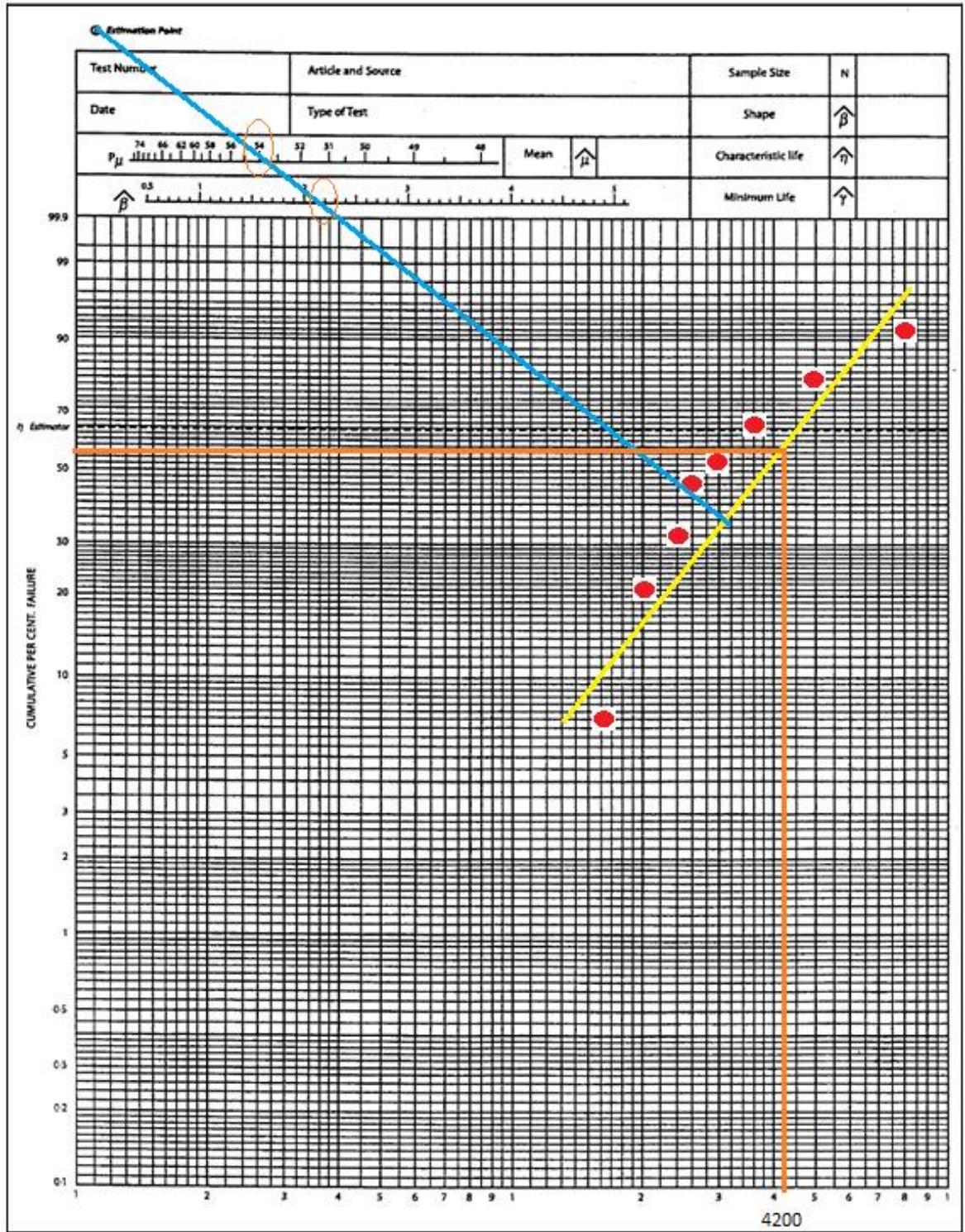


Figura 6.59: Trazado de línea del factor B

Fuente: Autor.

Paso 10

Trazamos una línea horizontal partiendo del punto denominado "n estimador, hasta cruzarla con la línea inicial de color negro, se continua con una proyección perpendicular hasta llegar al componente en el eje X. teniendo en este caso una valor estimado de 6700 como se muestra a continuación.

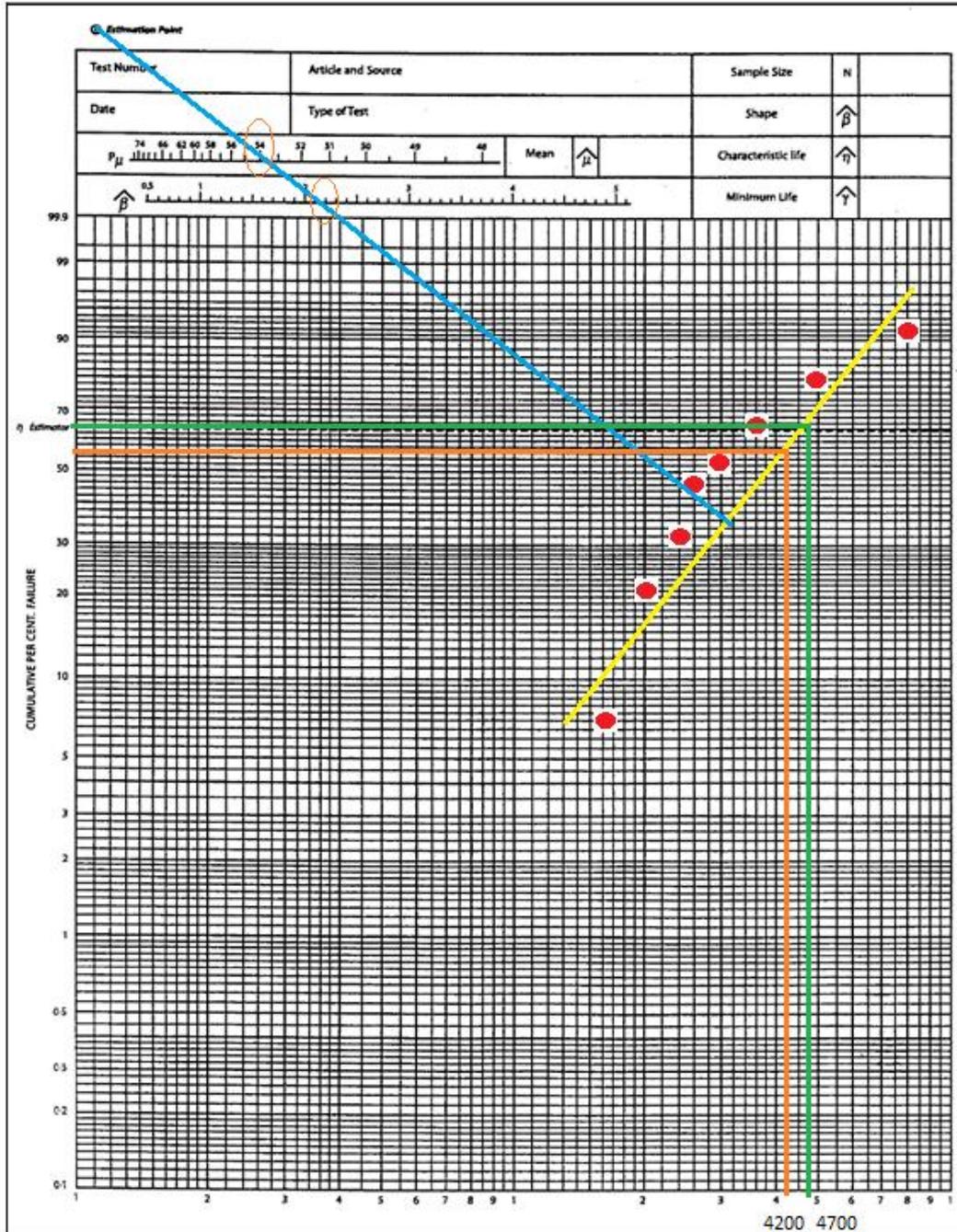


Figura 6.60: Obtención del factor n estimador.

Fuente: Autor.

Con el paso Número 10 realizado ya obtuvimos todos los parámetros establecidos en el procedimiento gráfico de Weibull que son:

Tabla 6.33: Parámetros de la curva de Weibull (Elemento ejemplar)

B	2.2	Valor Beta
n:	4200	Dato para confiabilidad
u :	4700	Dato para probabilidad de falla

Fuente: Autor.

Paso 11

Una vez obtenido los parámetros de confiabilidad de Weibull, ya se puede graficar la curva confiabilidad vs Tiempo, calculando primeramente $R(t)$, utilizando la ecuación 46

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-y}{n}\right)^B} \quad \text{Ecuación (36)}$$

Calculando el programa adecuado obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 6.34: Valores de $R(t)$ de Weibull (Elemento ejemplar)

Orden de falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	Valor Media Rank	F(t)	Confiabilidad de Weibull
I	t	Mr	F(t)	R(t)
1	1716	0,06730769	6,73076923	0,87843
2	2088	0,16346154	16,3461538	0,84032
3	2265	0,25961538	25,9615385	0,82155
4	2756	0,35576923	35,5769231	0,76811
5	3058	0,45192308	45,1923077	0,73466
6	3941	0,54807692	54,8076923	0,63691
7	5036	0,64423077	64,4230769	0,52118
8	7049	0,74038462	74,0384615	0,33989
9	8923	0,83653846	83,6538462	0,21504
10	9034	0,93269231	93,2692308	0,20894

Fuente: Talleres Quispe. 2016

Los valores del tiempo en que se produjo las fallas corresponden a la vida útil de una válvula neumática y ha sido obtenida en base a la información establecida por empresas dedicadas a la producción de calzado.

Paso 12.

Finalmente graficamos los valores obtenidos de la tabla 6.34, teniendo la figura 6.61 con dos curva: Confiabilidad versus tiempo (Curva Color azul) y Probabilidad de falla versus tiempo (Curva Color rojo).

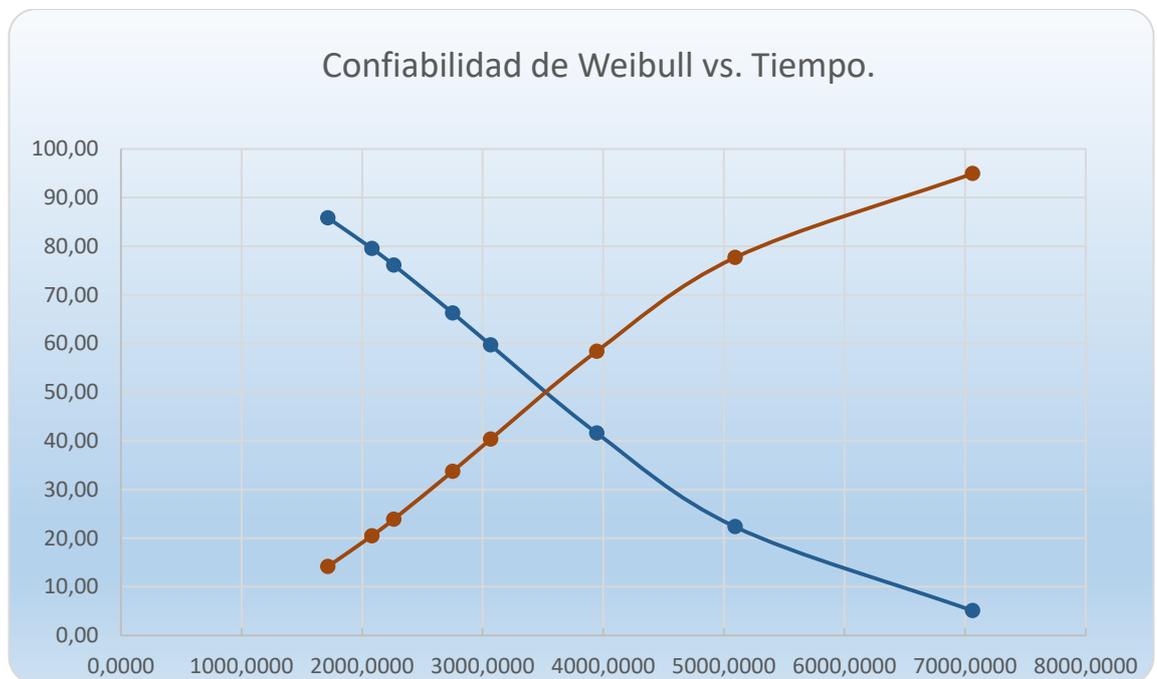


Figura 6.61 Confiabilidad (Línea roja) y Probabilidad de Falla (Línea azul) Versus tiempo (Horas)

Fuente: Autor

6.16.3.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El presente plan de mantenimiento predictivo, será aplicado a elementos de la máquina de troquelado automático que establezcan un mayor riesgo de falla. Ya que dentro de los procesos industriales de producción, estos elementos al no estar

operativos generan un costo. Es así que para predecir su comportamiento realizaremos un estudio de confiabilidad de Weibull. Los elementos de mayor riesgo de falla de una máquina para troquelado automático oleo-hidráulico son:

- **MANGUERAS OLEO-HIDRÁULICA.** Cumplen la función de conducir el fluido hidráulico a alta presión
- **ELECTROVÁLVULAS.** Cumplen la función de activar o desactivar el paso de aceite comprimible.
- **SENSORES INDUCTIVOS.** Cumplen la función de transmitir la señal eléctrica de cierre o apertura, dentro de un ciclo de trabajo.
- **PISTÓN HIDRÁULICO.** Cumple la función de generar un movimiento lineal con alta presión u caudal regulado.

A inicio del capítulo 6, se identificó claramente el procedimiento gráfico de Weibull. Es así que para agilizar el análisis de cada uno de los componentes, se realiza una programación en excel donde nos permita determinar los factores de confiabilidad de Weibull en forma directa y para cada elemento de análisis, utilizando el registro histórico obtenido para cada elemento de análisis.

6.16.3.8 DATOS HISTORICOS

Los datos históricos de falla de los siguientes elementos han sido obtenidos a través de la encuesta obtenida al taller de fabricación de calzado del Sr. Quispe, ubicado en el barrio Andiglata correspondiente al sector de Pinllo, cantón Ambato provincia de Tungurahua. Los propietarios de los equipos comunican que los datos han sido obtenidos en forma empírica a través de los registros parciales durante 5 años de funcionamiento, estas máquinas son de tipo oleo hidráulicas con accionamiento manual y se utiliza para troquelar el material de calzado principalmente cuero, que sirve para la fabricación del mismo a través del ensamble en forma artesanal. La información obtenida corresponde de las máquinas de marca ATOM con su código de serie F70 y su N° de matrícula es 2020513 de procedencia Italiana. Por petición de la empresa respecto a cuestiones de seguridad técnico económico no se publican datos financieros ni datos personales del mismo, sin embargo se evidencio su

actividad económica y su capacidad productiva con las máquinas hidráulicas utilizadas, para que el lector pueda ratificar la veracidad de la información y del servicio ofertado por dicha empresa. Además se dispone de la página web (www.aresitalia.info) para más detalles del equipo. A continuación se resumen los siguientes registros de fallas.

ANÁLISIS 1. MANGUERAS OLEO-HIDRÁULICA

Datos históricos y cálculos realizados en el análisis de la electroválvula.

(ANEXO 18)

Tabla 6.35: Registro histórico de fallas en unidad hidráulica.

REGISTRO DE FALLAS. UNIDAD HIDRÁULICA		CÁLCULOS	
Orden de falla (i)	Tiempo de fallas (t) Horas	Valor Media Rank	F(t)
i	T	Mr	F(t)
1	2672	0,0833	8,3333
2	3100	0,2024	20,2381
3	4800	0,3214	32,1429
4	5600	0,4405	44,0476
5	6050	0,5595	55,9524
6	7001	0,6786	67,8571
7	7706	0,7976	79,7619
8	8990	0,9167	91,6667
9	9400	1,0357	103,5714

Fuente: Talleres Quispe 2016.

