



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA DETERMINAR
GRIETAS EN LAS CAPELLADAS DE PIEL PARA LA EMPRESA “MECÁNICA
BALLADARES” EN LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”

AUTOR: María del Carmen Pérez Acosta

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

Ambato – Ecuador

2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniera Mecánica, con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA DETERMINAR GRIETAS EN LAS CAPELLADAS DE PIEL PARA LA EMPRESA “MECÁNICA BALLADARES” EN LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” realizado por la señorita María del Carmen Pérez Acosta, portador de la cédula de ciudadanía 180434664-9, y egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Está concluida en su totalidad.

Ambato, Julio del 2019



.....
Ing. Mg. Christian Castro Miniguano

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Declaro que el contenido del proyecto técnico: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA DETERMINAR GRIETAS EN LAS CAPELLADAS DE PIEL PARA LA EMPRESA “MECÁNICA BALLADARES” EN LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” así como también las ideas, resultados, conclusiones, recomendaciones son auténticas y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor del presente proyecto, con excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Julio del 2019



.....
María del Carmen Pérez Acosta

C.I. 1804346649

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a horizontal line, positioned above a dotted line.

María del Carmen Pérez Acosta

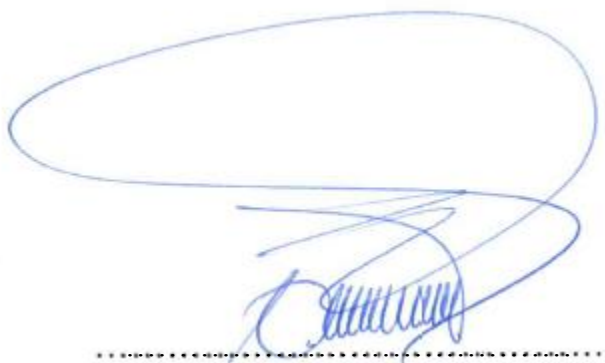
C.I. 1804346649

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por la egresada María del Carmen Pérez Acosta, de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA DETERMINAR GRIETAS EN LAS CAPELLADAS DE PIEL PARA LA EMPRESA “MECÁNICA BALLADARES” EN LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Para constancia firman



Ing. Mg Cristian Fabián Pérez Salinas



Ing. Oscar Analuiza Mg.

DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a mi madre
María por su cariño, su tiempo y
dedicación a la familia, a mi padre
Francisco por apoyarme en las
decisiones tomadas. A mis amigos,
que me han brindado su amistad
sincera y acompañado a lo largo
de mi vida*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por su sacrificio. A los profesores que he conocido y querido a lo largo de mi vida educativa, que me han enseñado algo más que la cátedra. A mis amigos que siguen junto a mí y a mis hermanos que en parte son la extensión de mi vida

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT	xvi
CAPITULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General:.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos:.....	3
1.3 Fundamentación Teórica	5
1.3.1 Piel.....	5
1.3.2 Estructura de la piel.....	5
1.3.3 Características de los tipos de piel según su acabado	6
1.3.4 División superficie de la piel.....	7
1.3.5 Etapas de la curtición	8
1.3.5.1 Preparación de las pieles para el curtido	8
a. Remojo o reblandecimiento.....	8
b. Depilado.....	9
c. Descarnado	9
d. Purga de la piel	9
1.3.5.2 Curtido.....	9
a. Curtido vegetal	9

b.	Curtido mineral. Curtido al cromo.....	9
1.3.5.3	Terminado de los cueros.....	10
1.3.6	Clasificación de los defectos.....	10
1.3.6.1	Defectos críticos	10
1.3.6.2	Defectos mayores	11
1.3.6.3	Defectos menores	11
1.3.7	Proceso de producción de calzado	12
1.3.7.1	Diseño y patronaje.....	12
1.3.7.2	Corte	13
1.3.7.3	Despunte	13
1.3.7.4	Montado.....	13
1.3.8	Ensayos físicos aplicados al cuero	14
1.3.8.1	Determinación de la resistencia a la tracción	14
1.3.8.2	Determinación del desgarre.....	15
1.3.8.3	Determinación de la distensión y rotura de la capa flor para cueros.....	15
1.3.9	Dispositivos de sujeción.....	16
1.3.9.1	Prensas de presión manuales	16
1.3.9.2	Sujeción por imanes neumáticos	17
1.3.9.3	Muelas de sujeción con sistema neumático.....	17
	CAPITULO II.	19
2.	METODOLOGÍA	19
2.1	Materiales	19
2.2	Métodos	22
2.2.1	Investigación bibliográfica.....	22
2.2.2	Investigación no experimental correlacional	22
2.2.3	Investigación experimental	22
	CAPITULO III	25
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1	Parámetros de diseño	25
3.1.1	Ciclo estimado.....	25
3.1.2	Tipo de cuero.....	25
3.1.3	Medidas de las capelladas	25

3.1.4	Características del cuero	26
3.1.5	Características de la máquina de montar puntas	27
3.2	Selección de sistema se sujeción	27
3.2.1	Evaluación de las alternativas	27
3.3	Diseño de los componentes.....	29
3.3.1	Selección de los cilindros neumáticos.....	30
3.3.1.1	Recálculo del consumo de aire:.....	32
3.3.1.2	Cálculo de fuerza de avance y retroceso en los cilindros	33
3.3.2	Sistema de sujeción.....	34
3.3.2.1	Diseño de pinzas de sujeción.....	35
3.3.2.2	Diagrama de fuerzas de la pinza fija	35
3.3.2.3	Cálculo del espesor de la pinza fija	38
3.3.2.4	Diagrama de fuerzas de la placa de las pinzas móviles.....	39
3.3.2.5	Cálculo del espesor de la placa de las pinzas móviles.....	41
3.3.2.7	Selección de resortes	45
3.3.2.8	Diseño del pin guía del rodamiento de la pinza superior	48
3.3.2.9	Selección de rodamiento.....	56
3.3.3	Regulación de salida de vástago del cilindro neumático central.....	63
3.3.4	Diseño de uniones no permanentes	64
3.3.4.1	Placa del pistón fijo	64
3.3.4.2	Placa de pinzas móviles.....	67
3.3.5	Análisis de elementos críticos en software especializado CAD	69
3.3.5.1	Muela Superior	69
3.3.5.2	Pin guía del rodamiento.....	70
3.4	Construcción y ensamblaje de la máquina.....	72
3.5	Presupuesto	79
3.6	Pruebas de funcionamiento.....	82
3.6.1	Análisis de correlación en los defectos de las capelladas	88
3.7	Manual de operación y mantenimiento	89
3.7.1	Indicaciones generales	89
3.7.2	Operación de la máquina para tensar capelladas de cuero	90
3.7.3	Manual de Mantenimiento	92

3.8 Matriz AMFE y Bitácora	93
CAPITULO IV	98
4.1 Conclusiones.....	98
4.2 Recomendaciones.....	99
Bibliografía	100
Anexo A	103
Anexo B	104
Anexo C	105
Anexo D	106
Anexo E.....	107
Anexo F.....	108
Anexo G	109
Anexo H	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura de la piel.	6
Figura 1.2. División superficie del cuero.	8
Figura 1.3. Recomendación de corte de capelladas en la superficie del cuero	8
Figura 1.4. Ejemplo básico de diseño de patronaje.....	12
Figura 1.5. Características del montaje de puntas.....	14
Figura 1.6. Probeta sometida a ensayo de tracción.....	15
Figura 1.7. Rotómetro para realizar ensayos de distención en cueros.	16
Figura 1.8. Prensa de presión manual.	16
Figura 1.9. Imanes neumáticos.....	17
Figura 1.10. Características del montaje de puntas.....	17
Figura 1.11. Ubicación de las pinzas y tensor en las capelladas.....	18
Figura 3.1. Partes de la máquina.....	30
Figura 3.2. Descripción del sistema de sujeción de pinzas.....	35
Figura 3.3. Descripción del sistema de sujeción del cuero.....	35
Figura 3.4. Ubicación de las fuerzas y apoyos.....	36
Figura 3.5. Descripción del sistema de sujeción del cuero.....	36
Figura 3.6. Diagrama de la fuerza cortante.....	37
Figura 3.7. Diagrama del momento flector.....	38
Figura 3.8. Medidas de la pinza superior.....	38
Figura 3.9. Descripción de las fuerzas y apoyos.....	40
Figura 3.10. Ubicación de las fuerzas y apoyos.....	40
Figura 3.11. Diagrama de las fuerzas cortantes.....	41
Figura 3.12. Diagrama del momento flector.....	41
Figura 3.13. Dimensiones de la placa móvil.....	42
Figura 3.14. Elementos a soldarse.....	43
Figura 3.15. Especificación de la soldadura.....	44
Figura 3.16. Medidas del resorte sin extender y extendido de la pinza.....	46
Figura 3.17. Medidas del resorte sin extender y extendido de la pinza.....	47
Figura 3.18. Pin guía del rodamiento.....	48
Figura 3.19. Ubicación de las fuerzas y reacciones.....	49
Figura 3.20. Ubicación de las fuerzas.....	50
Figura 3.21. Diagrama de la fuerza cortante.....	50
Figura 3.22. Diagrama del momento flector.....	51
Figura 3.23. Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin.....	52
Figura 3.24. Factores de confiabilidad ke correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga.....	54
Figura 3.25. Especificaciones para el diseño del rodamiento.....	56
Figura 3.26. Valores de orientación para fL y valores usuales de cálculo.....	57
Figura 3.27. Factor de probabilidad de fallo.....	58