GRÁFICA DE WEIBULL APLICADA A LA MANGUERAS OLEO-HIDRÁULICA

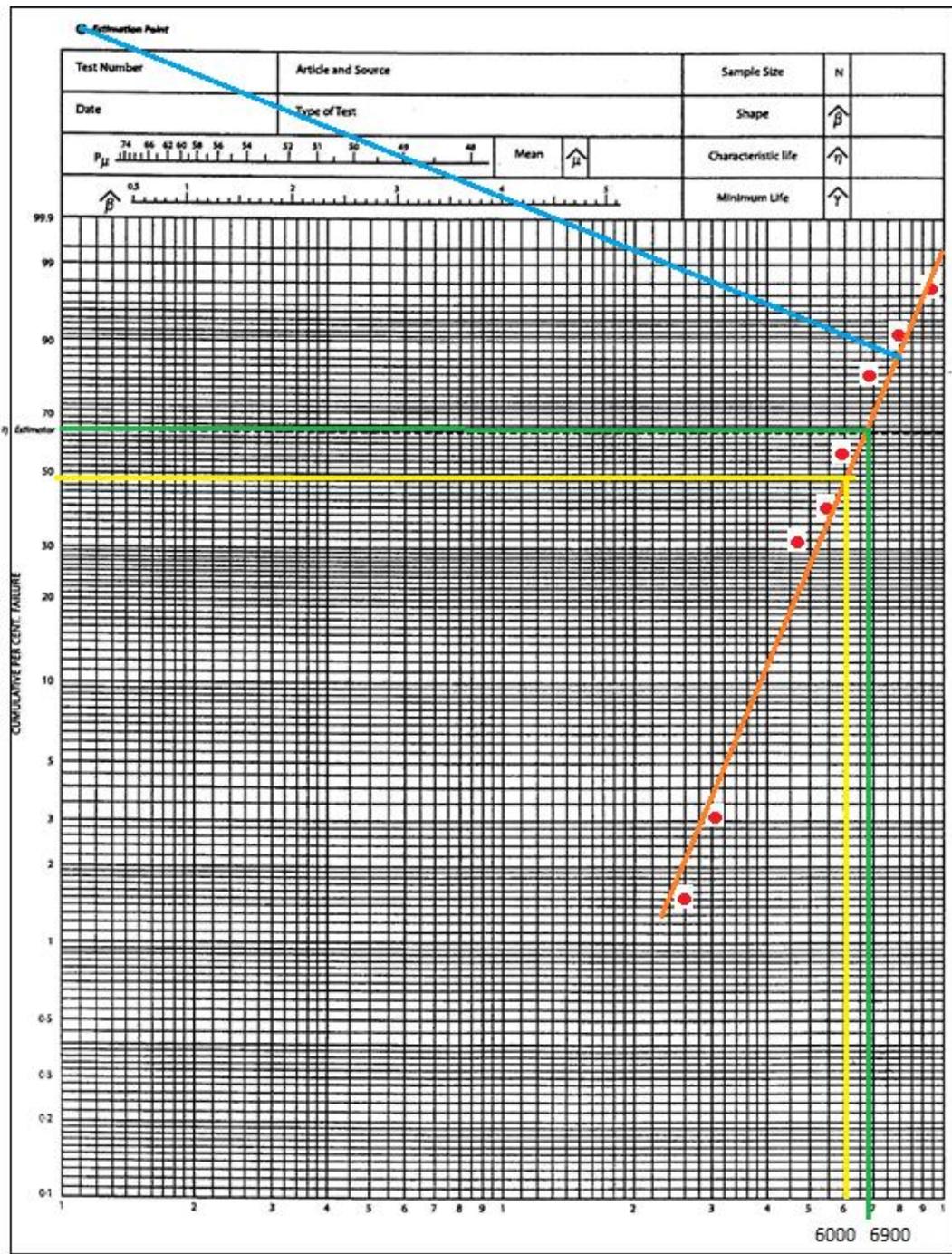


Figura 6.62 Papel de Weibull aplicado en las mangueras

Fuente: Autor.

PARÁMETROS DE WEIBULL OBTENIDOS PARA LA MANGUERAS OLEO-HIDRÁULICA

Tabla 6.36: Parámetros de fallas mangueras hidráulicas.

Beta:	4.2
n:	6000
u :	6900

Fuente: Juan Cruz

ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LA MANGUERAS OLEO-HIDRÁULICA

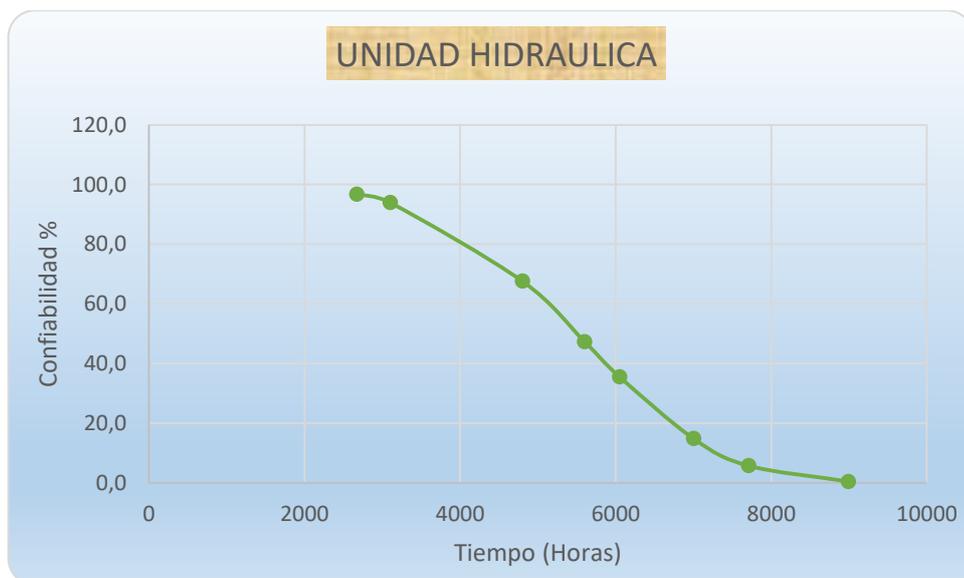


Figura 6.63: Curva Probabilidad de Falla Vs tiempo de la manguera

Fuente: Autor.

ANÁLISIS 2. ELECTROVÁLVULAS

Datos históricos y cálculos realizados en el análisis de la electroválvula en tabla 6.37 (ANEXO 18)

Tabla 6.37: Registro histórico de fallas (Electroválvula)

REGISTRO DE FALLAS ELECTROVÁLVULAS		CÁLCULOS
Falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	F(t)
I	T	F(t)
1	1480	8,33
2	2020	20,24
3	2187	32,14
4	2890	44,05
5	3056	55,95
6	3945	67,86
7	5192	79,76
8	7002	91,67

Fuente: Talleres Quispe 2016.

GRÁFICA DE WEIBULL APLICADA A LA ELECTROVÁLVULA

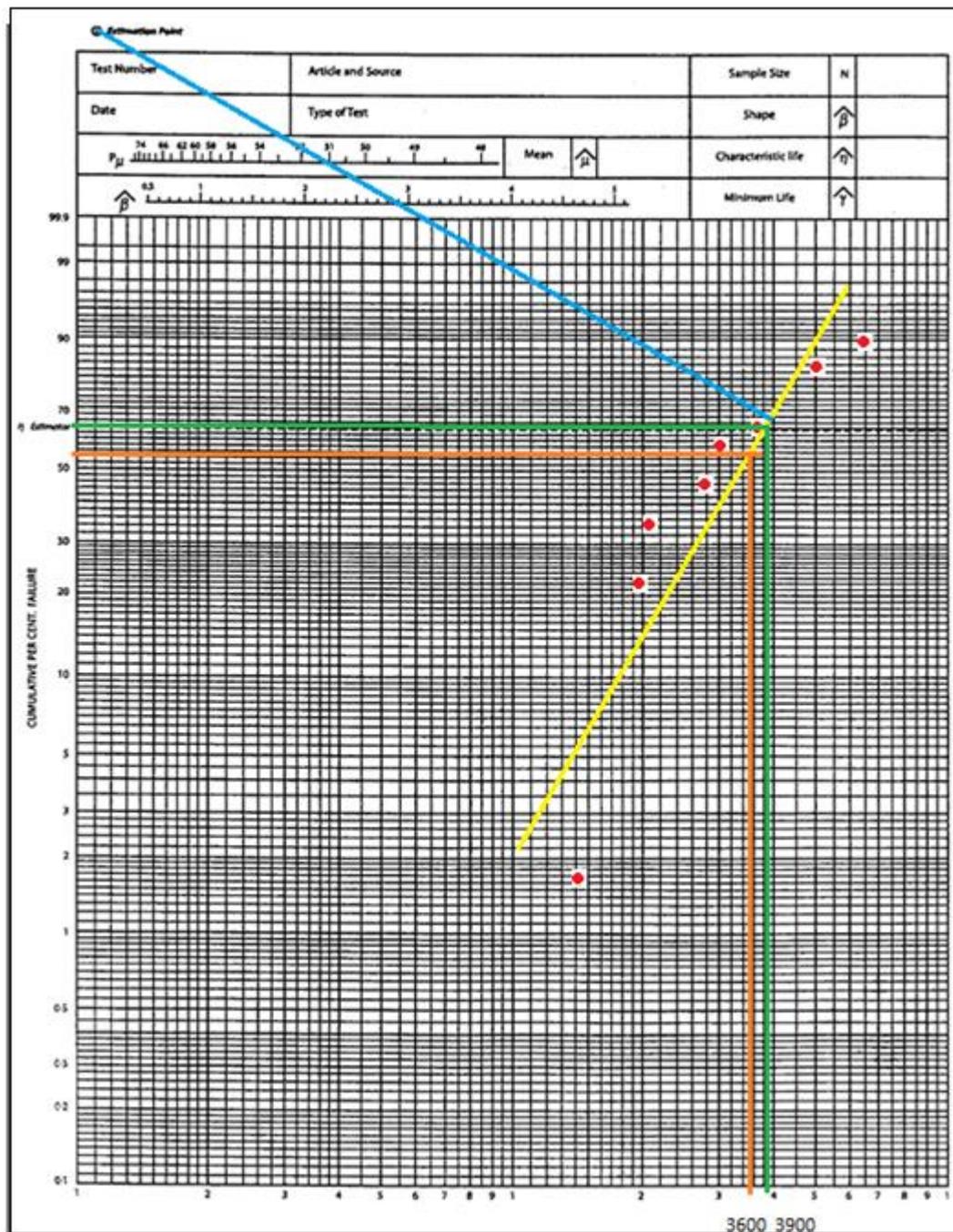


Figura 6.64: Papel de Weibull aplicado a la electroválvula.

Fuente: Autor.

PARÁMETROS DE WEIBULL OBTENIDOS PARA LA ELECTROVÁLVULA

Tabla 6.38: Parámetros de fallas (Electroválvula)

Parámetros Weibull	
Beta:	2.9
n:	3600

Fuente: Autor.

ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LA ELECTROVALVULA

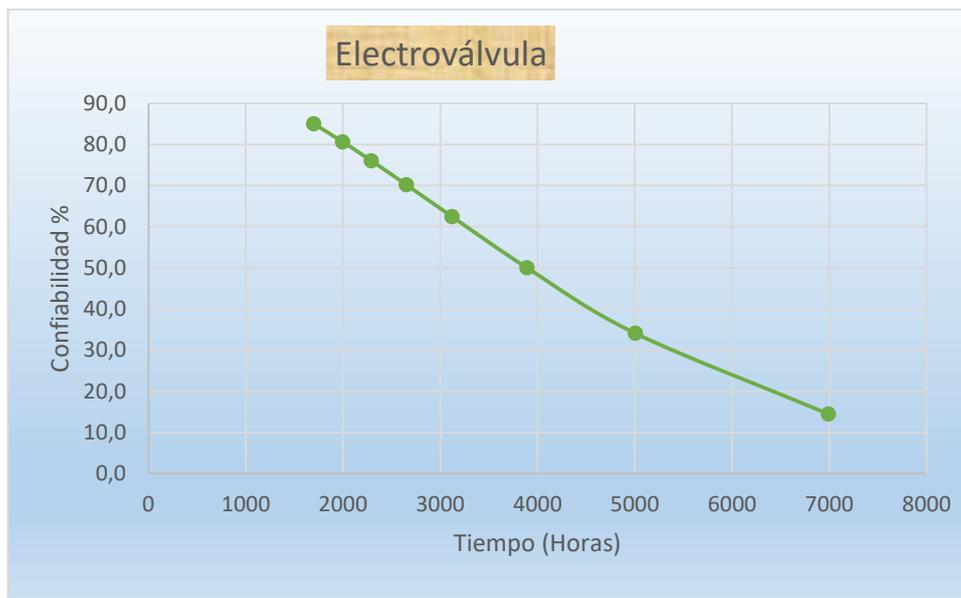


Figura 6.65: Curva Probabilidad de Falla Vs tiempo de la electroválvula.

Fuente: Autor.

ANÁLISIS 3. SENSORES INDUCTIVOS

Datos históricos y cálculos R_t (%) realizados en el análisis al sensor inductivo.

Tabla 6.12

Tabla 6.39: Registro histórico de fallas (Sensor inductivo)

REGISTROS DE FALLAS SENSORES INDUCTIVOS		CÁLCULOS
Falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	F(t)
I	t	F(t)
1	1698	8,33
2	1997	20,24
3	2290	32,14
4	2650	44,05
5	3120	55,95
6	3890	67,86
7	5005	79,76
8	6990	91,67

Fuente: Talleres Quispe 2016.