Figura 3.28. Dimensiones del rodamiento seleccionado.....	59
Figura 3.29. Diagrama de viscosidad relativa.....	59
Figura 3.30. Diagrama de viscosidad de servicio	60
Figura 3.31. Valor K_1 en función del factor de esfuerzos estáticos f_{s*} y del tipo de rodamiento.....	62
Figura 3.32. Valor K_2 en función del factor f_{s*} para lubricantes sin aditivos y para lubricantes con aditivos cuya eficacia de rodamiento no ha sido comprobada.....	62
Figura 3.33. Valor a_{23} en función de K y el ratio.....	63
Figura 3.34. Partes del sistema de salida del vástago del pistón principal.....	64
Figura 3.35. Pernos de la placa de pinza fija.....	65
Figura 3.36. Información general de pernos allen con cabeza cilíndrica.....	65
Figura 3.37. Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino	66
Figura 3.38. Pernos de la placa de pinzas móviles.....	68
Figura 3.39. Análisis estático de tensión von Mises	69
Figura 3.40. Análisis estático de deformación unitaria.....	70
Figura 3.41. Análisis estático de factor de seguridad.....	70
Figura 3.42. Análisis estático de tensión von Mises	71
Figura 3.43. Análisis estático de factor de seguridad.....	71
Figura 3.44. Análisis estático de deformación unitaria.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Características de los tipos de piel según su acabado.....	6
Tabla 2-1. Modelos de Capelladas.....	19
Tabla 3-1 Medidas de las capelladas críticas.....	25
Tabla 3-2 Requisitos del cuero destinado al uso del calzado.....	26
Tabla 3-3 Características generales de la máquina de montar puntas instalada en la empresa.....	27
Tabla 3-4 Evaluación de criterios.....	28
Tabla 3-5 Evaluación de las alternativas con respecto al costo de componentes.....	28
Tabla 3-6 Evaluación de las alternativas con respecto al costo de operación.....	28
Tabla 3-7 Evaluación de las alternativas con respecto a la construcción.....	29
Tabla 3-8 Evaluación de las alternativas con respecto al mantenimiento.....	29
Tabla 3-9 Selección de alternativas de acuerdo a los resultados obtenidos.....	29
Tabla 3-10 Consumo de aire en cilindros de doble efecto en 1/100 mm de carrera, corregidos para compensar las pérdidas por cambios adiabáticos.....	31
Tabla 3-11. Dimensiones del resorte seleccionado.....	46
Tabla 3-12 Fotos del Proceso de Construcción.....	75
Tabla 3-13 Costo de las placas.....	79
Tabla 3-14 Costo de materiales.....	79
Tabla 3-15 Costo de materiales electroneumáticos.....	80
Tabla 3-16 Costo de mano de obra.....	81
Tabla 3-17 Costo total.....	82
Tabla 3-18 Pruebas de funcionamiento.....	82
Tabla 3-19 Pruebas de las capelladas para el cálculo de correlación entre flor suelta y partidura de flor.....	88
Tabla 3-20 Pruebas de las capelladas para el cálculo de correlación entre espesor de cuero y partidura de flor.....	89
Tabla 3-21 Señales de seguridad.....	90
Tabla 3-22 Señales de seguridad.....	91
Tabla 3-23 Matriz AMFE.....	94
Tabla 3-24 Especificaciones de mantenimiento en la bitácora.....	96
Tabla 3-25 Mantenimiento anual.....	97

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se diseña y construye una máquina, propuesta por la empresa que elabora calzado, para tensar capelladas de cuero y evaluar los defectos. De acuerdo al operario evaluador, las capelladas serán rechazadas o aceptadas para el siguiente proceso en la línea de producción de calzado. La empresa expone que en ocasiones las capelladas fallan en el proceso de armado de puntas y son desechadas, significando grandes desperdicios, entonces el propósito de esta máquina es evitar llevar todo el proceso de costura y armado de partes comprobándolas justo después del troquelado.

En la provincia de Tungurahua, la producción de calzado es del 65% y elabora el 80% de cuero en el país según CALTU (Cámara Nacional de Calzado), es una cifra alta, por lo tanto, la empresa quiere mejorar sus técnicas de producción con menor desperdicio.

Por investigación, análisis, observación, se obtuvo una solución para el diseño, donde el proceso de evaluación se asemeja al proceso de montar puntas en el calzado, que costa de pinzas de sujeción y un tensor con forma parecida a la horma, los cálculos de los pistones parten del consumo de aire de la máquina de montar puntas.

Los materiales que se asignó a las placas son de acero A36, los pines de AISI 1020, para los ejes es acero de transmisión AISI 1018, tubos estructurales para la base, se usaron pistones con las medidas calculadas, resortes, rodamientos, y otros elementos electroneumáticos. La máquina se construyó en la empresa “Mecánica Balladares”, quienes facilitaron sus instrumentos y conocimientos del taller.

En este trabajo constan planos, manual de operación y mantenimiento, necesarios para comprender el mecanismo y funcionamiento.

ABSTRACT

In this work, a machine is designed and built, proposed by the company that makes footwear, to tighten leather uppers and evaluate defects. According to the evaluating operator, the capelladas will be rejected or accepted for the next process in the footwear production line. The company states that sometimes the capelladas fail in the process of assembly of tips and are discarded, meaning great waste, so the purpose of this machine is to avoid carrying the entire process of sewing and assembling parts checking them just after the punching.

In the province of Tungurahua, footwear production is 65% and 80% leather produced in the country according to CALTU (National Chamber of Footwear), is a high figure, therefore, the company wants to improve its production techniques with less waste.

By research, analysis, observation, a solution was obtained for the design, where the evaluation process resembles the process of assembling tips on the footwear, which has the cost of clamps and a tensor similar to the last, the calculations of the pistons start from the air consumption of the riding machine.

The materials that were assigned to the plates are A36 steel, the AISI 1020 pins, for the axles is AISI 1018 transmission steel, structural tubes for the base, pistons were used with the calculated measurements, springs, bearings, and other elements electropneumatic The machine was built in the company "Mecánica Balladares", who provided their tools and knowledge of the workshop.

In this work are plans, operation and maintenance manual, necessary to understand the mechanism and operation.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Macro:

En la Universidad de Leicester, Inglaterra, con la tesis “Las propiedades mecánicas del cuero en relación con la suavidad”, en el año 1999 para la obtención del título de doctor en filosofía, el señor Wenge Yu analiza el comportamiento de deformación de la corteza de cuero curtido al cromo (con o sin engrasante) y el cuero acabado, realizó pruebas de flexión, tracción y compresión de tres puntos. Investigó las relaciones entre los resultados experimentales y la suavidad percibida del cuero. Como deducción, la influencia del contenido de agua antes de replantearse sobre el efecto suavizante resultante se reflejó claramente en las pruebas de flexión y tracción, pero no fue tan evidente en una prueba de compresión. Se muestra que se puede obtener un efecto de suavizado máximo en el proceso de replanteo cuando el contenido de humedad es de aproximadamente 30 a 40%.