GRÁFICA DE WEIBULL APLICADA AL SENSOR INDUCTIVO

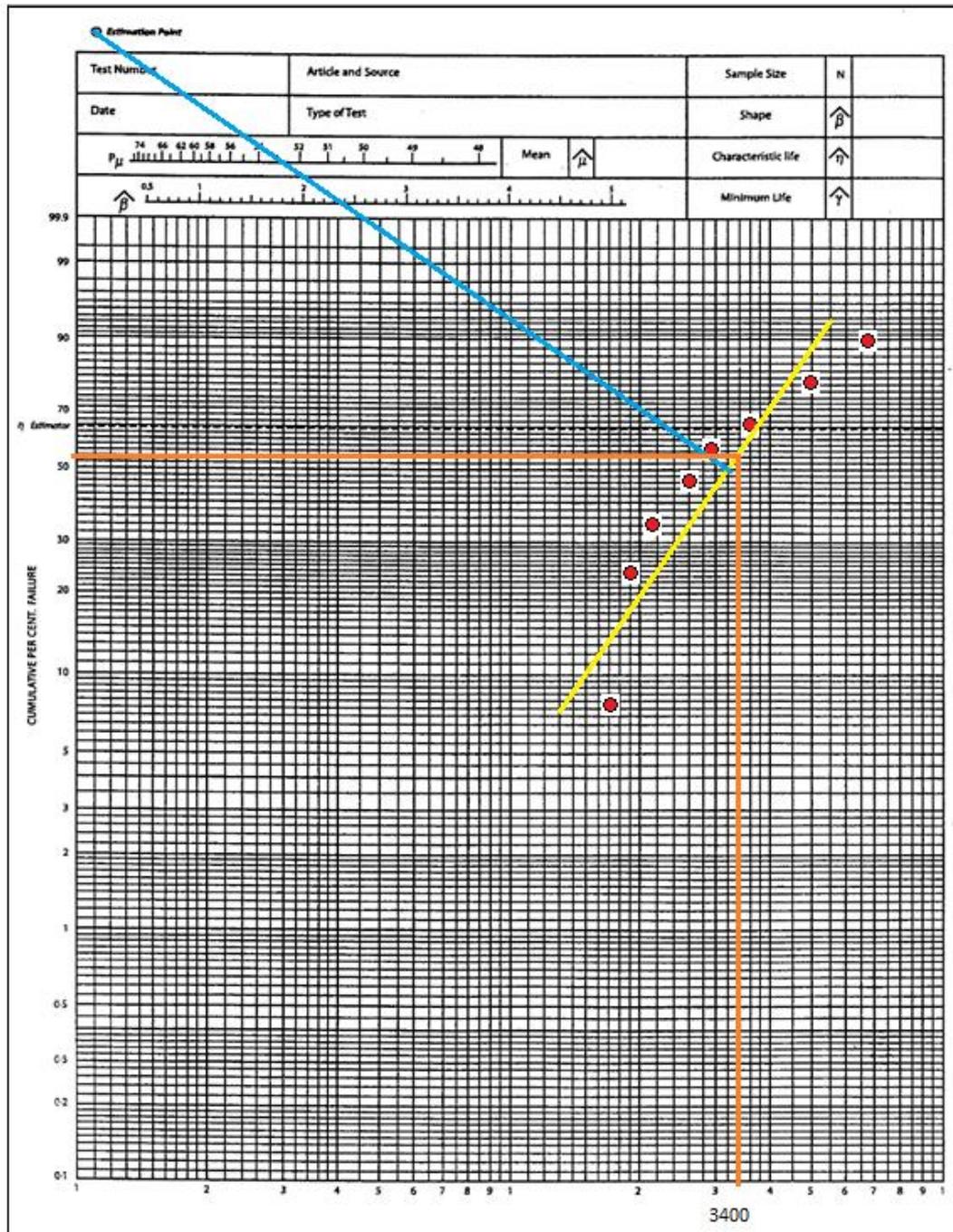


Figura 6.66: Papel de Weibull aplicado al sensor inductivo.

Fuente: Autor.

PARÁMETROS DE WEIBULL OBTENIDOS PARA EL SENSOR INDUCTIVO

Tabla 6.40: Parámetros de Weibull en sensor inductivo

Parámetros Weibull	
Beta:	2.4
n:	3400

Fuente: Juan Cruz

ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL SENSOR

Tabla 6.41: Valores de confiabilidad para el sensor inductivo.

DATOS		CÁLCULOS	
Falla	Tiempo en que se produjo las fallas (Días)	F(t)	R(t) Weibull
I	t	F(t)	R(t) %
1	1698	8,33	85,02
2	1997	20,24	80,61
3	2290	32,14	76,04
4	2650	44,05	70,22
5	3120	55,95	62,47
6	3890	67,86	50,05
7	5005	79,76	34,10
8	6990	91,67	14,51

Fuente: Talleres Quispe 2016.

Fuente: Autor

CURVA DE CONFIABILIDAD OBTENIDA EN EL SENSOR.

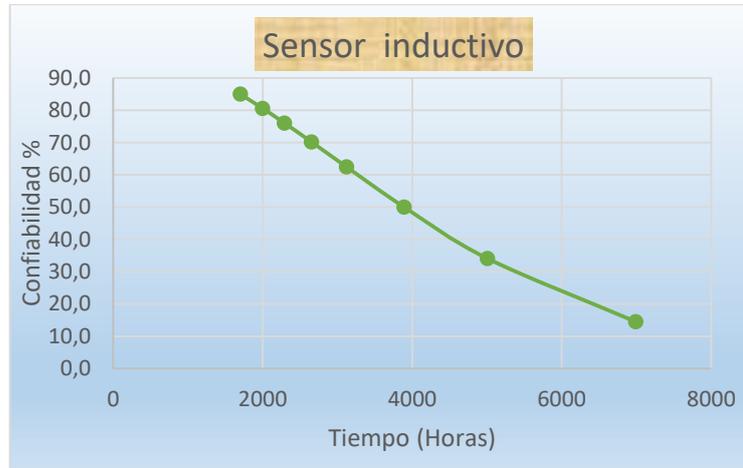


Figura 6.67: Curva Probabilidad de Falla Vs tiempo del Sensor

Fuente: Juan Cruz

ANÁLISIS 4. PISTÓN HIDRÁULICO

Datos propuestos y cálculos realizados en el pistón hidráulico, ver tabla 6.42

Tabla 6.42: Datos históricos de fallas en el pistón hidráulico.

REGISTRO DE FALLAS PISTÓN HIDRÁULICO		CÁLCULOS	
Falla	Tiempo en que se produjo las fallas (horas)	Valor Media Rank	F(t)
i	T	Mr	F(t)
1	5760	0,0833333	8,33
2	6234	0,202381	20,24
3	6500	0,3214286	32,14
4	7014	0,4404762	44,05
5	7350	0,5595238	55,95
6	8100	0,6785714	67,86
7	8600	0,797619	79,76
8	9000	0,9166667	91,67

Fuente: Talleres Quispe 2016.

GRÁFICA DE WEIBULL APLICADA AL PISTÓN HIDRÁULICO

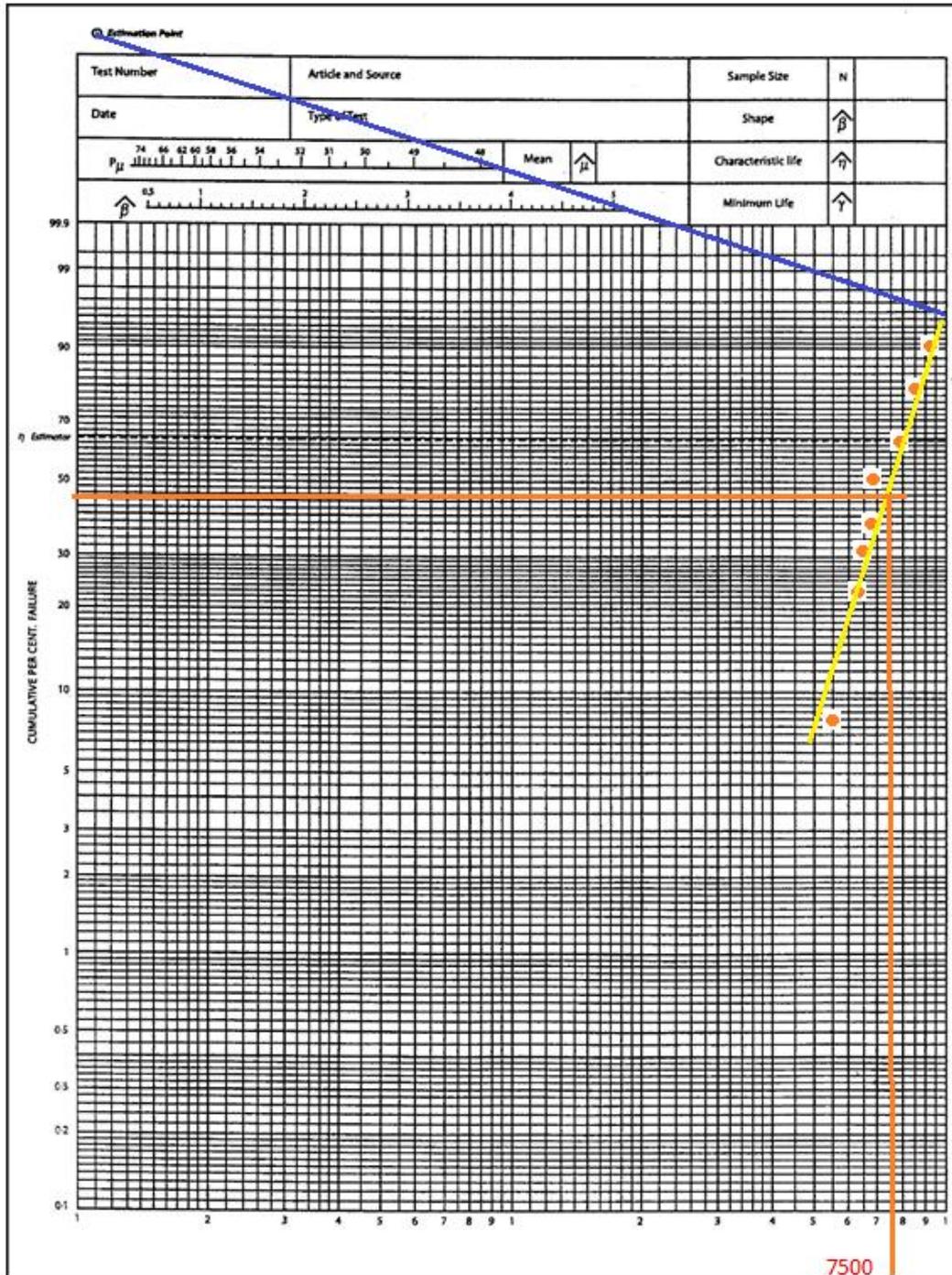


Figura 6.68: Probabilidad de Falla Vs tiempo en manguera oleo-hidráulica

Fuente: Autor.

Parámetros obtenidos a partir de la gráfica de Weibull al pistón hidráulico

Tabla 6.43: Parámetros de Weibull en pistón hidráulico

Parámetros Weibull	
Beta:	4,8
n:	7500

Fuente: Autor.

Curva de confiabilidad de Weibull obtenida al pistón hidráulico



Figura 6.69: Curva de Weibull del pistón oleo-hidráulico

Fuente: Autor.

6.17 RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 6.44: Resultados obtenidos a partir del estudio de confiabilidad de Weibull.

COMPORTAMIENTO DE LOS EQUIPOS EN FUNCIÓN DE ANÁLISIS DE WEIBULL				
	Tiempo de Inicio de trabajo (Horas) Confiabilidad al 100%	Confiabilidad obtenida en curva hasta el 70%	Confiabilidad obtenida en curva hasta el 50%	Confiabilidad obtenida en curva hasta el 10%
Mangueras hidráulica	2672	3000	5100	10000
Electroválvula	1480	2600	3900	7400
Sensor inductivo	1698	2500	3900	7100
Pistón Oleo-hidráulico	5760	6000	7000	9000

Fuente: Autor.

6.18 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Para elaboración de nuestro plan de mantenimiento predictivo, primero deberemos dar a conocer al lector su enfoque en la cual corresponde, a la medida y valoración periódica de una serie de variables de estado, lo que implica el manejo de una gran cantidad de datos que requieren medios físicos, de gestión y humanos. [1]

Los medios físicos son las variables que se pueden medir con algún tipo de instrumentos, Los medios de gestión son el software encargado de procesar dicha información y finalmente los medios humanos son los encargados de actuar físicamente durante la presentación de algún daño o cuando se haya identificado el problema con los medios anteriores mencionados.

Para obtener nuestro plan de mantenimiento debemos seguirlos siguientes pasos:

1. Definir el equipo para el mantenimiento predictivo.

Tabla 6.45. Definición del equipo

CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA DE TROQUELADO AUTOMÁTICO	
Definición de las máquinas:	Se define a la máquina de troquelado automático, como el conjunto de elementos capaces de generar cortes de forma y dimensión, según la matriz o molde establecido, a través de la presión hidráulica ejercida en el material de trabajo, bajo un proceso repetitivo en forma automática.
Identificación	Código : TA001
características	Funcionamiento eléctrico, fuerza oleo-hidráulico, costo económico accesible al micro empresario
Importancia en el proceso productivo.	Alta importancia

Fuente: Autor.

2.- Determinar los parámetros y técnicas de medida.

Tabla 6.46. Parámetros y técnicas de medición

PARÁMETROS	TÉCNICAS DE MEDIDA
Voltaje	Uso del voltímetro
Amperaje	Uso del amperímetro
Campo magnético	Aplicación de ensayo de partículas magnéticas
Temperatura	Uso del Pirómetro
Sonido	Aplicación de ensayo de ultrasonidos

Fuente: Autor.

3.- Estructurar la base de datos.

Tabla 6.47 Base de datos

	Pisto hidráulico	Sensor	Manguera hidráulica	Electroválvula
Frecuencia de chequeo	Medio	Periódico	Medio	Periódico
Alcance de las medidas de cada parámetro	Presión (Max 150 Bar)	Longitud de censado (5 mm)	Presión (Max 150 Bar)	Amperaje Máximo 2 A
Definición de rutas	Visual –Ensayo	Visual – Ensayo	Visual	Visual -Ensayo
Formación del personal	Técnico-calificado	Técnico-calificado	Técnico	Técnico-calificado
Definición de alarmas.	Media	Alta	Media	Alta

Fuente Autor.

4.- Elaboración del plan de mantenimiento predictivo, según curvas de comportamiento de Weibull. Ver tabla 6.48, con referencia a la base de datos.

6.19 REVISIÓN DE RESULTADOS

Una vez establecido el método de confiabilidad de Weibull en los componentes principales que conforman la máquina de troquelado, para así establecer un plan de mantenimiento predictivo, se observó que identificando los tiempos en que se produjeron las fallas a través de la tabulación de datos, estos pueden ser evaluados más futuro. Identificando tu confiabilidad y probabilidad de falla a través del tiempo, con un margen de seguridad del 95%.

6.20 CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA

- Realizando un estudio de ponderaciones, permitió seleccionar el tipo de troquelado, mecanismos y elementos de control para disponer de una
- máquina de troquelado automática y económica. Se obtuvo el diseño de la estructura que soportara todos los elementos de la máquina.
- Se identificó correctamente el tipo de bomba, elementos hidráulicos y circuitos de control eléctrico para la máquina.
- Se estableció un plan de mantenimiento predictivo en función de la curva de comportamiento de WEIBULL.

6.21 RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA

- Los componentes eléctricos, mecánicos e hidráulicos utilizados el diseño la máquina presente, generan seguridad en el diseño y sirven para reducir los costos, sin embargo los períodos de mantenimiento deben ser ejecutados según lo establecido.
- Considerando que la máquina obedece a un funcionamiento automático, se debe implementar un sistema de seguridad para el personal operativo.
- El plan de mantenimiento establecido por el método de Weibull es muy eficiente, y se puede aplicar en cualquier equipo mecánico, siempre y cuando el analista disponga de un amplio periodo histórico de fallas

MARCO ADMINISTRATIVO

6.22 RECURSOS

6.22.1 RECURSOS INSTITUCIONALES

La Universidad Técnica de Ambato y grupo de empresas de la provincia de Tungurahua serán de complemento para este proyecto, ya que proporcionaran la información para la realización de la investigación.

Tabla 6.49: Tabla de recursos institucionales

Recursos	Cantidad
Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	1
Fabricantes de calzado de la provincia de Tungurahua	1

Autor: Autor.

6.22.2 RECURSOS HUMANOS

Para el desarrollo de la investigación es necesario:

Tabla 6.50: Tabla de recursos humanos

Recursos	Cantidad
Tutor	1
Investigador	1

Autor: Autor

6.22.3 RECURSOS MATERIALES

Tabla 6.51: Tabla de recursos materiales

Descripción
Computadora portátil
Internet
Transporte
Servicios Básicos
Impresiones y Anillado
Materiales de oficina
Materiales Adicionales
Oficios institucionales

Autor: Autor

6.22.4 RECURSOS ECONÓMICOS

6.22.4.1 PRESUPUESTO

Tabla 6.52: Recursos económicos

Descripción	Precio (Dólares)
Compra recursos de oficina	30
Información electrónica	200
Material Bibliográfico	300
Costo de internet	150
Costo libros.	400
Transcripción, anillado y empastado	250
Costo de copias e impresiones	50
SUBTOTAL	1050
20% IMPREVISTOS	200
COSTO TOTAL	\$ 1250

Fuente: Autor.