El señor Chávez Miranda Américo, para la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, en la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú 2015, con el tema “Evaluación de las características físicas del cuero de llama (Lama glama) raza q'ara de dos dientes de edad curtido con cuatro niveles de tara (Caesalpinia spinosa)”. La investigación se realizó en el Centro de Innovación del Cuero e Industrias Conexas CITECCAL. El método de investigación fue científico, con sus procesos de: observación, planteamiento de hipótesis, desarrollo de procesos, análisis de datos; obteniendo los siguientes resultados: Resistencia a la tensión 339 Newtons al 20% de tara, porcentaje de elongación de 53% al nivel 25% de tara , resistencia a la rotura de flor de 9.88mm a un 25% de tara, y

resistencia al desgarro de 116,60 Newtons para 25% de tara; por lo tanto el efecto de los ensayos refleja diferencias altamente significativas entre los niveles y las características del cuero.

Meso:

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, en el año 2015, Adriana Estefanía Baiza Delgado y Miller Arnaldo Chafra Berrones, Elaboraron el proyecto de “Implementación de un prototipo mecánico para medir la resistencia a la rotura de la flor de cuero (Lastómetro)”, en las instalaciones de la Constructora “Velásquez e hijos” se realizó el diseño y construcción del prototipo mecánico lastómetro. La eficiencia del equipo fue del 75% y como resultado el cálculo de la potencia fue de 559,25 watts. Los resultados alcanzados en el prototipo mecánico para medir la resistencia física de lastometría del cuero son semejantes a los del equipo de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador (ANCE).

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, con el tema de “Implementación de un prototipo mecánico para evaluar la flexometría del cuero” realizado por María Augusta Paz Velasco y Ximena Mercedes Reasco Jácome, en el año 2015, consistió en la implementación de un prototipo mecánico para la evaluación de la flexometría del cuero en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, elaboraron el diseño considerando las directrices establecidas en las normativas aplicables a la medición de flexometría, posteriormente la construcción del equipo utilizando materiales que garantizaron una vida útil mínima de 5 años. Para la validación midieron la flexometría de 5 muestras de cuero caprino, y el mismo número de muestras medidos en un laboratorio certificado (ANCE). Los datos de la desviación estándar, coeficiente de variación, sesgo y error relativo entre los datos reportados por el prototipo y los datos de referencia fueron igual a 0, valor que es indicativo que los resultados obtenidos con el prototipo se ajustan a la realidad de las muestras.

Micro:

En la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, con el tema “Implementación de un sistema de medición y control semi-automatizado en una máquina prensadora de logotipos y marcas sobre cuero para mejorar el proceso de estampado en cuero “plena flor” en el taller de marroquinería “Miguelis” de la ciudad de Ambato”, realizado en el año 2010 por Alejandro Calahorrano. El proyecto está dirigido al mejoramiento del proceso de estampado sobre cuero mediante el diseño de un sistema de medición y control. El análisis e interpretación de los resultados los cuales obtuvo mediante la realización de varios ensayos a diferentes temperaturas lo cual le permitió determinar la temperatura para el estampado (135°C-140°C) y el tiempo óptimo para realizar el proceso de estampado (15 seg-20seg).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

- Diseñar una máquina para determinar grietas en las capelladas de piel para la empresa “Mecánica Balladares” en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Determinar los parámetros necesarios para el diseño de la máquina

La empresa proporcionó los modelos de las capelladas, de ahí se estimarán todos los datos posibles, tales como medidas, espesor, características de las capelladas de cuero, etc.

Los problemas de algunas de las capelladas son en el proceso de montaje y centrado de puntas por lo tanto se definirán las características de dicha máquina.

El ciclo estimado de trabajo estará estimado de acuerdo a la necesidad de producción de la empresa y capacidad del operario.

- Establecer el sistema de sujeción para la evaluación de las capelladas de piel.

El sistema de sujeción de las capelladas de cuero tiene que estar valorado mediante la capacidad de ubicación y agarre, por lo que se analizará el diseño mediante pinzas.

- Definir las dimensiones de los componentes de acuerdo con los diferentes tamaños y patrones de capelladas.

Se medirán las capelladas proporcionadas por la empresa con un calibrador, luego se dibujará las mismas en software CAD, de este modo se irá desarrollando los componentes con las dimensiones adecuadas para que estas sean deslizantes y se ajusten a los distintos modelos y tallas de las capelladas.

- Construir y realizar las pruebas de funcionamiento en los distintos modelos y tallas de las capelladas de piel.

Por medio de procesos de mecanizado, tales como: fresado, torneado, perforado, pulido y otros procesos como soldadura, pintado, etc., se construirá las partes de la máquina para su póstumo acoplamiento de partes.

Las pruebas de funcionamiento correspondientes con cada capellada proporcionada por la empresa, serán realizadas con un breve análisis del coeficiente correlación, evaluando tres defectos principales en el cuero.

1.3 Fundamentación Teórica

1.3.1 Piel

En [1] especifica que es un material proteico fibroso proveniente de la piel animal, que ha sido tratado químicamente con sulfato básico de corno y otros materiales denominados curtientes y recurtientes minerales y/o sintéticos que lo hacen resistente a la degradación enzimática. Este curtido mejora las características físicas, la estabilidad hidrotérmica y la flexibilidad de los cueros.

1.3.2 Estructura de la piel [2]

Cortando transversalmente una piel, como se puede distinguir en la figura 1.1, se observa dos partes principales: una parte superior denominada epidermis, y una situada debajo de la anterior. La dermis o corión, que constituye la parte esencial de la piel, la que nos dará el cuero.

El corión es la parte más profunda de la piel, más o menos denso según las regiones del cuerpo de los animales y la especie de éstos, llegando a confundirse con el mismo. Esta capa es muy resistente, flexible, elástica y retráctil, formando el cuerpo principal de la piel. La dermis está compuesta por la membrana hialina, que es la película superior de la dermis. Esta membrana se designa por flor en la curtición. La flor constituye una granulación diminuta natural, y es tanto más estimada cuanto mayor finura presenta.

Debajo de la membrana hialina o flor de la piel se encuentra tejido conjuntivo. La piel está unida al animal por medio de una red de tejido conjuntivo (panículo adiposo), lleno a veces de células grasas y designado por tal causa con el nombre de tejido adiposo.

La epidermis se compone de varias capas de células superpuestas que se pueden reunir en dos grupos: el más profundo, compuesto de células vivas, que conforma el llamado retículo malpighiano (de Malpighi, su descubridor), y el superficial, compuesto de células muertas, llamado estrato corneo superficial.

En su conjunto la epidermis es muy delgada respecto a la dermis; aquélla se repliega profundamente en la flor de la dermis en correspondencia con las glándulas sudoríparas

y los pelos, cuya raíz está envuelta en una especie de vaina formada precisamente por el hendimiento de la epidermis en la flor.

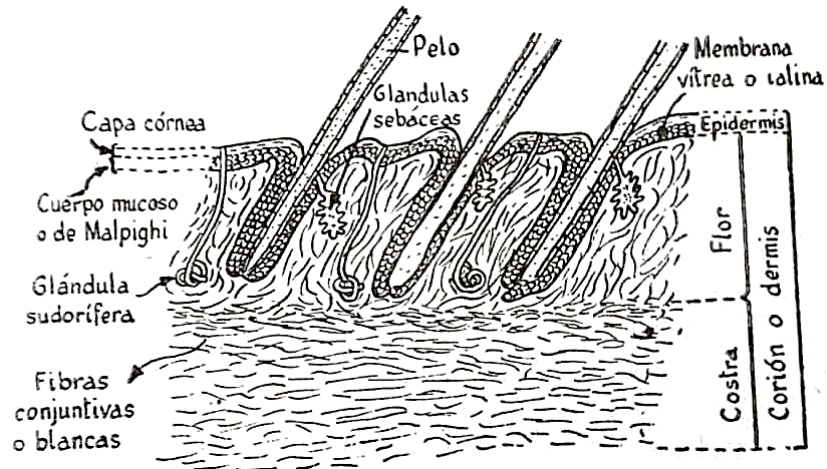


Figura 1.1. Estructura de la piel.

Fuente: [2] A. Rogers (1953). Pg 13

En [1] determina que los cueros de ganado bobino, curtidos al cromo, utilizados para la elaboración de capelladas para el calzado se clasifican en dos: cuero plena flor y cuero de flor corregida.

1.3.3 Características de los tipos de piel según su acabado [3]

Para el calzado se utilizan diversos tipos de cueros, de los cuales se detallan en la tabla 1-1, dos principales de entiende por acabado al conjunto de operaciones y tratamientos, esencialmente de superficie, que se aplican a los cueros como parte final del proceso de fabricación.

Tabla 1-1 Características de los tipos de piel según su acabado

Cuero plena flor	Cuero de flor corregida
<ul style="list-style-type: none"> • Se aclimata a la temperatura corporal y ambiental. • Transpira • Conserva el poro original después de su curtición 	<ul style="list-style-type: none"> • Lijado parcial o total del poro original. • Pierde naturalidad. • Aspecto uniforme. • Buen corte.

<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación tras uso • Tacto cálido • Envejecimiento noble • revestimiento natural • Longevidad 	<ul style="list-style-type: none"> • No transpira.
--	---

Fuente: [3]

1.3.4 División superficie de la piel [4]

La piel desollada se llama piel fresca o piel en verde. En la piel fresca existen zonas de estructura bastante diferenciadas en lo que tiene que ver con espesor y compacidad, observar en la figura 1.2.

Se pueden diferenciar tres grandes partes:

- El cuello corresponde a la piel del cuello y cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. El cuello presenta muchas arrugas que serán más marcadas cuanto más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 25% del peso total de la piel.
- El crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, (tanto en espesor como en estructura dérmica) más compacta y valiosa. Su peso aproximado es de 45% del total de la piel fresca.
- Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Son las partes más irregulares y fofas y tienen un peso aproximado del 30% del total.

La piel bovina se suministra partida en dos hojas a causa de su gran tamaño. La mejor piel se encuentra a lo largo del espinazo. Por consiguiente, las capelladas se cortan en dicha zona. [5] Así como se observa en la figura 1.3.

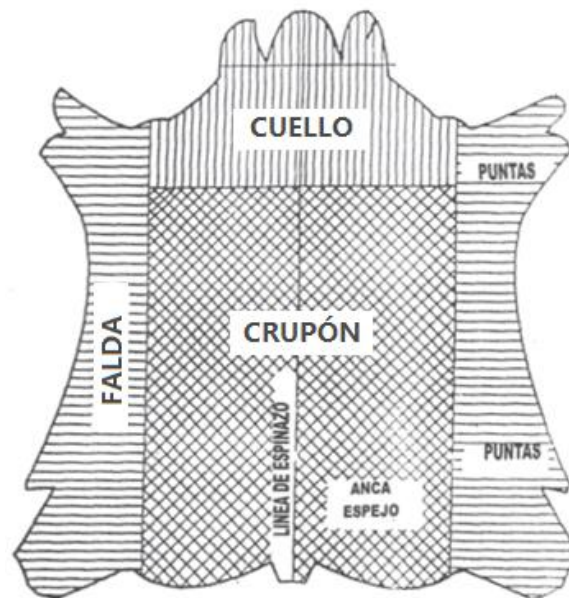


Figura 1.2. División superficie del cuero.

Fuente: [5] (2011), pg. 42

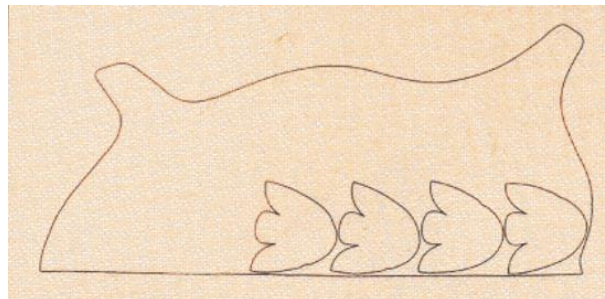


Figura 1.3. Recomendación de corte de capelladas en la superficie del cuero

Fuente: [5], (2011), pg. 38

1.3.5 Etapas de la curtición

El curtido de las pieles se efectúa en tres grandes divisiones:

1.3.5.1 Preparación de las pieles para el curtido

Las pieles deben ir al curtido en condiciones adecuadas. Esto se consigue con las siguientes operaciones. [2]

- a. **Remojo o reblandecimiento.** El objeto de este tratamiento consiste en dar a la piel la flexibilidad natural que tenía al ser desprendida del cuerpo del animal, y

además en separar la sangre, barro, sal, etc., que la recubre. Uno de los principales objetos del remojo es conseguir que las fibras de la piel absorban tanta agua como la que contenían en la vida del animal. [2]

- b. **Depilado.** Esta operación separa la epidermis y las producciones epidérmicas. A la vez que la depilación se produce una acción de hinchamiento de la dermis provocada por los agentes químicos usados, que dilatan las fibras y separan ligeramente las ligaduras. Para este proceso se emplean elementos como sulfuro de sodio, sulfuro de arsénico e hidróxido de sodio junto con la cal. [2]
- c. **Descarnado.** Consiste en la separación de la carne. Se usa una maquina similar a la de depilado, pero en este caso las hojas son muy cortantes. La máquina separará directamente la carne que esta debajo de la piel. Se regula la máquina según es grueso de la piel. [2]
- d. **Purga de la piel.** El proceso final de los trabajos de ribera es el purgado. La piel esta alcalina, a un pH 12 y como el curtido es un proceso ácido debe llevarse la piel al pH correspondiente. Además, el purgado depende del curtido que se use. En todos los casos la cal de la superficie debe separarse, porque si no origina decoloración del cuero cuando se pone en contacto con el líquido curtiente. [2]

1.3.5.2 Curtido

La preparación de la piel tiene por objeto la eliminación de la epidermis y la carne. Así, la piel sin epidermis, sin carne y tejido adiposo, que constituye la dermis, se la curte. Las proteínas no deseables y sus productos de degradación se han separado por hidrolisis y la acción enzimática, y los compuestos de calcio por los ácidos. [2]

- a. **Curtido vegetal.** Consiste en someter la piel a extractos de maderas, cortezas, frutos y hojas que contienen ácido tánico combinado con muchas otras sustancias orgánicas complejas. Hay diferentes clases de sustancias vegetales curtientes, y la mezcla de las diferentes clases da al curtido su calidad particular y sus tipos de cuero. [2]
- b. **Curtido mineral. Curtido al cromo.** El más importante de los curtidos minerales es el curtido al cromo. La mayor parte del cuero se curte por este proceso. Requiere mucho menos tiempo que el curtido vegetal y se usa para

pieles más livianas y pequeñas, especialmente para empeines de calzado, etc. Este curtido ha adquirido gran importancia en los últimos años por dar cueros para calzados muy resistentes a la humedad. Las pieles curtidas al cromo, si se secan, ya no pueden volver a hincharse, y por lo tanto deben aprestarse y teñirse en cuanto acaban de curtirse. [2]

1.3.5.3 Terminado de los cueros.

Al final de la curtición, todos los cueros, ya sean pieles livianas o pesadas, han recibido fundamentalmente el mismo tratamiento. Han sido remojados, encalados, descarnados, desencalados y curtidos por cualquiera de los métodos conocidos. Una vez que han pasado a través del último proceso de curtido, el tratamiento que reciben los cueros varía enormemente de acuerdo con el uso a que se destinarán. Para darle suavidad, flexibilidad y resistencia se agregan aceites y grasas para lubricar las fibras. [2]

1.3.6 Clasificación de los defectos [1]

1.3.6.1 Defectos críticos. Se consideran defectos críticos aquellos que determinan que los cueros no se encuentran aptos para la elaboración de capelladas para calzado:

- Partidura total de la flor
- Flor suelta total
- Desprendimiento total o parcial de la capa de acabado
- Partidura en toda la superficie del cuero de la capa de acabado al estirar el mismo
- Manchas graves en el cuero, salvo que el acabado se realice con este fin
- Encartonamiento del cuero
- Cambio de tonalidad en el color, al estirar el cuero, con excepción de los cueros con acabado anilina y/o semianilina
- Flojedad (cuero vacío) en su totalidad
- Curtición insuficiente
- Venas que se observan notablemente, tanto en la parte de la flor como por el lado de la carne