6.22.4.2 FINANCIAMIENTO

El presente proyecto de investigación es autofinanciado.

7.0 BIBLIOGRAFÍA:

1. Núñez J. (2015). “las pequeñas industrias del calzado de Tungurahua y el cambio de la matriz productiva”. Ambato - Ecuador.
2. Cedeño, I; Gallardo, J; Izurieta Y. (2010). “Proyecto de inversión para la fabricación de una fábrica de calzado femenina de cuero para la ciudad de Guayaquil”. (Primera ed.) Ecuador.
3. Cesáreo, F. (1998). “Tecnología del mantenimiento industrial”. España. Editum.
4. Viteri, E. (2013). “Análisis y propuesta de fortalecimiento empresarial en el sector de la industria del calzado de cuero en el cantón Cotacachi”. Quito- Ecuador.
5. Jacobo, V. (2012). “Diseño de un sistema basado en el conocimiento para el proceso de troquelado”. Ambato - Ecuador.
6. Quispe, H. (2008). “Diseño del sistema de transmisión de potencia hidráulica de un alimentador de mineral de 150 hp”. Lima – Perú.
7. Mena P. (2015) “Diseño y simulación de una troqueladora semiautomática para corte de cuero de res de una capacidad de 5 toneladas” Quito – Ecuador.
8. Cigarroa C. (2012) “Diseño de un sistema basado en el conocimiento para el proceso de troquelado”. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional Autónoma. México.
9. Salazar G. (2014) “Proyecto de inversión para la instalación de una fábrica de calzado en la ciudad de Guayaquil”. (Tesis inédita de maestría). Universidad de Guayaquil - Ecuador.
10. Altamirano M. (2013). “Implementación y diseño de una estrategia global para generar negocios internacionales en el sector de calzado del cantón de Ambato-Tungurahua caso empresa Margorie. (Tesis inédita de maestría). Escuela Politécnica del Ejército. Quito - Ecuador.
11. Grijalva J. (2015). “las pequeñas industrias del calzado de Tungurahua y el cambio de la matriz productiva, (Tesis inédita de maestría).Unidad Académica. Quito – Ecuador.

12. Apolinario M. (2008). “Estimación de la confiabilidad en equipos mediante el análisis de Weibull. (Tesis inédita de maestría).Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.
13. Hernández Rubio, J.A. Ávila Velásquez F. A. Arámbula Téllez, S.A, Amador Pérez, E.A. (Julio 2015). Prensa Troqueladora electro- hidráulica. Ingeniería Mecánica Eléctrica.
14. Montero M, Espinoza F, Cervantes E. (Junio 2010). Estratégias constructivistas para el aprendizaje de las leyes de Newton. SIMAV.
15. Verdugo A. (2011). Diseño de Conexiones. Instituto Chileno del acero.
16. Richar G, J Keith. (2008), “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley”, Octava edición, México.
17. Quispe J. (2016). Taller de fabricación de calzado artesanal. Pinllo - Tungurahua – Ecuador.

ANEXOS.

ANEXO 1.

Resumen de empresas dedicada a la fabricación de calzado en la provincia de Tungurahua.

SOCIOS CALTU								
Nº	EMPRESAS	PRODUCCION	CIUDAD	REP. LEGAL	DIRECCION	TELEFAX	CELULAR	E-MAIL
	RITAI INHUMBERT	CALZADO	AMBATO	Sr. Guillermo Guerrero	Rosa Robalino 125 e Isidro Vilari	032845424	091120000 098327949	indumilros.vortec@hotmail.com wilvail2010@hotmail.es
1	BARON'S	CALZADO	AMBATO	Sr. Byron Barona	Huachi Chiso Las Cantinarias-Pasaje libro de paciones y Luis Felipe borja	032844870		joshesunarc@yahoo.com
2	CALZADO JOSHEFS	CALZADO	AMBATO	Sr. Marco Tituaña	Carton Cevallos 4 Esquinas via a la Uson	032872741 032580236	090675287 094864270	joshesunarc@yahoo.com
	CALZADO ANROY	CALZADO	QUITO	Sra. Eka Lucriliaga	Cadena Nuñez 625 y Galo Molina	02263533 022626435		infomacish@calzadosandy.com
3	CALZADO BARONIS	CALZADO	AMBATO	Sr. Wilmer Barona	Luis Felipe Borja pasaje precursor s/n	032401395 032845989	085595560	ynobelp@hotmail.com cabonolevisu@hotmail.com
4	CALZADO FAMILY	CALZADO	AMBATO	Sr. Wilson Supe	Av. Los Atis y Lavayen	032416641	088916711	calzadofamily@hotmail.com
5	CALZADO GAMOS	CALZADO	AMBATO	Sr. Miguel Gutiérrez	Pasaje Reinaldo Miño y Av. Atahualpa	032845355 032841540	092635569	calzado.gamos@andina.net www.calzadogamos.com.ec
6	CALZADO GARIZA	CALZADO	AMBATO	Sr. Miguel Garcia	Calle 4ta y la D Parque Industrial Ambato (Almacén)	032854414	092913596	galzariva72@yahoo.es calzadogalzariva@hotmail.com
7	CALZADO INFANTIL FLIPPER	CALZADO	GUAYAQUIL	Sr. Abelino Estrada Zhunio	San Martin 1115 entre Villavicencio y Guaranda	042410513 042411581		calzado_flipper@hotmail.com
8	CALZADO JULIO FERNANDEZ	CALZADO	CUENCA	Ing. Ivan Fernandez	Av. Circunvalacion Sur. S/n y Hernan Malo	072886842	092908723	ifernandez_shoes@hotmail.com
9	CALZADO LIMI	CALZADO	AMBATO	Sr. William Avias	Av. Los Atis y Av. El Condor (frente a los tanques de CEPE)	032845436 032844815	098700985	calzadolimi@andina.net wiasias24@andina.net www.calzadolimi.com
10	CALZADO MARCIA	CALZADO	AMBATO	Arq. Jorge Patricio Cherez	Imbabura s/n y Manuel Alcedo	032410094 032400016	084582061	jcherez60@yahoo.es lecha_320@yahoo.com.mx
11	CALZADO WILBAR'S	CALZADO	AMBATO	Sr. Wilson Barona	Nueve Ambato, Chasquis y Alamor	032990156 032990155	099856667	baronafabrica@hotmail.com wilbars@hotmail.com
12	CALZAFER CIA. LTDA.	CALZADO	AMBATO	Sr. Guido Alejandro Echeverría	Av. El Condor y Via Tangacha	032842119 032850841	095402974	calzafere@hotmail.com guidoecheverria_v@yahoo.com
13	CARVICALUCHO	SUELIAS	AMBATO	Dr. Mario Carpio	Km. 8 via Baños Barrio Cristal Totoras	032748121 032824701	095962722	mvil_car@yahoo.com carvicascho@yahoo.com
14	CESAR VACA MANUFACTURAS DE CALZADO	CALZADO	LATACUNGA	Sr. Cesar Vaca	2 de Mayo 76-109 y Juan Abel Echeverria	032801723 032802887	095321575	cesarvaca_calzado@yahoo.com.mx
15	CHECOBRAZ	MAQUINARIA	RIOBAMBA	Sr. Carlos Mejia	Azuay y Sucumbios Cda. El Conde casa 49 detrás del Hospital Andino	032040039	099219342	caros_mejia@yahoo.com
16	COMERCIAL YOLANDA SALAZAR CIA	INSUMOS	AMBATO	Ing. Alexandra Lopez	Martinez 08-11 y Juan B. Vela	032823834		cys_cj@cys.com.ec
17	CURTIDURIA TUNGURAHUA	PIELIS	AMBATO	Ing. Gonzalo Callejas	Av. Bolivariana y Seymour	032851112 032850701		gocallejas@curtiduriantungurahua.com mif@curtiduriantungurahua.com www.curtiduriantungurahua.com
18	D.C.R. COLLECTION	CALZADO	AMBATO	Sr. Angel Nuñez	Calle Jose de Antepara y 9 de Octubre Cda. San Juan Bellavista	032843707 032414809		dcrs17@live.com
19	DA CRIS	CALZADO	AMBATO	Sr. Daniel Nuñez	Calle Jose de Antepara y 9 de Octubre Cda. San Juan Bellavista	032843707 032414809 032416177	083426410	dacr17@live.com

Fuente: CALTU 2015

ANEXO 2
CADENA PRODUCTIVA EN EL MANUFACTURERO CALZADO

Cadena Productiva en el Sector Manufacturero Calzado	
Identificación de las oportunidades de mejora apartir del analisis del sector	
Crianza de Ganado	Falta de un instituto de desarrollo genético del ganado Falta de estandarización de la calidad del calzado de cuero
Camal o Centro de Faenamiento	Bajo cuidado en el tratamiento adecuado de la materia prima Inadecuado desposte del animal
Curación del Cuero	Ausencia de sistemas productivos limpios de bajo impacto ambiental Ampliación y mejora de procesos productivos
Manufactura	<div style="background-color: yellow; padding: 2px; display: inline-block;">Tecnología de Producción Obsoleta</div> Alta de Laboratorio de Pruebas de materiales Materia Prima complementaria para la producción importada totalmente
Comercialización	Mantener productos en percha Empirismo Administrativo Renovación estratégica comercial Abuso del benchmarking Utilización de herramientas modernas de marketing

Fuente: MCPEC 2011

ANEXO 3

NOTICIA INFORMATIVA

La producción de calzado camina con paso firme

INFORME

Desde hace tres años, la producción de calzado en el país subió en un 154%; los aranceles fueron un factor para su repunte.

Redacción Líderes

La industria del calzado ha experimentado un importante crecimiento desde el 2009. Datos de la Cámara de Calzado de Tungurahua (Caltu) señalan que de los 15 millones de pares de zapatos que se producía en el 2008, a escala nacional, se pasó a 28,8 millones en el 2011.

Mientras que el Ministerio de Industrias calcula que la producción de calzado se incrementó en un 154% entre el 2007 y el 2011.

Una de las principales razones para este repunte es la aplicación del arancel mixto, que entró en vigencia el 1 de junio del 2010.

Con estos aranceles, que imponen un gravamen de USD 6 más 10% ad valorem a cada par importado, se trata de proteger al calzado nacional; principalmente ante los productos con costos más reducidos que ingresaban de países como China, Colombia o Perú.

Lilia Villavicencio, presidenta de Caltu, recuerda que en el 2008 en el país existían alrededor de 600 empresas productoras de calzado que estuvieron a punto de quebrar. Pero gracias a las medidas gubernamentales se dinamizó este sector económico.

Según datos del Censo Económico 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el país existen 870 establecimientos que se dedican a la producción de zapatos.

Mientras que según Caltu, hasta este año están registrados 4.500 productores a escala nacional entre grandes, medianos, pequeños y artesanos. De este número, el 50% pertenece a la provincia de Tungurahua.

Con zapatos nacionales a precios competitivos se produjo el efecto dominó en el mercado, que desencadenó en mayores compras. Cifras del Ministerio de Industrias muestran que en el 2008 la venta interna de zapatos nacionales representó USD 165,7 millones. Para el 2011 la cifra escaló a USD 318 millones.

Alex Vinuesa, gerente de Marketing de Buestán, productora quiteña, define a los compradores de zapato ecuatoriano como personas de clase media: oficinistas y niños en etapa escolar. "El productor ecuatoriano se es-



Glenda Giacometti / EL COMERCIO

La fábrica Dacris. Esta tiene su planta de producción ubicada en Ambato. Busca innovar con diseños juveniles e informales.

tá especializando en las líneas formal y escolar; allí al momento no tenemos competidores externos", aseguró el funcionario.

Sin embargo, un asunto pendiente es el tema de las exportaciones. Actualmente, una de las empresas que envía mercadería al exterior es Plásticacho Industrial S.A. Esta compañía, también

ambateña, exporta zapatos de lona, botas de caucho y calzado escolar de cuero a Colombia y Perú.

Por lo pronto, otras productoras buscan especializarse y mejorar la producción y los diseños del calzado para abrirse espacio en el exterior. Para conocer más del tema lea la nota completa en www.revistalideres.ec.

Fuente: El Comercio 2015.

ANEXO 4

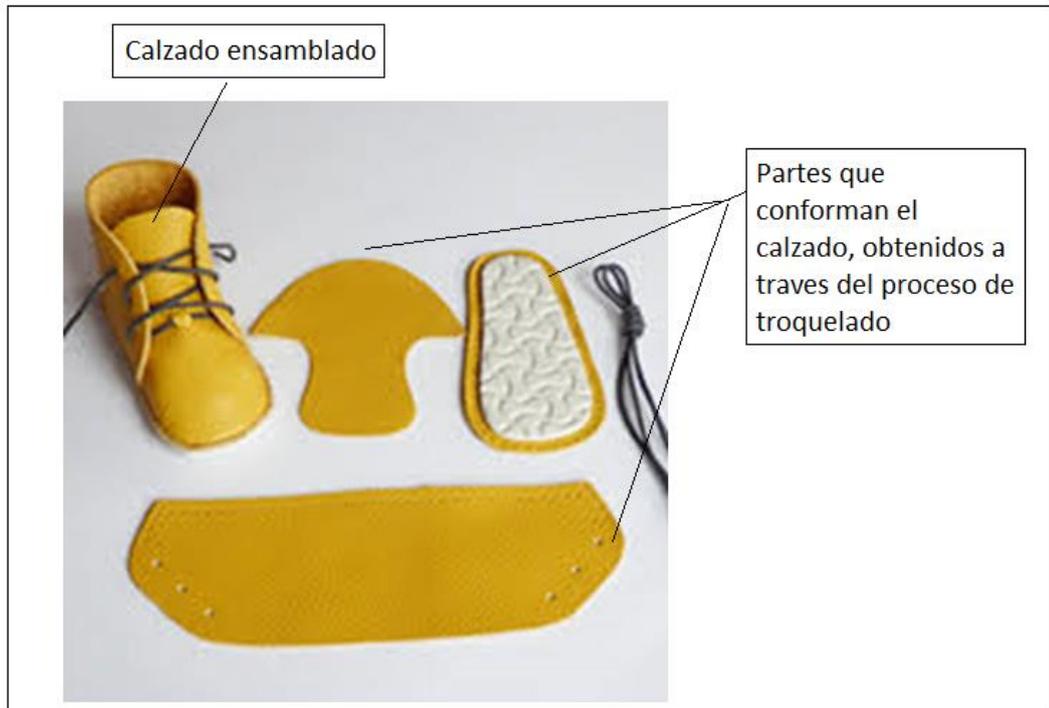
CIUDADES PRODUCTORAS DE CALZADO CON MAYOR IMPORTANCIA EN EL ECUADOR.

ZONAS	CIUDAD	INDUSTRIA
Sierra	Quito	Calzado Buestan
	Quito	Calzado Eunity
	Quito	Calzado Pony S.A.
	Quito	Plásticos Industriales C.A. Pica
	Quito	Calzado Anndy
	Quito	Fabrical
	Quito	Industria Ecuatoriana de Calzado
	Quito	Calzado BestCia. Ltda.
	Ambato	Calzado Cáceres
	Ambato	Industrias de calzado Ambato (Ambacalza S.A.)
	Ambato	Torino
	Ambato	Creaciones Anabel
	Ambato	Calzado Vanesa
	Ambato	Gamos
	Ambato	Calzado Venus
	Ambato	Calzado Mishell
	Ambato	Elani' sshoes
	Ambato	Calzado Livi
	Ambato	Shoes Luigi Valdini
		Cuenca
Costa	Guayaquil	Calzado León
	Guayaquil	Calzado Zulay

Fuente: CALTU

ANEXO 5

DESPIECE DE CALZADO SIMPLE, OBTENIDO EN EL PROCESO DE TROQUELADO, PARA POSTERIOR SER ENSAMBLADO.