1.3.6.2 Defectos mayores

- Defectos de uso de cuchillo que por el lado de la carne penetran hasta una cuarta parte o más del corte transversal del cuero
- Defectos de superficie palpable que penetren por debajo de la flor
- Arrugas pulidas o lijadas que se extienden hasta la zona de crupón
- Arrugas no pulidas
- Flor suelta que se manifiesta notablemente
- Zonas vacías del cuero
- Partidura parcial de la flor
- Cuarteadura de la capa de acabado
- Diferencias marcadas en la tonalidad, en las diferentes partes del cuero
- Venas que se observan parcialmente tanto por la parte de la flor como la parte de la carne
- Zonas del cuero que presentan durezas (no encartonamiento)
- Concentración de arañazos y señales de alambre de púas
- Desprendimiento de la flor
- Zonas del cuero que presentan asperezas al taco
- Grabados superpuestos en una franja mayor que 20 mm de ancho en los cueros grabados
- Diferencia notable en la felpa
- Marcas de hierro excesivas en zonas inadecuadas
- Lijado disparejo
- Zonas sin grabar en los cueros grabados
- Diferencia de espesor tanto dentro de la unidad como el lote
- Concentración de defectos por gusanos, garrapatas, tumoraciones, etc.

1.3.6.3 Defectos menores

- Defectos de superficie más sellada palpable
- Flor suelta que se manifiesta ligeramente. En el caso de los cueros suaves no se consideran como defecto

- Ligeras partidura de la flor
- Ligeras arrugas pulidas en el cuello
- Diferencia ligera de la felpa
- Diferencia ligera de la tonalidad en las diferentes partes del cuero. No se considera como defecto en el caso del cuero seminilina y/o anilina
- Vena que se observan ligeramente, tanto en la parte de la flor como en la parte de la carne. No se consideran como defecto en el caso de cuero semi-anilina y/o anilina

1.3.7 Proceso de producción de calzado

1.3.7.1 Diseño y patronaje

El modelista es una parte fundamental para el proceso de fabricación de calzado en la cual se originan los moldes que son los diferentes diseños ya elaborados, de acuerdo a estos se clasifica el cuero en su calidad, grosor, color y tipo para la producción del calzado. [6]

El patrón es una representación bidimensional a tamaño real de la superficie tridimensional de la horma. Se utiliza para cortar el material con el que se hará el corte, compuesto por las distintas piezas del zapato, cada una con su forma, como se indica en la figura 1.4. [7]

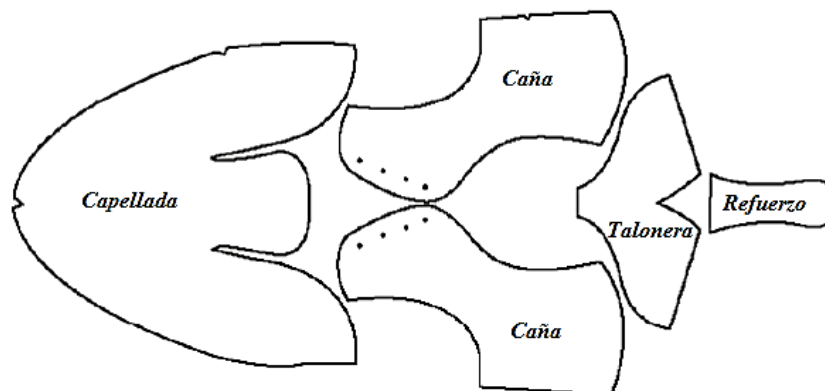


Figura 1.4. Ejemplo básico de diseño de patronaje

Fuente: [7] Choklat (2012), pg. 42.

1.3.7.2 Corte [8]

Una vez que los cortes pasan, por el rebajado son enviados a control de calidad al subalmacén, en donde se revisa, visualmente, que cumplan con las especificaciones, como por ejemplo que no se haya roto el corte con el rebajado y que las tareas vayan completas al proceso de despunte, los trabajadores de esta área deben tener un conocimiento completo de todos los posibles defectos que se puedan presentar en las pieles.

1.3.7.3 Despunte [8]

Los cortes que se requieran son unidos en zigzag. En caso de que no necesite ser unido en zigzag pasan inmediatamente al cerrado, aquí se unen los dos talones del corte para lo cual se emplea una máquina plana.

Continúa con el armado, consiste en darle la forma al corte. Dependiendo de las fracciones del modelo se realiza el empalme, en este proceso se junta el forro y el corte con pegamento. Inmediatamente empieza el encuarte, que es el despunte final aplicado al zapado, en cuya orilla se hacen las puntadas a la distancia indicada.

1.3.7.4 Montado [8]

Después de armar los cortes, se coloca en el casco y el contrafuerte y se conforma el talón en caliente y frío. Pasando en seguida al montado de puntas, aquí se precisa una habilidad técnica ya que se debe conocer el funcionamiento de la máquina y al mismo tiempo se le da la altura; consiste en colocar el corte sobre la horma y se mete en la máquina de centrar puntas cuidando que la puntera y la línea del zapato queden derechas; aquí es donde se da la forma al calzado.

Posteriormente se realiza el montado de lados y talones; se requiere de una persona con la capacidad de realizar las dos fracciones al mismo tiempo. Consiste en montar los enfranques hasta la altura del cuarto del zapato y después activar el talón, meterlo en la máquina cuidando que no rompa ninguna de las partes y verificando que entre derecho. En la figura 1.5 se puede observar las características del montaje de puntas.

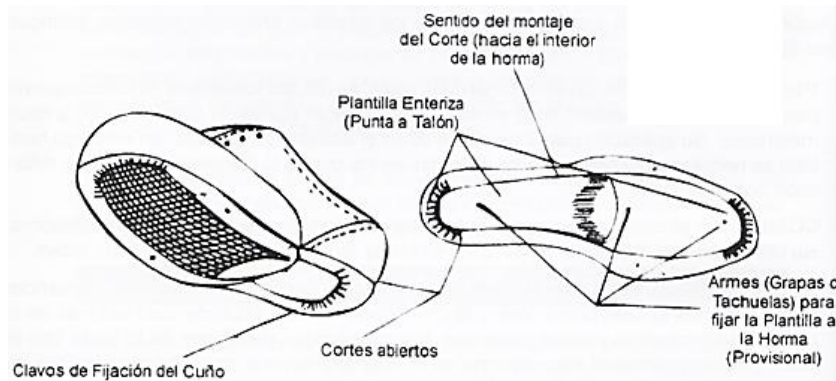


Figura 1.5. Características del montaje de puntas

Fuente: [9] Smith Shoes. (2016)

1.3.8 Ensayos físicos aplicados al cuero

1.3.8.1 Determinación de la resistencia a la tracción

Consiste en fijar una probeta de cuero de forma alargada entre las mordazas de un dinamómetro, como se aprecia en la figura 1.6, y se procede seguidamente a separar las mordazas a una velocidad constante mientras la fuerza ejercida sobre la probeta se mide en la celda de carga del instrumento. La fuerza aplicada tiene como consecuencia inmediata la deformación de la probeta, la cual se estira en la dirección en la que se ejerce la fuerza hasta que se produce su rotura. La resistencia a la tracción y el alargamiento son propiedades que varían mucho según la posición de la toma de muestras y según la dirección. Cabe anotar que las fuerzas que actúan sobre los cueros en su uso normal producen tracciones en diferentes direcciones y no solamente en una. [10]

Método de ensayo o norma: NTC 1049, UNE 59005-82, DIN 53328 y BS 3144:5 se corresponden con la IUP 6. Igualmente, la norma ASTM D2209- ALCA E 15 y la IUP 6 son muy próximas. [10]