Fuente: Autor.

ANEXO 6. MODELO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Objetivo: Identificar cual es el proceso de troquelado que utilizan actualmente los productores de calzado de la provincia de Tungurahua.

Nombre de la empresa:

1.- ¿El proceso para la fabricación de calzado, de su empresa es?

- a) Artesanal () b) Tecnicado ()

2.- ¿Qué tipo de calzado fabrica su empresa en mayor capacidad?

- a) Casual () b) Deportivo () c) Escolar ()

3.- Para cortar la materia prima en el proceso de fabricación de calzado. ¿Qué tipo de accionamiento utiliza su máquina de troquelado?

- a) Mecánica () b) Neumática () c) Hidráulica () d) Manual ()

4. La máquina que usted utiliza para troquelar. ¿Qué tipo de automatización es?

- a) Semi automática. Donde interviene parcialmente el operador ()
b) Automática. Donde no interviene el operador ()

5.- ¿Qué tiempo trabajan sus máquinas de troquelado?

- a) 24 Horas ()
b) 12 Horas ()
c) 8 Horas ()
d) 6 Horas ()
e) Menos de 6 horas ()

6.- ¿Cuántos días trabajan sus máquinas de troquelado?

- a) 5 días por semana. () b) 7 días por semana. ()

7.- ¿Cuántas máquinas dispone para su producción de calzado? En caso de fabricar en forma no industrial, Indicar ¿Cuántas personas trabajan?

Máquinas

Personas

ANEXO 7. FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL GAUSIANA

Función de distribución acumulada de la distribución normal (gausiana)

$$\Phi(z_\alpha) = \int_{-\infty}^{z_\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$$

$$= \begin{cases} \alpha & z_\alpha \leq 0 \\ 1 - \alpha & z_\alpha > 0 \end{cases}$$

Z_α	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3238	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480
2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272	0.00264
2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139

[continúa]

Fuente: Shigley 2008

ANEXO 8
DESGASTES COMUNES EN BOMBAS DE ENGRANAJES.



Fuente: H. Quispe. 2008

ANEXO 9
MEDIDAS DE FABRICACIÓN ESTÁNDAR IPE 160 (CATÁLOGO
DIPAC)

PERFILES LAMINADOS
IPE

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00m y 12,00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



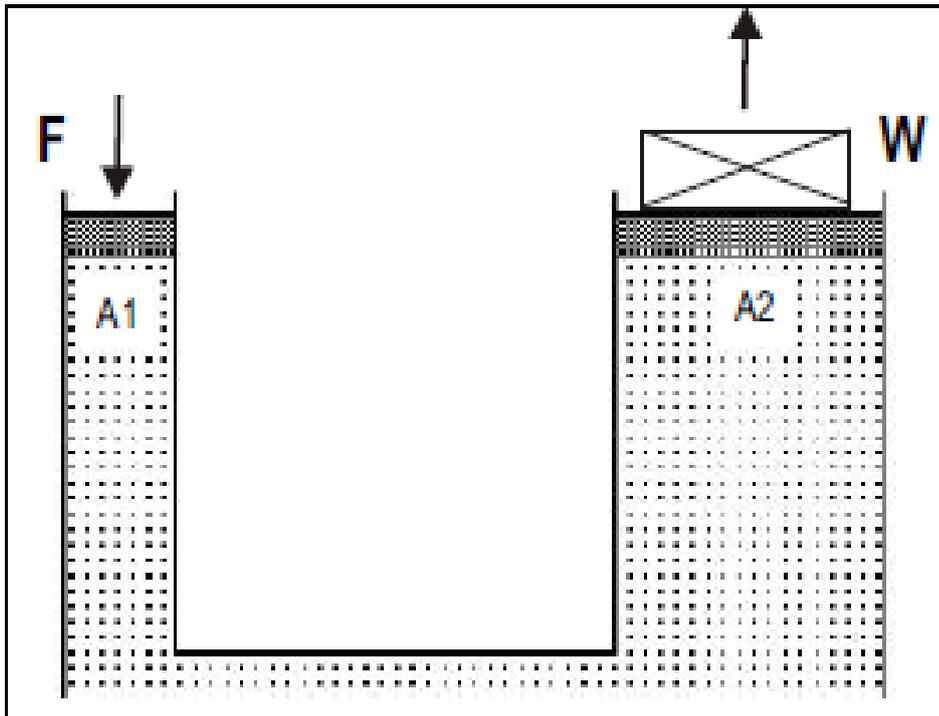
IPE

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION	PESOS	TIPOS			
	h	s	g	t	R			cm ²	kg/mt	I _x	I _y
	mm	mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00

Fuente: WWW.DIPAC.COM

ANEXO 10
PRINCIPIO DE PASCAL

El principio de Pascal, establece que al aplicar una pequeña fuerza F (Ejercida) sobre un émbolo pequeño (Área A_1), produce sobre el émbolo una presión interna en la cámara, generando en la salida (Área A_2) una fuerza mayor



Fuente: Manual básico de oleo - hidráulica. 2005

ANEXO 11

LEY DE NEWTON

Es importante identificar la ley de newton para calcular las fuerzas inmersas en una troqueladora de puente.

Segunda ley de Newton



La **aceleración** de un objeto es directamente proporcional a la **fuerza neta** actuando sobre el, e inversamente proporcional a la masa del objeto.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m}, \text{ donde } \vec{F}_{net} = \sum \vec{F} \qquad \vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

Unidad de la fuerza en el SI de unidades:
 $1 \text{ newton} = 1 \text{ N} = 1 (\text{kg})(\text{m}/\text{s}^2) = 1 \text{ kg m}/\text{s}^2$

FLORENCIO PINILLA - USMIL 77 30/03/2019 22:13

Fuente. Física de Schaum. 2000

ANEXO 12

FICHA TÉCNICA CONTACTORES SIEMENS

© Siemens AG 2011

Aparatos de maniobra – Contactores y combinaciones de contactores

Introducción

Sinopsis



Tamaño	500					80					
Tipo	3RT20 1					3RT20 2					
Contactores 3RT20											
Tipo	3RT20 16 3RT20 16 3RT20 17 3RT20 18					3RT20 23 3RT20 24 3RT20 25 3RT20 26 3RT20 27 3RT20 28					
Accionamiento AC y DC	(pág. 3/11, 3/13)					(pág. 3/12, 3/14)					
Tipo	-					-					
AC-3											
I_n AC-3/400 V	A	7	9	12	16	9	12	16	25	32	38
400 V	MW	3	4	5,5	7,5	4	5,5	7,5	11	15	18,5
230 V	kW	2,2	3	3,5	4	3	3	4	5,5	7,5	7,5
500 V	kW	3,5	4,5	5,5	7,5	4,5	7,5	10	11	15,5	18,5
690 V	kW	4	5,5	5,5	7,5	5,5	7,5	11	11	15,5	18,5
1000 V	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC-4 (con $I_n = 6 \times I_n$)											
400 V	MW	3	4	4	5,5	4	5,5	7,5	7,5	11	11
400 V (200 000 ciclos de maniobra)	kW	1,15	2	2	2,5	2	2,5	3,5	4,4	6	6
AC-1 (40 °C, ≤ 600 V)											
I_n	3RT20 A	16	22	22	22	40	40	40	50	50	50
Accesorios para contactores											
Bloques de contactos auxiliares											
frontales	3RH29 11	(pág. 3/66)				3RH29 11	(pág. 3/66)				
laterales	3RH29 11	(pág. 3/71)				3RH29 21	(pág. 3/71)				
Bloques de relés temporizadores											
	3RA28 1.	(pág. 3/61, 3/63)				3RA28 1.	(pág. 3/61, 3/63)				
Módulos de fusión											
	3RA27 1.-.AA00	(pág. 3/61, 3/66)				3RA27 1.-.AA00	(pág. 3/61, 3/66)				
Limitadores de sobretensión											
	3RT29 16	(pág. 3/75)				3RT29 26	(pág. 3/75)				
Relés de sobrecarga 3RU2 y 3RB3 (aparatos de protección -> relés de sobrecarga)											
3RU21 térmico, Clase 10	3RU21 16	0,11 ... 16 A (capítulo 5)				3RU21 26	1,6 ... 40 A (capítulo 5)				
3RB3/31 electrónico, Clase 5, 10, 20 y 30	3RB30 16	0,1 ... 16 A (capítulo 5)				3RB30 26	0,1 ... 40 A (capítulo 5)				
	3RB31 13					3RB31 23					
Interruptores automáticos 3RV20 (aparatos de protección -> interruptores automáticos)											
Tipo	3RV20 11	0,11 ... 16 A (capítulo 5)				3RV20 21	11 ... 40 A (capítulo 5)				
Bloques de conexión	3RA29 11	(capítulo 5)				3RA29 21	(capítulo 5)				
Combinaciones para inversión 3RA23											
Aparatos completos	Tipo	3RA23 16	3RA23 16	3RA23 17	3RA23 18	-	3RA23 24	3RA23 26	3RA23 26	3RA23 27	3RA23 28
		(pág. 3/23)					(pág. 3/25)				
400 V	MW	3	4	5,5	7,5	-	5,5	7,5	11	15	18,5
Kit de módulos de cableado											
	3RA29 13-3AA	(pág. 3/26)				-	3RA29 23-3AA	(pág. 3/26)			
Módulos de fusión											
	3RA27 1.-.BA00	(pág. 3/61)				-	3RA27 1.-.BA00	(pág. 3/61)			
Combinaciones entre triángulo 3RA24											
Aparatos completos	Tipo	3RA24 16	3RA24 16	3RA24 17	-	3RA24 23	3RA24 26	3RA24 26	-	-	-
		(pág. 3/31)					(pág. 3/33)				
400 V	MW	5,5	7,5	11	-	11	19/18,5	22	-	-	-
Kit de módulos de cableado											
	3RA29 23-2BB	(pág. 3/34)				3RA29 23-2BB	(pág. 3/34)				
Módulos de fusión											
	3RA27 1.-.CA00	(pág. 3/61)				3RA27 1.-.CA00	(pág. 3/61)				

Nota

Los parámetros de seguridad para contactores los encontrará en el catálogo IC 10 · 2011 en el CD-ROM adjunto: "Anexo" -> "Normas y aprobaciones" -> "Sinopsis"

Fuente. WWW.SIEMENS.COM

ANEXO 13

FICHA TÉCNICA. RELE TÉRMICO DE SOBRECARGA

© Siemens AG 2011

Relés de sobrecarga

Relés térmicos de sobrecarga SIRIUS 3RU2

3RU2 hasta 40 A
para aplicaciones estándar

Sinopsis



Relé térmico de sobrecarga SIRIUS 3RU21 2S-4P300

Los relés térmicos de sobrecarga 3RU21 hasta 40 A han sido concebidos para proteger en función de la intensidad a los consumidores con arranque normal contra el calentamiento excesivo por sobrecarga o corte de fase.

En caso de sobrecarga o corte de fase, la corriente por el motor aumenta superando la intensidad asignada del motor ajustada. A través de elementos calefactores, esta subida de corriente va calentando las bandas bimetálicas que se encuentran en el interior del relé y que, debido a su deflexión, maniobran los contactos auxiliares a través de un mecanismo de disparo. Estos contactos desconectan el motor a través de un contactor. El tiempo de corte depende de la relación entre la intensidad de disparo y la intensidad de ajuste I_n y está guardado en la memoria en forma de una característica de disparo estable a largo plazo.

El estado "disparado" se señala mediante un indicador de posición de maniobra. El rearme se realiza manual o automáticamente tras un tiempo de disponibilidad determinado.

Los aparatos se fabrican de forma compatible con el medio ambiente a partir de materiales ecológicos y reciclables.

Cumplen todas las normas y homologaciones importantes a nivel mundial.

Los relés de sobrecarga 3RU11 de los tamaños S2 y S3 los encontrará en la página 5/27 y siguientes.

Tecnología de conexión

Dependiendo de la versión de los relés de sobrecarga térmicos 3RU2, los bornes de conexión para de tornillo, de resorte o terminal de cable en anillo están realizados tanto para el circuito principal como para el circuito auxiliar.

- Borne de tornillo
- Borne de resorte
- Terminal de cable en anillo

Estas conexiones están marcadas en las tablas correspondientes mediante los símbolos representados sobre trasfondo naranja.

Modo de protección "Seguridad elevada" EEx e según I a directiva ATEX 94/9/CE

Los relés térmicos de sobrecarga 3RU21 son adecuados para proteger contra sobrecargas a motores protegidos contra explosiones con el modo de protección "Seguridad elevada" EEx e. Los relés cumplen los requisitos de la norma EN 60079-7 (Equipos y materiales eléctricos para áreas con peligro de explosión - Seguridad elevada "e"); ver www.siemens.com/industrial-controls/atax.

Se ha presentado el certificado de examen "CE" de tipo para la categoría (2) G/D. Más información bajo consulta.

Gama de aplicación

Sectores industriales

Los relés térmicos de sobrecarga 3RU21 ofrecen soluciones idóneas para los clientes de todos los sectores industriales que deseen obtener la óptima protección de sus consumidores eléctricos (p. ej. motores) en función de la intensidad y con condiciones normales de arranque (Clase 10).

Campo de aplicación

Los relés térmicos de sobrecarga 3RU21 están diseñados para proteger motores monofásicos y trifásicos de corriente continua y de corriente alterna.

Si se trata de proteger consumidores de corriente continua o alterna monofásicos por medio del relé térmico de sobrecarga 3RU21, deberán calentarse todas y cada una de las tres bandas bimetálicas. Por eso deben conectarse en serie todos los circuitos principales del relé.

Condiciones ambientales

Los relés térmicos de sobrecarga 3RU21 compensan temperaturas según IEC 60947-4-1 en el rango de temperatura de -40°C a $+60^{\circ}\text{C}$. En caso de temperaturas en el margen de $+60^{\circ}\text{C}$ a $+80^{\circ}\text{C}$ habrá que reducir el valor de ajuste superior del rango a un determinado factor.

Temperatura ambiente	Factor de reducción para el valor de ajuste superior	
	Rangos de intensidad	
$^{\circ}\text{C}$	0,11 ... 20 A	17 ... 40 A
+60	1,0	1,0
+65	0,94	0,97
+70	0,87	0,94
+75	0,81	0,90
+80	0,73	0,86

Fuente. WWW.SIEMENS.COM

ANEXO 14

FICHA TÉCNICA. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE MANIOBRA O PULSADORES.