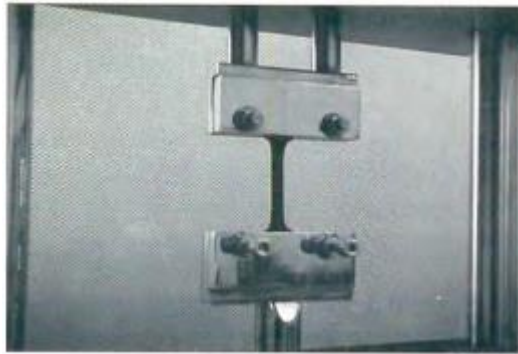


Figura 1.6. Probeta sometida a ensayo de tracción
Fuente: [10]

1.3.8.2 Determinación del desgarre

Existen varios procedimientos para determinar la resistencia al desgarre en el cuero. En el método IUP 8, se realiza una ranura en el centro de la probeta. Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introducen en la ranura de la probeta. Estas piezas están fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro. Al poner en funcionamiento el dinamómetro, las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta, se separan de reporta la fuerza máxima alcanzada en newton. El ensayo también se realiza empleando una probeta tipo "pantalón" (Método ASTM D 4704). [10]

Método de ensayo o norma: NTC 4575, IUP 8, ASTM D 2212, UNE 59024. Existen otros métodos ASTM para la medición de la resistencia al desgarre: ASTM D 4704, ASTM D 4705. [10]

1.3.8.3 Determinación de la distensión y rotura de la capa flor para cueros

Para realizar este ensayo, se utiliza un equipo llamado lastómetro o rotómetro. El equipo dispone de una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular, con el lado flor hacia afuera y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil, situada en el centro del lado carne de la probeta. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquiere una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. En ese momento se anota la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el

momento en que ocurre la primera fisura de la flor. Esta distancia se denomina distensión. La acción no se detiene hasta el momento de la rotura total del cuero, en el que se anota de nuevo la distensión y la carga, aunque estos datos tienen sólo un carácter orientativo. [10]

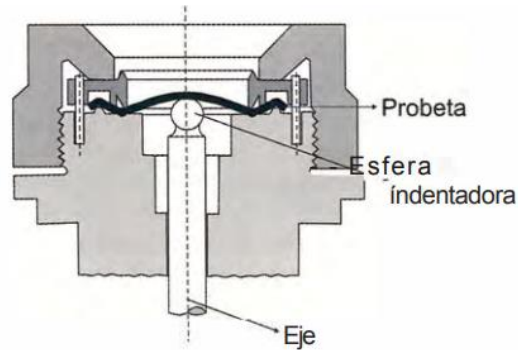


Figura 1.7. Rotómetro para realizar ensayos de distensión en cueros.
Fuente: [10]

1.3.9 Dispositivos de sujeción

Son aquéllos que tienen como misión asegurar que la capellada se mantenga en posiciones tales que permitan su evaluación. Ejemplos de estos dispositivos son: platos de garras, mordazas, mesas portaherramientas, etc. [18]

1.3.9.1 Prensas de presión manuales

Estas prensas sujetan a presión manualmente a las capelladas, como el sistema es manual se presionaría prensa a prensa hasta completar el sistema de sujeción y proceder a la evaluación de la capellada. En la figura 1.8 se ve una prensa de presión, se utilizaría el mismo mecanismo adaptado a unas guías para la sujeción [18]



Figura 1.8. Prensa de presión manual.
Fuente: [18]

1.3.9.2 Sujeción por imanes neumáticos

El imán opera con sistema neumático (figura 1.9). El giro dirigido de un grupo de imanes permanentes hace que las líneas del campo actúen sobre los polos magnéticos y la carga o se desvían a través de la carcasa para efectuar la desmagnetización. En la posición 'I' las líneas del campo magnético son dirigidas a través de los polos y pasan por la carga. El imán está activado. En la posición '0' las superficies polares se desactivan y el imán queda así desconectado. [18]



Figura 1.9. Imanes neumáticos.
Fuente: [18]

1.3.9.3 Muelas de sujeción con sistema neumático

Las muelas de sujeción se acoplan a los pistones neumáticos. Las mordazas permanecen abiertas mediante un resorte hasta que el pistón es accionado mediante pedal, presionando a las capelladas para la evaluación.

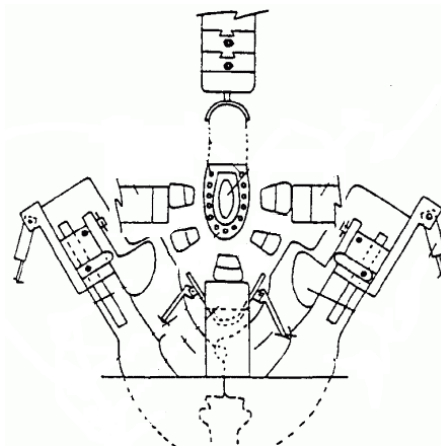


Figura 1.10. Características del montaje de puntas

Fuente: [9] Smith Shoes. (2016)

En la figura 1.10 se muestra una máquina para montar punteras la cual presenta un sistema que comprende dos soportes desplazables, uno de ellos es el soporte de la horma y el otro exterior es el de soporte de un conjunto de inyectores de material de pegado dispuestos en el sentido perimetral de la base de la horma; los inyectores van enmarcados por un conjunto de pinzas exteriores que se accionan hidráulicamente y que cogen y sujetan fuertemente el corte del calzado; lateral y exteriormente a las pinzas van dispuestas sendas placas base desplazables que presionan la zona del corte a pegar sobre la horma y estas placas llevan montadas en la parte anterior o más baja sendas piezas en forma de "L" que se desplazan por medio de cilindros hidráulicos y que actúan sobre la zona del puente de la horma pegando el corte en dicha zona. [19]

Es por esto que se determina cinco pinzas para la sujeción de las capelladas y un tensor central con forma similar a la punta de la horma. En la figura 1.11. se observa la ubicación de las pinzas del diseño de la máquina.

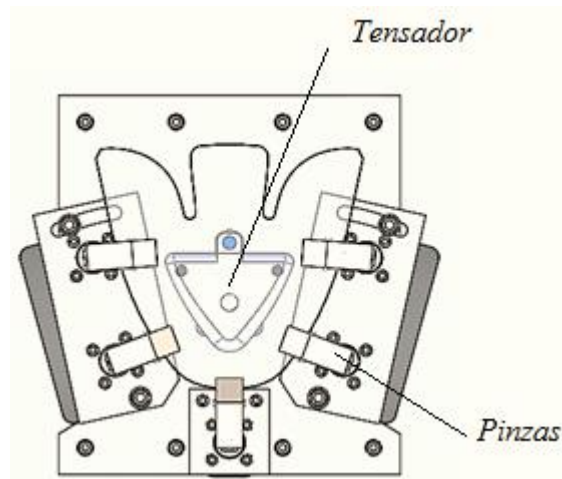


Figura 1.11. Ubicación de las pinzas y tensor en las capelladas

Fuente: Autor

CAPITULO II.



METODOLOGÍA

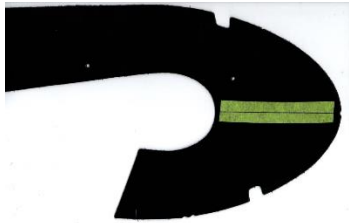


2.1 Materiales

2.1.1 Capelladas

Es la parte del calzado que cubre la totalidad del pie, a excepción de la suela. Se utilizan pieles de ganado vacuno. En la tabla 2-1 se observa la forma de las capelladas proporcionadas por la empresa.