	3SB32	3SB30, 3SB32	3SB31, 3SB33	3SB35, 3SB36
Pulsadores y lámparas de señalización				
Forma constructiva				
Diámetro nominal	18 mm	22 mm	26 x 26 mm	22 mm
Versión	Plástico, redondo	Plástico, redondo	Plástico, cuadrado	Metal, redondo
Actuadores				
Pulsador e interruptor pulsador	✓ ¹⁾	✓	✓	✓
Pulsador e interruptor pulsador luminoso	✓ ¹⁾	✓	✓	✓
Pulsador de señal	--	✓	--	✓
Interruptor de presión y tracción	--	✓	--	✓
Pulsador de señal de parada de emergencia	✓	✓	✓	✓
Múltiple	✓	✓	✓	✓
Cerraduras	✓	✓	✓	✓
Actuadores especiales				
Manipuladores	--	✓	--	--
Pulsadores dobles	--	✓	--	--
Accionamiento de potenciómetro	--	✓	--	--
Aparatos señalizadores				
Lámparas de señalización	✓	✓	✓	✓
Avisadores acústicos	--	✓	--	--
Bloques de contactos				
1 polo	✓	✓	✓	✓
2 polos	✓	✓	✓	✓
Portalámparas				
Base en cuna	✓	✓ (con espigas de soldadura)	✓ (con espigas de soldadura)	✓ (con espigas de soldadura)
Zocalo BA 9s	--	✓	✓	✓
Con LED integrado	--	✓	✓	✓
Conexiones				
Conexión por enchufe	✓	--	--	--
Bornas de tornillo	--	✓	✓	✓
Bornas de resorte	--	✓	✓	✓
Pines de soldadura	✓	✓	✓	✓
AS-Interface	--	✓	✓	✓

Soluciones AS-Interface

Los aparatos de mando y señalización de la serie SIRIUS 3SB3 se pueden conectar de forma rápida y segura al sistema de comunicación AS-Interface.

Para las distintas soluciones de AS-Interface, ver catálogo IK PI "Comunicación industrial para Automation & Drives".

Parada de emergencia AS-Interface según ISO 13850

Standard AS-Interface con comunicación de seguridad permite conectar de forma directa los aparatos de parada de emergencia según ISO 13850 (antes: EN 418) a través de un adaptador F especial (ver página 10/26).

Cajas AS-Interface

Las cajas con equipamiento estándar están incluidas en el presente catálogo. Para las cajas personalizadas, los elementos del equipamiento deberán elegirse con el configurador 3SB (ver página 10/37).

- ✓ Estándar
- No disponible
- Opcional
- Ⓜ Solo pulsadores, sin interruptores pulsadores.

Módulo de panel frontal AS-Interface

El módulo de panel frontal tiene un esclavo de 4E/4S para conectar cuatro aparatos de mando o de señalización 3SB3 (ver catálogo IK PI).

Nota:

Ver pulsadores y lámparas de señalización con diseño cuadrado en el catálogo IC 10 · 2011 en el CD-ROM adjunto y en el Industry Mail.

Ver parámetros de seguridad en el catálogo IC 10 · 2011 "Anexo" -> "Normas y aprobaciones".

Fuente: WWW.OMRON.COM

ANEXO 15

FICHA TÉCNICA LOGO

LOGO! logic module

Introduction

LOGO! logic module

Overview



LOGO! logic module

- The compact, easy-to-use and low-cost solution for simple control tasks
- Compact, easy to operate, universally applicable without accessories
- *All in one*: Integrated display and operator panel
- 36 different functions can be connected at the click of a button or by means of PC software; up to 130 times over
- Functions are easily changed at the press of a key. No more time-consuming rewiring

SPLUS LOGO!

- The controller for use in the toughest ambient conditions
- With extended temperature range from -40/-25 °C to +70 °C
- Suitable for media exposure (harmful gas atmosphere)
- Condensation permissible
- With the proven PLC technology of LOGO!
- Easy to handle, program, maintain, and service
- Ideal for use in automotive engineering, environmental engineering, mining, chemical plants, conveying technology, food industry, etc.

General technical data of the SPLUS LOGO

Ambient temperature range	-40/-25 ... +70 °C
Conformal coating	Coating of the printed circuit boards and the electronic components
Technical data	The technical data of the standard product applies except for the ambient conditions.
Ambient conditions	
Relative humidity	5 ... 100 %, condensation allowed
Biologically active substances	Conformity with EN 60721-3-3, Class 3B2 mold and fungal spores (except fauna)
Chemically active substances	Conformity with EN 60721-3-3, Class 3C4 incl. salt mist and ISA-S71.04 severity level G1; G2; G3; GX ¹⁾
Mechanically active substances	Conformity with EN 60721-3-3, Class 3S4 including conductive sand, dust ²⁾
Air pressure (depending on the highest positive temperature range specified)	1080 ... 795 hPa (-1000 ... +2000 m) see ambient temperature range 795 ... 658 hPa (+2000 ... 3500 m) derating 10 K 658 ... 540 hPa (+3500 ... +5000 m) derating 20 K

¹⁾ ISA-S71.04 severity level GX:

Long-term load:

SO₂ < 4.8 ppm; H₂S < 0.9 ppm; Cl < 0.2 ppm; HCl < 0.65 ppm;

HF < 0.12 ppm; NH₃ < 4.0 ppm; O₃ < 0.1 ppm; NO_x < 5.2 ppm

Limit value (max. 30 min/d):

SO₂ < 17.8 ppm; H₂S < 40.7 ppm; Cl < 1.0 ppm; HCl < 3.3 ppm;

HF < 2.4 ppm; NH₃ < 24.7 ppm; O₃ < 1.0 ppm; NO_x < 10.4 ppm

²⁾ The supplied plug covers must remain in place over the unused interface when operated in atmospheres containing corrosive gases!

Fuente. WWW.SIEMENS.COM

ANEXO 16

FICHA TÉCNICA TEMPORIZADOR

SIEMENS

ROD. DOM GABRIEL PAULINO BUENO COUTO, S/Nº, KM0,24 - PENHAL
CEP 13315-000 - CARRÃOVA - SP - CNPJ 44.013.159/0077-14 - TE 233.086.147.119

REV.: 0.3

Ficha Técnica

Produtos:

7PU06 11/12 - Relé Temporizador Eletrônico com Circuito Integrado

7PU06 51/52 - Relé Temporizador Eletrônico Cíclico

7PU06 71 - Relé Temporizador para Chave Estrela - Triângulo

Este manual contém informações para instalação e operação do produto. Leia-o cuidadosamente antes de iniciar a sua utilização.

Descrição / Aplicação

7PU06 11/12 - Dispositivo para acionamento/desacionamento elétrico de processos em função de tempos pré-selecionados.

Aplicação: Automação e sincronismo industrial, utilizados em chaves compensadoras e quadros de comando, câmaras frigoríficas, fornos industriais, máquinas injetoras, equipamentos para refrigeração, entre outras aplicações que necessitem de controle de tempo preciso e reduzido espaço físico.

7PU06 51/52 - Dispositivo para acionamento/desacionamento elétrico de processos em função de tempos pré-selecionados. Por ser um equipamento microcontrolado, possui excelente precisão e repetibilidade de operação. Seu ciclo é composto por dois tempos selecionáveis (T1 e T2), que se alternam e comutam o estado dos contatos de saída.

Aplicação: É muito utilizado em sistemas de controle cíclico industriais, aplicados em comandos, automação e sincronismo industrial, entre outras diversas aplicações em processos cíclicos temporizados.

7PU06 71 - Dispositivo para automação de partidas Y-Δ (estrela-triângulo), comuns em motores elétricos pesados (acima de 5CV). Sua lógica implementa o acionamento dos contatos Y e Delta, garantindo ainda um intervalo entre estes para evitar curtos entre fases.

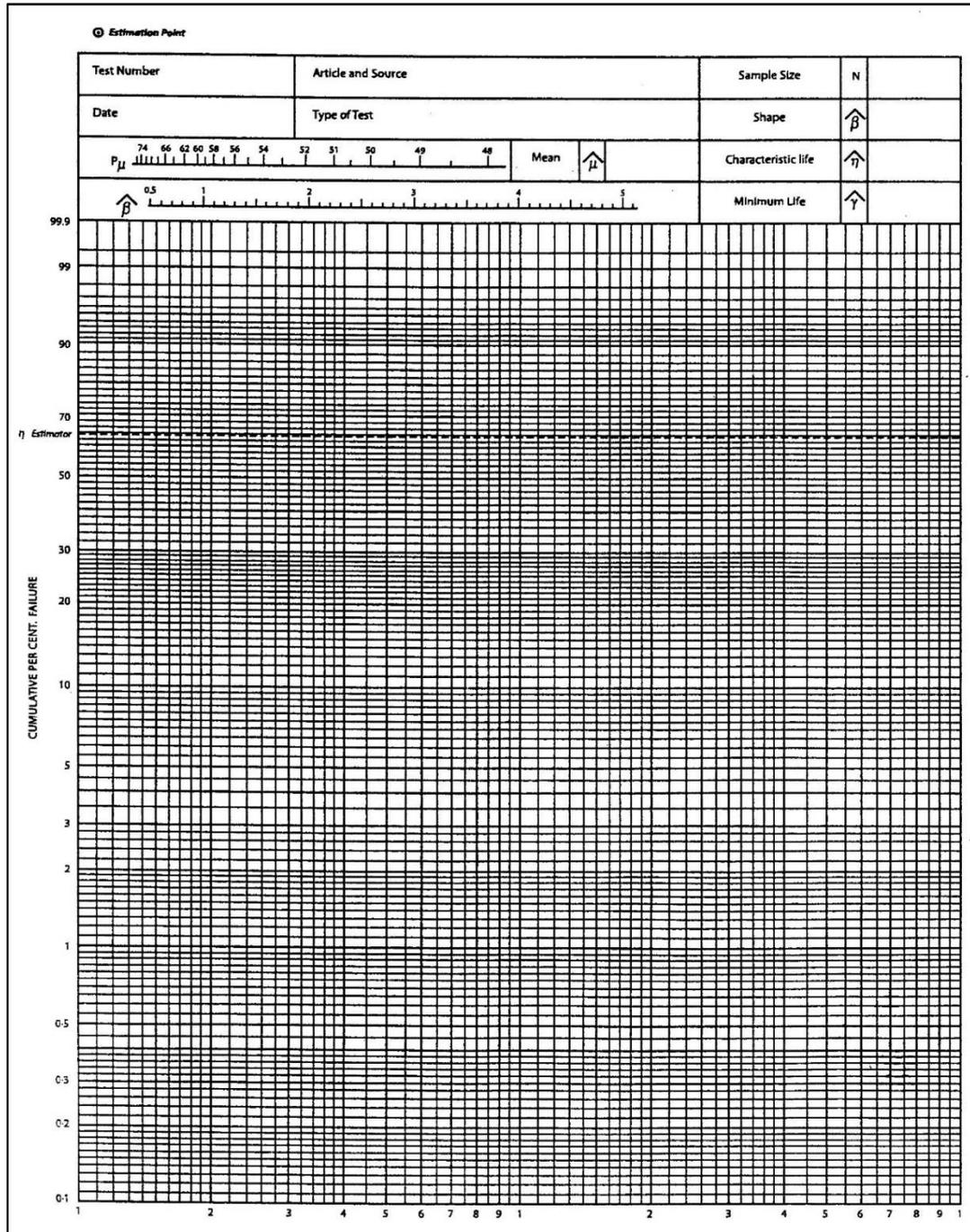
Aplicação: É específico para utilização em controle de partida de motores trifásicos que utilizam chaves automáticas estrela-triângulo, com controles de tempo preciso.

Dados Técnicos

Tolerância de Alimentação:	-15 a +10% (Fonte Linear)
Frequência:	±50/60Hz (5%)
Consumo Máximo:	70mA (2R), 50mA (1R)
Precisão de Escala:	±5% F.E. (a 25°C)
Precisão de Repetibilidade:	±1% do ponto
Número de Contatos:	1R/2R (1SPDT/2SPDT)
Corrente Máxima nos Contatos:	Vca = 5A - 250Vca (cosφ = 1), carga indutiva
Vida Útil dos Contatos:	Mecânica : 10E7 (10.000.000) operações na condição sem carga; Elétrica : 10E5 (100.000) operações na condição com carga resistiva.
Intervalo de Comut. dos Contatos	5 < Δt < 20ms
Tempo para Reset:	>500ms
Umidade Relativa:	45 a 85% (sem condensação)
Temp. Armaz. e Operação:	0 a 50°C
Material da Caixa:	ABS V0 auto-extinguível
Resistência de Isolação:	>50MΩ / 500Vcc
Tensão de Isolação:	1500Vrms / 1minuto
Grau de Proteção:	Invólucro = IP-51; Terminais = IP-10, conforme IEC-144 e DIN 40.050

Fuente: WWW.SIEMENS.COM

ANEXO 17: PAPEL DE WEIBULL



Fuente: Apolinario M. 2008

ANEXO 18. DATOS HISTÓRICOS DE FALLA.

REGISTRO DE FALLAS. UNIDAD HIDRÁULICA	
Orden de falla (i)	Tiempo de fallas (t) Horas
i	t
1	2672
2	3100
3	4800
4	5600
5	6050
6	7001
7	7706
8	8990
9	9400

DATOS HISTORICOS ELECTROVÁLVULAS	
Falla	Tiempo de fallas (Días)
i	T
1	1480
2	2020
3	2187
4	2890
5	3056
6	3945
7	5192
8	7002

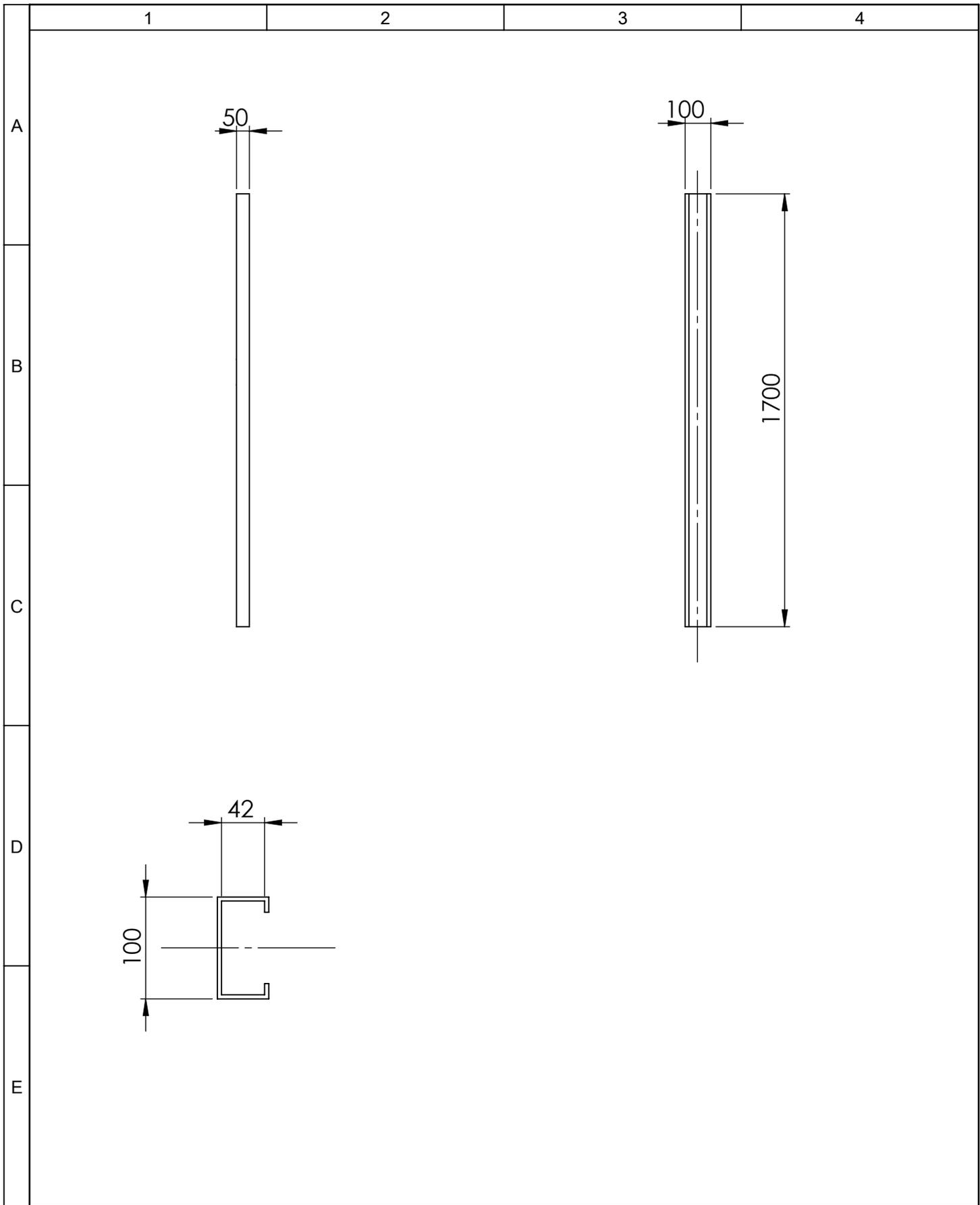
Fuente: Talleres Quispe 2016.