Tabla 2-1. Modelos de Capelladas

Capellada	Especificaciones
 A black leather shoe upper (capellada) for the model 'Valentina'. It features a curved shape with a small opening at the heel and a thin yellow-green stripe running horizontally across the middle.	Material: Cuero negro flor entera Tallas: 24 - 40 Modelo: Valentina Espesor de cuero: 1.7 mm
 A black leather shoe upper (capellada) for the model 'Rafaela'. It has a more rounded, bulbous shape with a small opening at the heel and a thin yellow-green stripe running horizontally across the middle.	Material: Cuero negro flor entera Tallas: 24 - 40 Modelo: Rafaela Espesor de cuero: 1.9 mm

	<p>Material: Cuero negro flor entera</p> <p>Tallas: 24 - 40</p> <p>Modelo: Naomi</p> <p>Espesor de cuero: 1.7 mm</p>
	<p>Material: Cuero negro flor entera</p> <p>Tallas: 24 - 40</p> <p>Modelo: Angelina</p> <p>Espesor de cuero: 1.8 mm</p>
	<p>Material: Cuero negro flor entera</p> <p>Tallas: 24 - 40</p> <p>Modelo: Ariel</p> <p>Espesor de cuero: 1.8 mm</p>

Fuente: Autor

2.1.2 Acero A36

Tiene un esfuerzo de fluencia de 2 530 kg/cm² (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión de 4 080 kg/cm² a 5 620 kg/cm² (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi), y su soldabilidad es adecuada. Sirve para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas y soldadas. [11]

2.1.3 Tubos estructurales

Tubo de acero estructural con forma cuadrada, norma de fabricación NTE INEN 2415; Calidad SAE J 403 1008; espesor de 1,5. Se usa en montaje de estructuras, herrería, columnas, etc. [12]

2.1.4 Resortes

Los resortes se fabrican mediante procesos de trabajo en frío o en caliente, lo cual depende del tamaño del material, del índice del resorte y de las propiedades deseadas. El arrollado de los resortes induce esfuerzos residuales mediante flexión, pero son normales a la dirección de los esfuerzos de trabajo torsionales en un resorte helicoidal. Con mucha frecuencia, en la manufactura de resortes, estos se releven, después del arrollado, por medio de un tratamiento térmico moderado. [13]

2.1.5 Rodamientos

La mayoría de los rodamientos consisten de anillos con pistas (anillo interior y anillo exterior), elementos rodantes (pueden ser bolas o rodillos) y jaula. La jaula separa los elementos rodantes a distancias iguales, los mantiene en su lugar entre la pista interna y la externa, y les permite rodar libremente. [14]

2.1.6 Cilindros neumáticos de doble efecto

Permiten realizar trabajo mecánico en sus dos sentidos de movimiento, para lo cual poseen dos entradas para aire comprimido ubicadas en los dos extremos del cilindro, por tanto, se obtiene fuerza útil en sus dos recorridos. Estas fuerzas no son iguales, puesto que sus áreas efectivas a ambos costados del pistón, tampoco lo son. [15]

2.1.7 Software especializado CAD

La aplicación del software CAD en la ingeniería abarca la elaboración de cuadros sinópticos, diagramas de diversos tipos, gráficos estadísticos, representación normalizada de piezas para su diseño y fabricación, representación tridimensional de modelos dinámicos en multimedia, análisis con elementos finitos, aplicaciones en realidad virtual, robótica, etc. [16]

2.2 Métodos

2.2.1 Investigación bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica determinando los parámetros para el diseño de la máquina, el material de las capelladas es cuero por lo cual se determinó las propiedades de este material. Partes del proceso de elaboración de un zapato, tal como: diseño y patronaje del calzado, corte de material, armado de partes, montaje y centrado de puntas siendo éste el caso donde se observa el problema. Otros parámetros que se deben estimar es la capacidad de trabajo que realizará la máquina.

2.2.2 Investigación no experimental correlacional

En este tipo de investigación se correlaciona el diseño de pinzas para la sujeción de las capelladas al proceso de armado de puntas. Este sistema de armado de puntas está constituido por pinzas perimetrales a la capellada y un acople para la horma, que es aquel que tensa al cuero con la forma de ésta. Se estableció este diseño ya que en este proceso las capelladas de cuero suelen fallar.