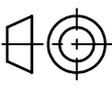
REGISTROS DE FALLAS SENSORES INDUCTIVOS	
Falla	Tiempo de fallas (Días)
i	T
1	1698
2	1997
3	2290
4	2650
5	3120
6	3890
7	5005
8	6990

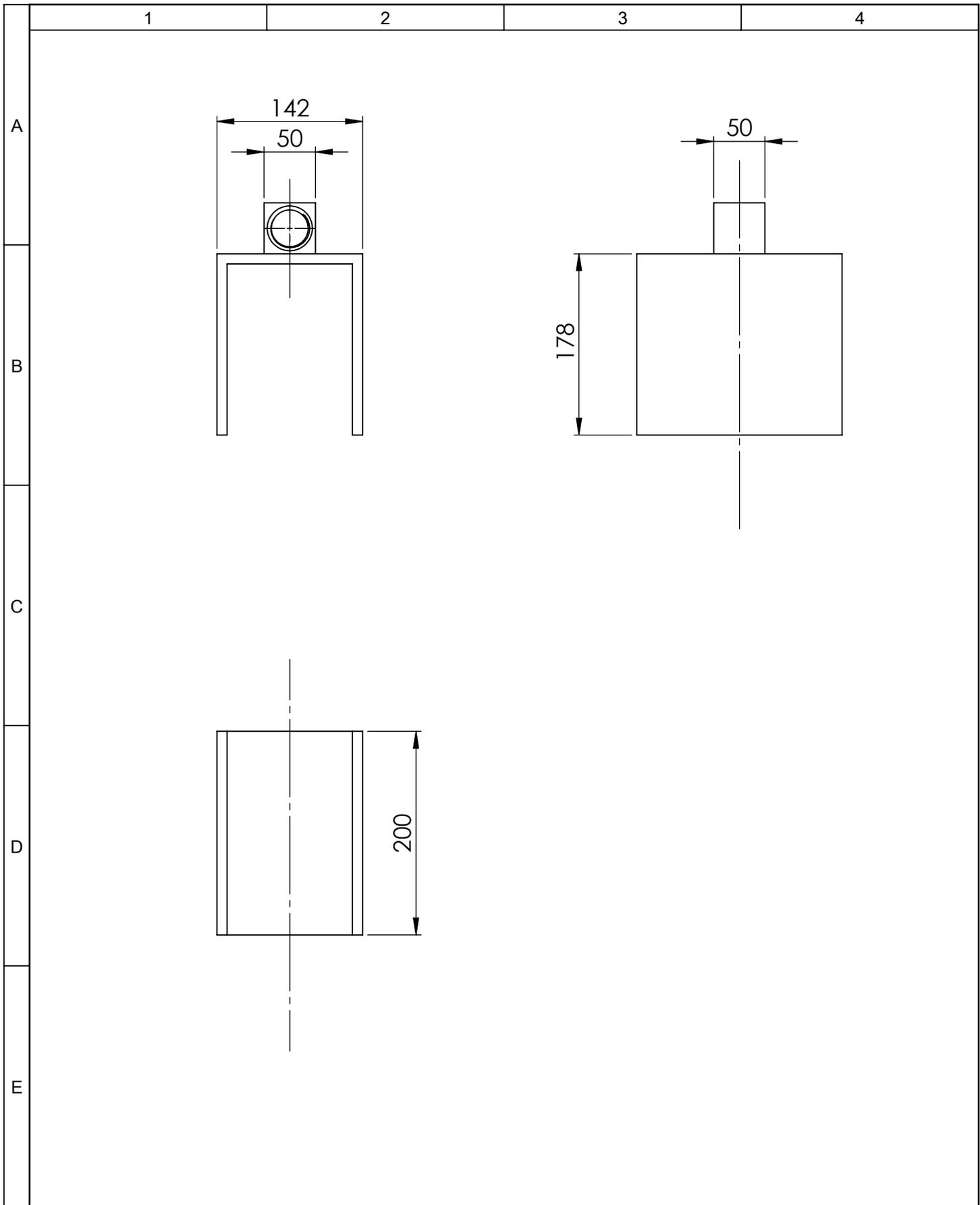
REGISTRO DE FALLAS PISTÓN HIDRÁULICO	
Falla	Tiempo fallas (horas)
I	T
1	5760
2	6234
3	6500
4	7014
5	7350
6	8100
7	8600
8	9000

Fuente: Talleres Quispe 2016.

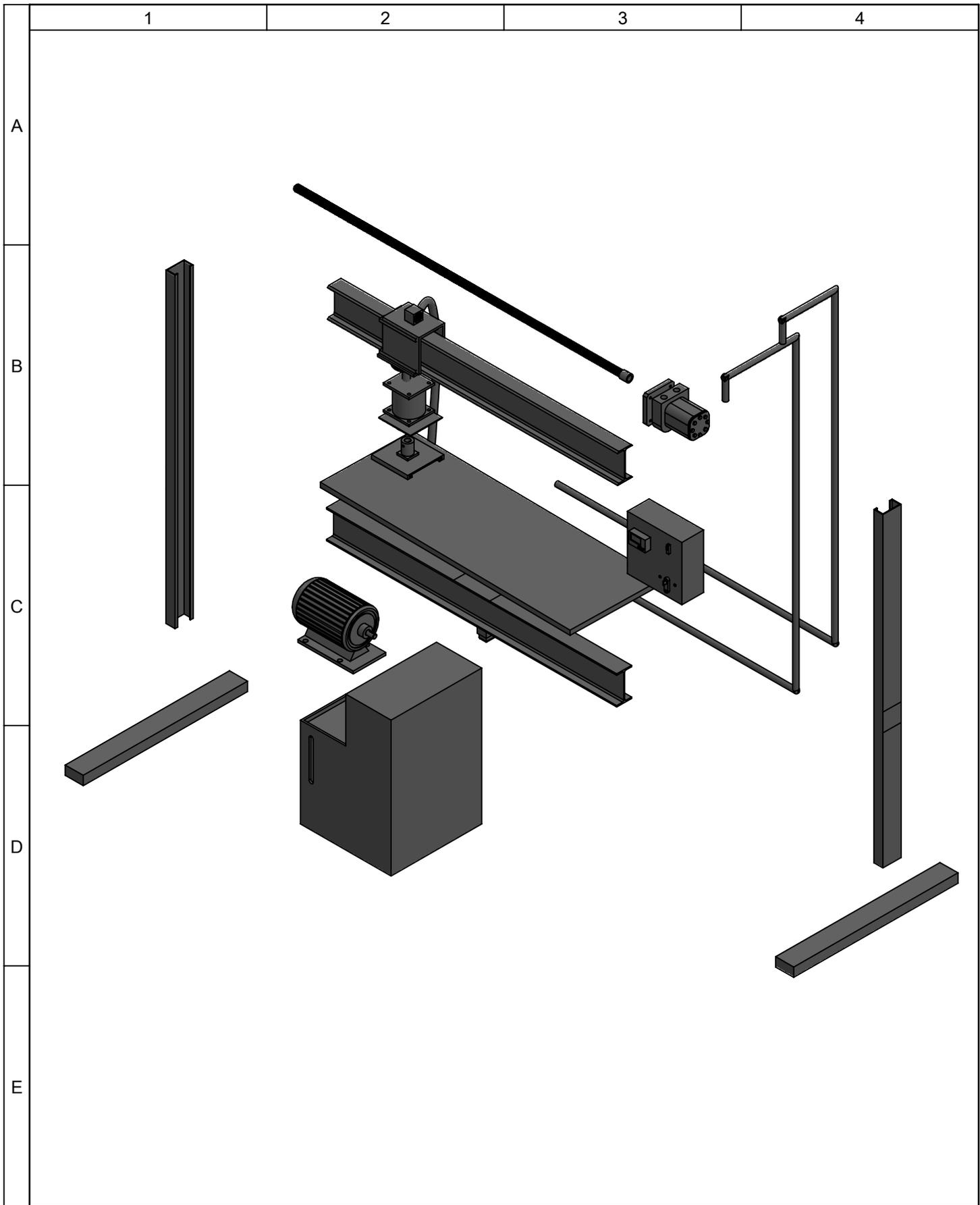
PLANOS



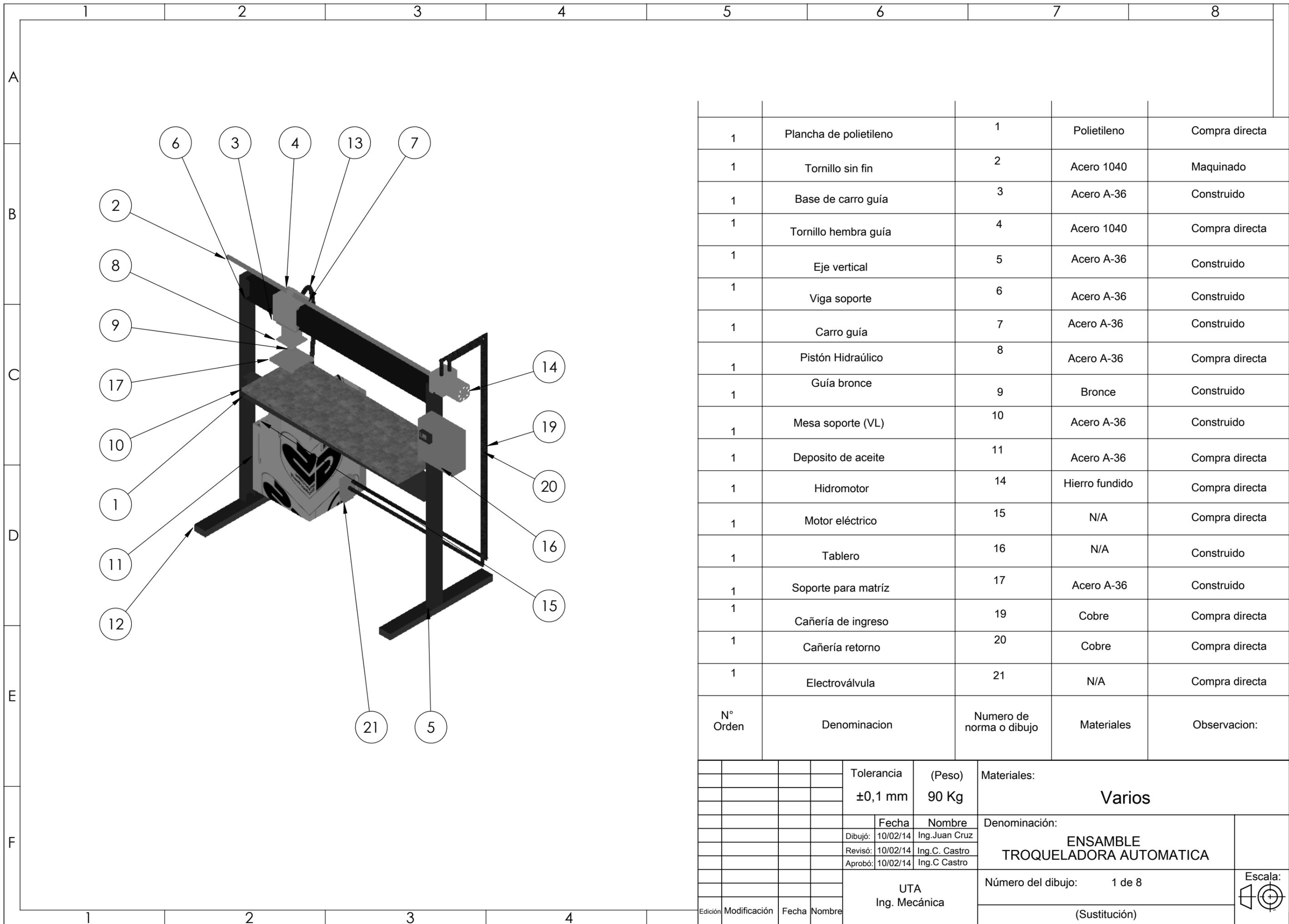
					Tolerancia ±0,1	(Peso) 7 Kg	Materiales: Acero A-36		
					Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
					Dibujó: 10/02/14	Ing. Juan Cruz	PARANTE VERTICAL		1:2
					Revisó: 10/02/14	Ing. C. Castro	Número del dibujo: 7 de 8		
					Aprobó: 10/02/14	Ing. C. Castro			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,1$	8 Kg	Acero A-36			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 10/02/14	Ing. Juan Cruz			CARRO MOVIL	1:2
				Revisó: 10/02/14	Ing. C. Castro				
				Aprobó: 10/02/14	Ing. C. Castro	Número del dibujo: 4 de 8			
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

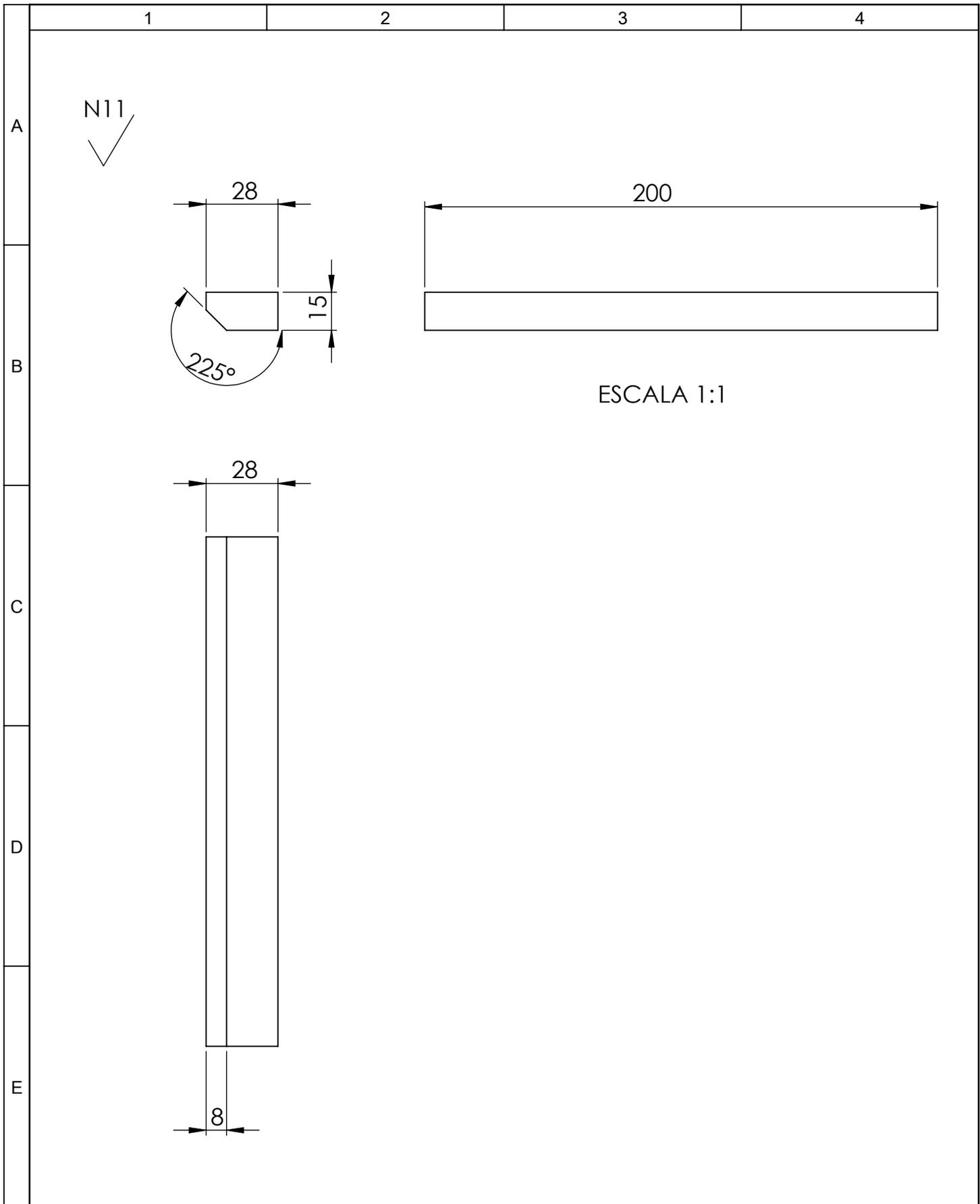


				Tolerancia ±0,1	(Peso) 90 Kg	Materiales: Varios	
						Denominación: DESPIECE DE LA MÁQUINA	Escala: 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 10/02/14	Ing. Juan Cruz		
				Revisó: 10/02/14	Ing. C. Castro		
				Aprobó: 10/02/14	Ing. C. Castro		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 8 de 8	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

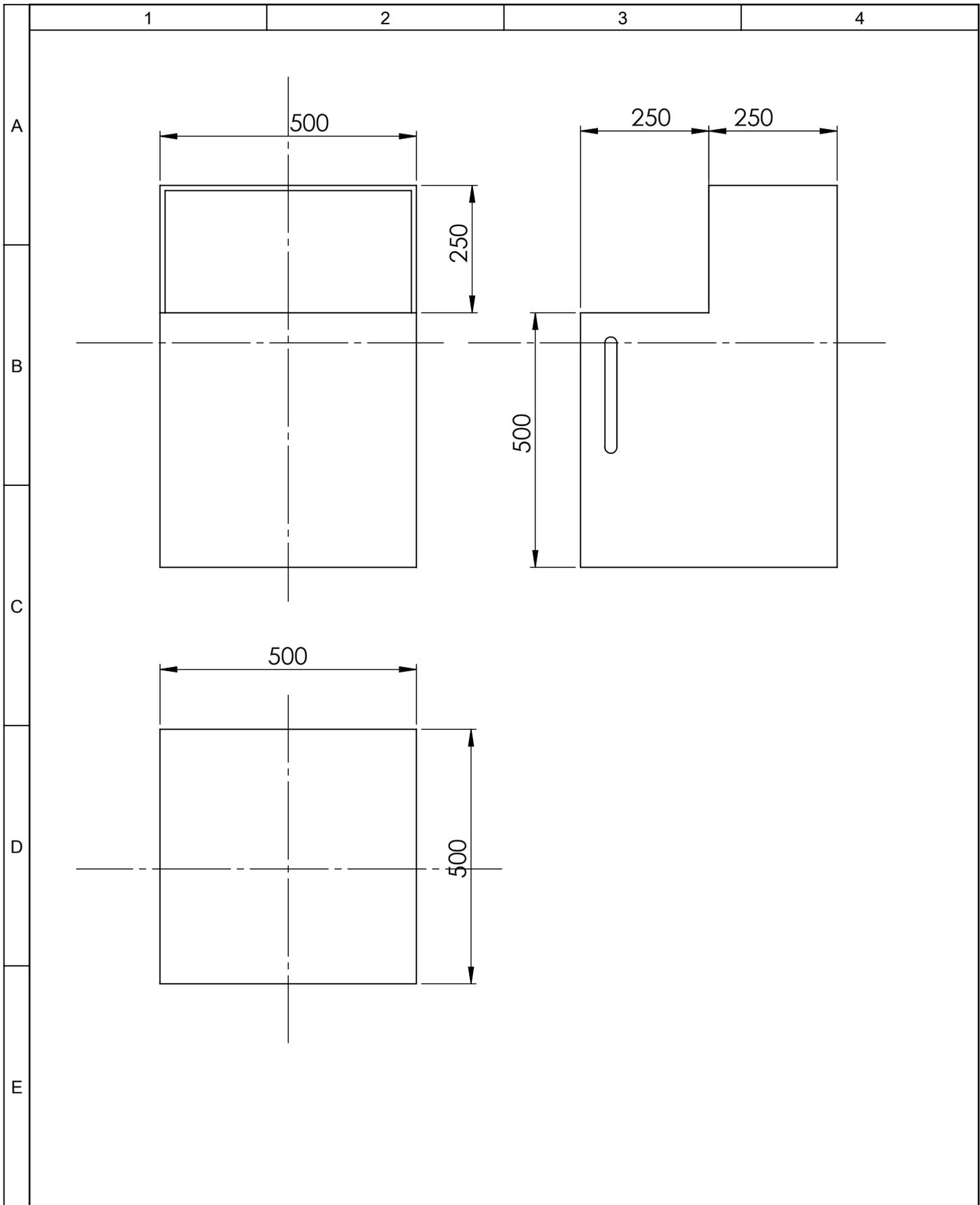


1	Plancha de polietileno	1	Polietileno	Compra directa
1	Tornillo sin fin	2	Acero 1040	Maquinado
1	Base de carro guía	3	Acero A-36	Construido
1	Tornillo hembra guía	4	Acero 1040	Compra directa
1	Eje vertical	5	Acero A-36	Construido
1	Viga soporte	6	Acero A-36	Construido
1	Carro guía	7	Acero A-36	Construido
1	Pistón Hidráulico	8	Acero A-36	Compra directa
1	Guía bronce	9	Bronce	Construido
1	Mesa soporte (VL)	10	Acero A-36	Construido
1	Deposito de aceite	11	Acero A-36	Compra directa
1	Hidromotor	14	Hierro fundido	Compra directa
1	Motor eléctrico	15	N/A	Compra directa
1	Tablero	16	N/A	Construido
1	Soporte para matriz	17	Acero A-36	Construido
1	Cañería de ingreso	19	Cobre	Compra directa
1	Cañería retorno	20	Cobre	Compra directa
1	Electroválvula	21	N/A	Compra directa
N° Orden	Denominacion	Numero de norma o dibujo	Materiales	Observacion:

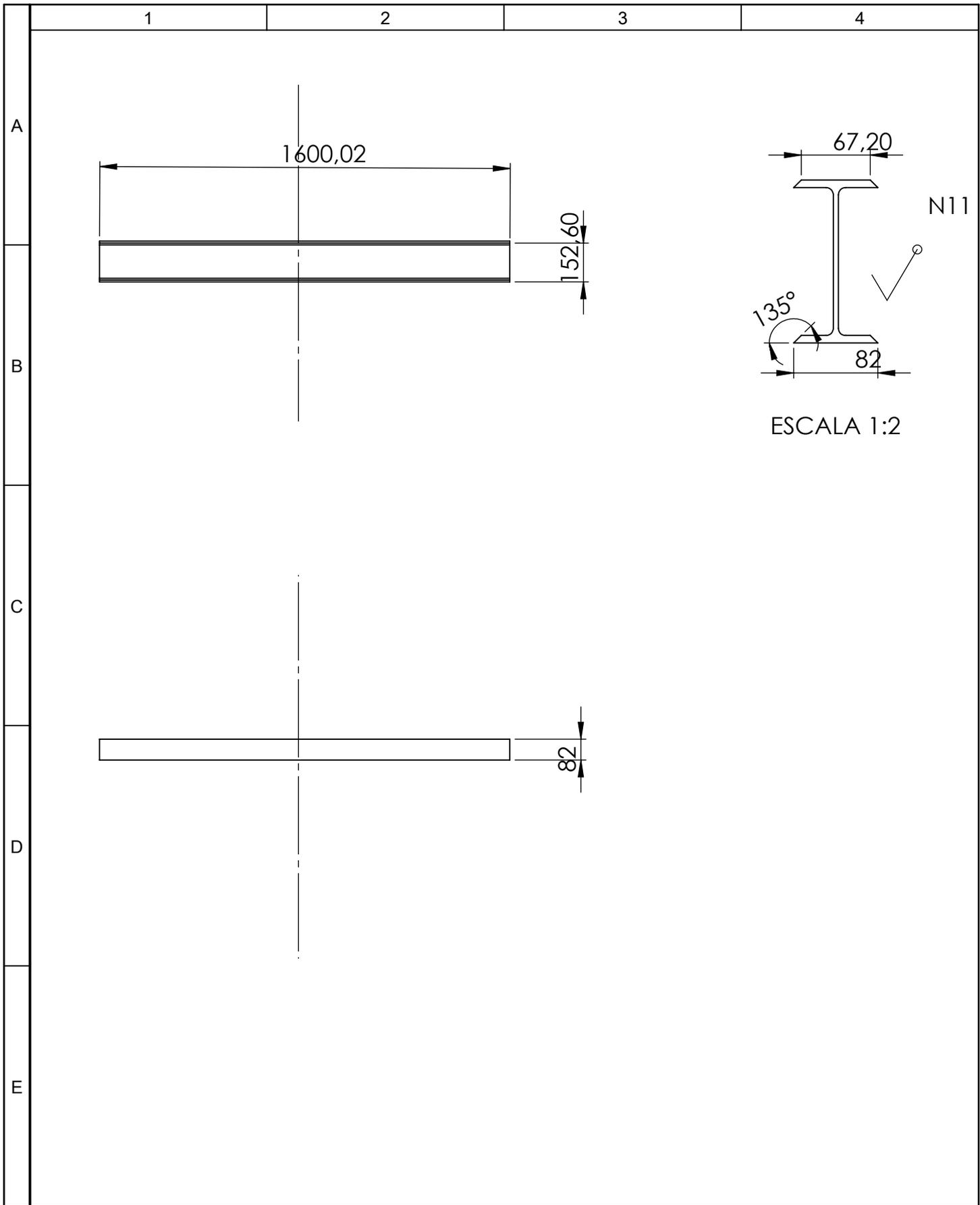
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1 mm	90 Kg	Varios	
					Fecha	Nombre	Denominación: ENSAMBLE TROQUELADORA AUTOMATICA
				Dibujó:	10/02/14	Ing.Juan Cruz	
				Revisó:	10/02/14	Ing.C. Castro	
				Aprobó:	10/02/14	Ing.C Castro	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo:	1 de 8
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: 	



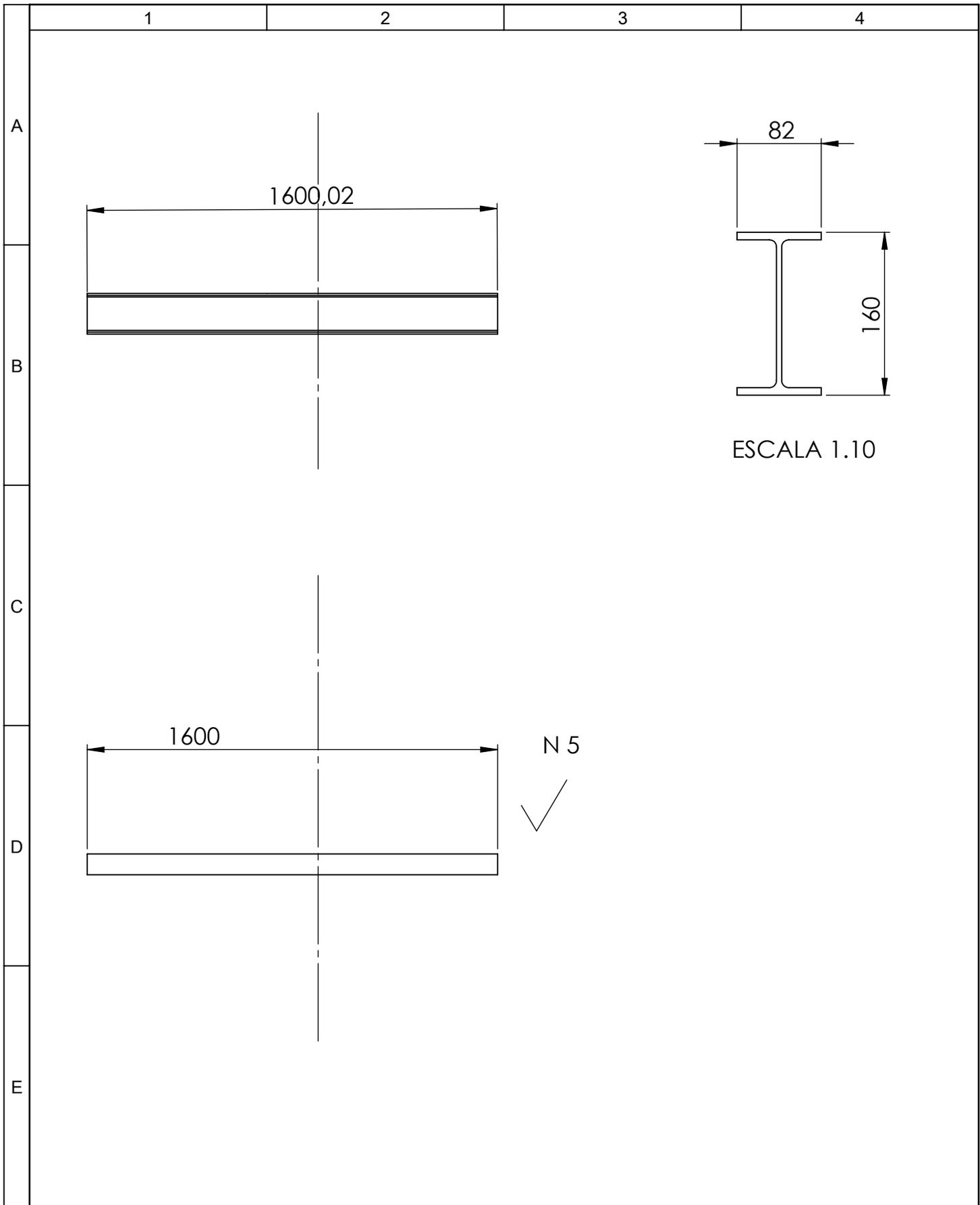
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1,2 Kg	Bronce	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	10/02/14	Ing. Juan Cruz		
			Revisó:	10/02/14	Ing. C. Castro		
				Aprobó:	10/02/14	Ing. C. Castro	1:2
				UTA		Número del dibujo:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		5 de 8	
						(Sustitución)	



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 14 Kg	Materiales: Acero A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación: Unidad de aceite	Escala: 1:2
				Dibujó: 10/02/14	Ing. Juan Cruz		
				Revisó: 10/02/14	Ing. C. Castro		
				Aprobó: 10/02/14	Ing. C. Castro	Número del dibujo: 6 de 8 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 48 Kg	Materiales: Acero A-36	
					Fecha	Nombre	Denominación: VIGA GUIA
				Dibujó:	10/02/14	Ing. Juan Cruz	
				Revisó:	10/02/14	Ing. C. Castro	
				Aprobó:	10/02/14	Ing. C. Castro	Escala: 1:2
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 2 de 8	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 52 Kg	Materiales: Acero A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación: SOPORTE GUIA	Escala: 1:2
				Dibujó: 10/02/14	Ing. Juan Cruz		
				Revisó: 10/02/14	Ing. C. Castro		
				Aprobó: 10/02/14	Ing. C. Castro	Número del dibujo: 3 de 6	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	