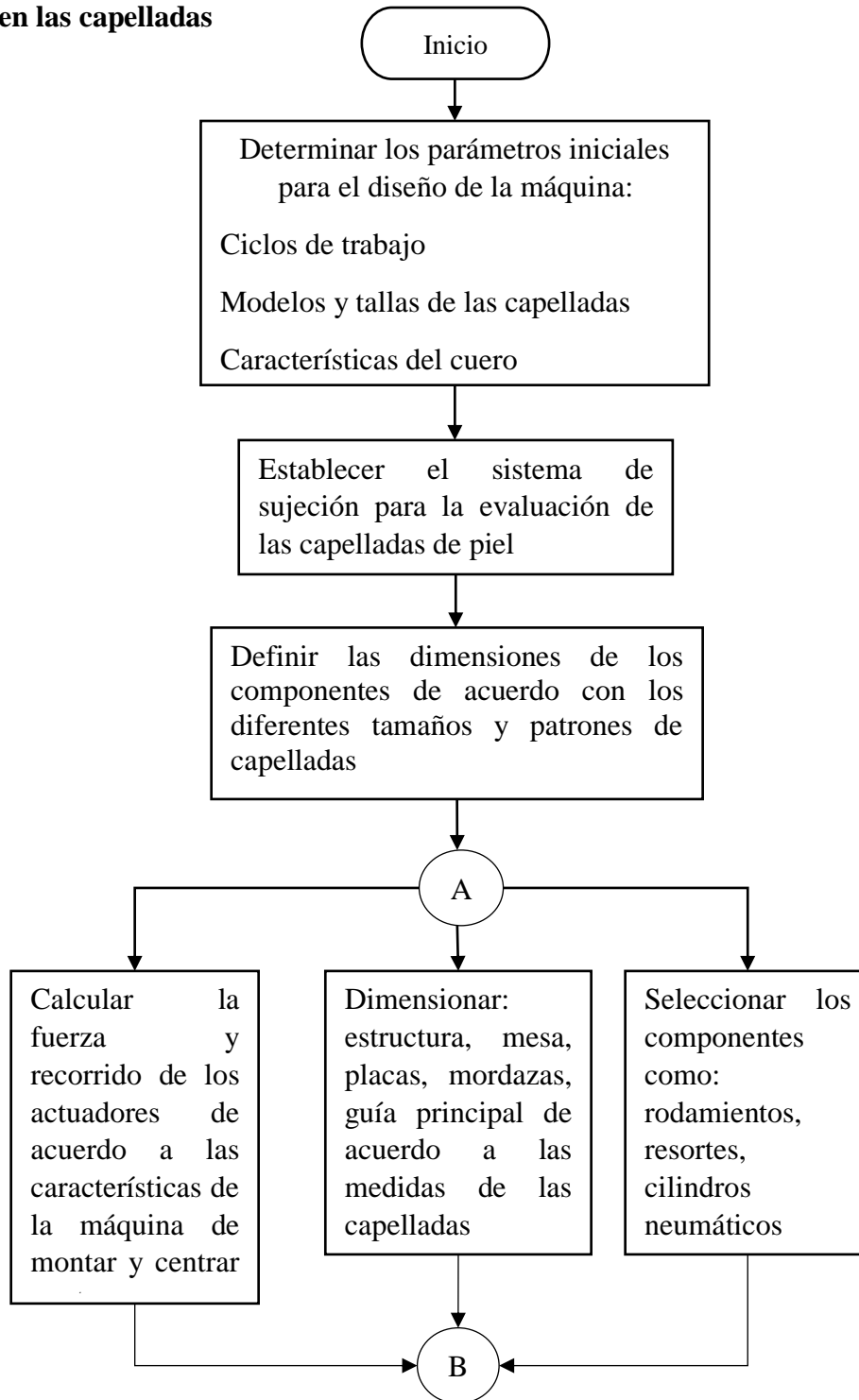
2.2.3 Investigación experimental

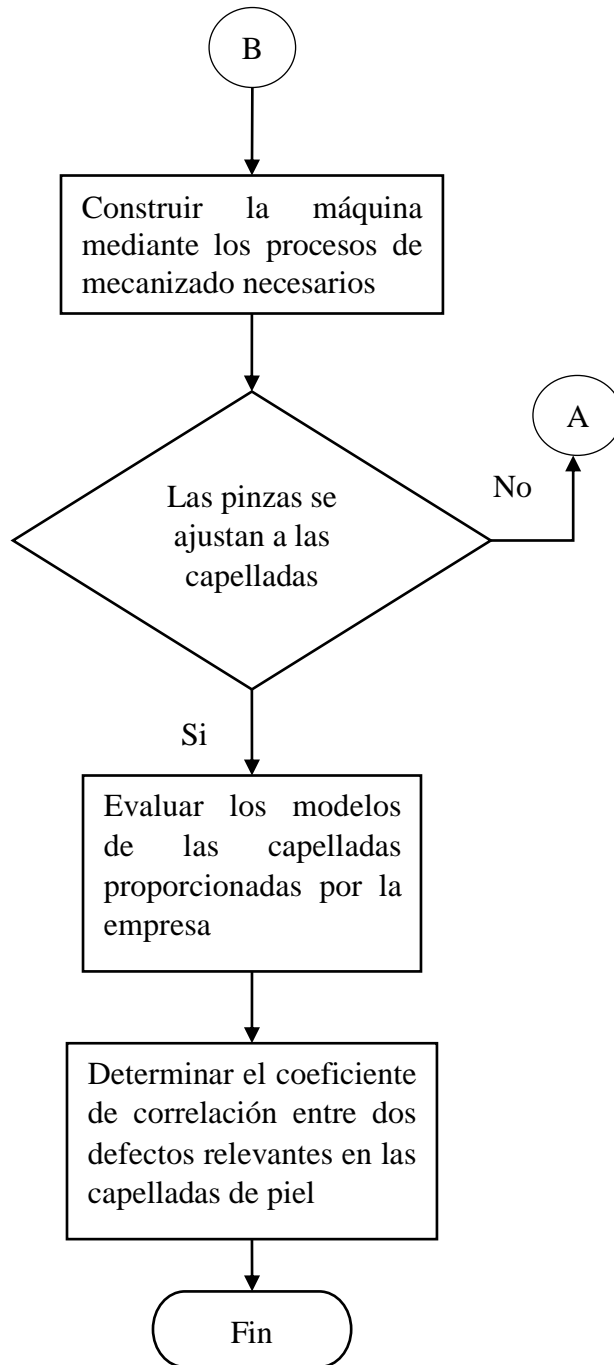
Con la medición de las capelladas, se elaboró planos en software estimando las medidas y analizando tanto la ubicación como la movilidad del sistema de sujeción de la máquina.

En la construcción se desarrollarán procesos de mecanizado, soldadura, y montaje, necesarios de las distintas partes que se constituirá la máquina, después se experimentará en las pruebas de funcionamiento con los temporizadores para llegar así a los ciclos de trabajo calculados para el diseño.

Se elaborará un cuadro de los resultados observados y se cuantificarán los defectos principales, para analizarlo mediante la correlación de Pearson.

Flujograma del proceso de diseño y construcción de la máquina para determinar grietas en las capelladas





Fuente: Autor

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Parámetros de diseño

3.1.1 Ciclo estimado

Se pretende que la máquina evalúe las capelladas en una jornada laboral a 15 ciclos por minuto

3.1.2 Tipo de cuero

El calzado es de tipos casual por lo cual se usa cuero bobino de plena flor negro, la piel bobina es flexible, resistente al desgaste.

3.1.3 Medidas de las capelladas

La empresa requiere de la comprobación de cinco modelos de capelladas que van desde la talla 24 hasta la 40. Estos modelos fueron escaneados y medidos, la capellada pequeña y grande fueron tomadas como referencia mínima y máxima para el diseño de la máquina. En la tabla 3-1 se aprecia las medidas.

Tabla 3-1 Medidas de las capelladas críticas

	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
Capellada máxima	218,24	230,11	1,8
Capellada mínima	114,31	160,41	1,9

Fuente: Autor

La parte crítica del procedimiento de armado de zapatos es la puntera, por esto se determinó por medio de las medidas de las capelladas la ubicación de las pinzas.

3.1.4 Características del cuero

La norma INEN 1810, Cuero bovino al cromo para calzado [1]. Determina que los requisitos del cuero destinado al uso del calzado son:

Tabla 3-2 Requisitos del cuero destinado al uso del calzado.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN	MAX	METODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción	MPa	19,6	-	INEN 1061
Alargamiento a la rotura de la flor: mediante a la máquina de ensayo a la tracción	%	65	-	INEN 555
Lastómetro	mm	7	-	
Alargamiento causado por un esfuerzo específico (9,8MPa)	%	15	30	INEN 1061
Alargamiento a la rotura	%	45	70	INEN 1061
Resistencia al desgarre	N/mm	50	-	INEN 561
Resistencia a la flexión	Número de flexión	2000	-	INEN 1807
Estabilidad de los aprestos al roce húmedo	-	Destiñe máximo según muestra de referencia		
Contenido de cromo como Oxido de cromo (Cr2O3)	%	2	-	INEN 566
Contenido de humedad	%	12	18	INEN565
Contenido de grasas y otras materias solubles extraíbles	%	3	7	INEN 563
pH	-	3,8	6	INEN 1072
Contenido de cenizas sobre el contenido de cromo:				INEN 1055
color blanco	%	-	6	

color pastel	%	-	5	
color negro	%	-	2	

Fuente: [1] NTE INEN 1810 (1991). Pg. 5

3.1.5 Características de la máquina de montar puntas

De la marca Molina E Bianchi y el modelo es Sincron 4P, tiene las características mostradas en la tabla 3-3

Tabla 3-3 Características generales de la máquina de montar puntas instalada en la empresa

Características	Descripción
Producción diaria	1500 pares
Consumo de aire	446 NI/min
Presión de trabajo	6 bar
Consumo de energía	100 W
Voltaje monofásico	220 V
Peso	500 kg
Peso bruto	600 kg

Fuente: [17]

3.2 Selección de sistema de sujeción

3.2.1 Evaluación de las alternativas

Para la selección de la alternativa más viable se utilizará la evaluación con el método ordinal corregido de criterios ponderados. Las variables a tener en cuenta son:

- Costo de componentes: Indica el costo total que conllevaría realizar dicho sistema de sujeción.
- Costo de operación: Indica el costo que tendría el sistema en funcionamiento.
- Construcción del sistema: Indica la dificultad de construir el sistema.
- Mantenimiento: Indica la complejidad de realizar mantenimiento a las partes.

En la tabla 3-4 se evalúa los criterios para la ponderación de las alternativas.

Tabla 3-4 Evaluación de criterios

Criterio	Costo de componentes	Costo de operación	Construcción	Mantenimiento	$\Sigma+1$	Ponderación
Costo de componentes		1	0,5	0,5	3	0,33
Costo de operación	0		0	0	1	0,11
Construcción	0,5	1		0	1,5	0,17
Mantenimiento	0,5	1	1		3,5	0,39
Suma					9	1

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta que la alternativa 1 son las prensas de presión manuales, alternativa 2 es la sujeción por imanes neumáticos y la alternativa 3 son las muelas de sujeción con sistema neumático.

A continuación, en las tablas se evalúa las alternativas con respecto a los criterios estimados para la selección de la mejor alternativa.

Tabla 3-5 Evaluación de las alternativas con respecto al costo de componentes

Costo de componentes	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
Suma				6	1

Fuente: Autor

Tabla 3-6 Evaluación de las alternativas con respecto al costo de operación

Costo de operación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0,5	1,5	0,17
Alternativa 3	0	0,5		1,5	0,42
Suma				5,5	1

Fuente: Autor

Tabla 3-7 Evaluación de las alternativas con respecto a la construcción

Construcción	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
Suma				6	1

Fuente: Autor

Tabla 3-8 Evaluación de las alternativas con respecto al mantenimiento

Mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	1	0,17
Alternativa 2	1		0	2	0,33
Alternativa 3	1	1		3	0,5
Suma				6	1

Fuente: Autor

Tabla 3-9 Selección de alternativas de acuerdo a los resultados obtenidos

Selección	Costo de componentes	Costo de operación	Construcción	Mantenimiento	Σ	Prioridad
Alternativa 1	0,1375	0,05	0,0283	0,0663	0,2821	2
Alternativa 2	0,055	0,03	0,0567	0,1287	0,2701	3
Alternativa 3	0,1375	0,03	0,085	0,195	0,4475	1

Fuente: Autor

Finalmente, la mejor alternativa con respecto a los criterios es la 3, que corresponde a las muelas de sujeción con sistema neumático

3.3 Diseño de los componentes

La máquina mostrada en la figura 3.1 consta de las siguientes partes

- Base
- Mesa
- Placa de apoyo y sujeción de las partes
- Pinzas de sujeción de las capelladas

- Sistema de tensión de las capelladas
- Gabinete de mando electroneumático

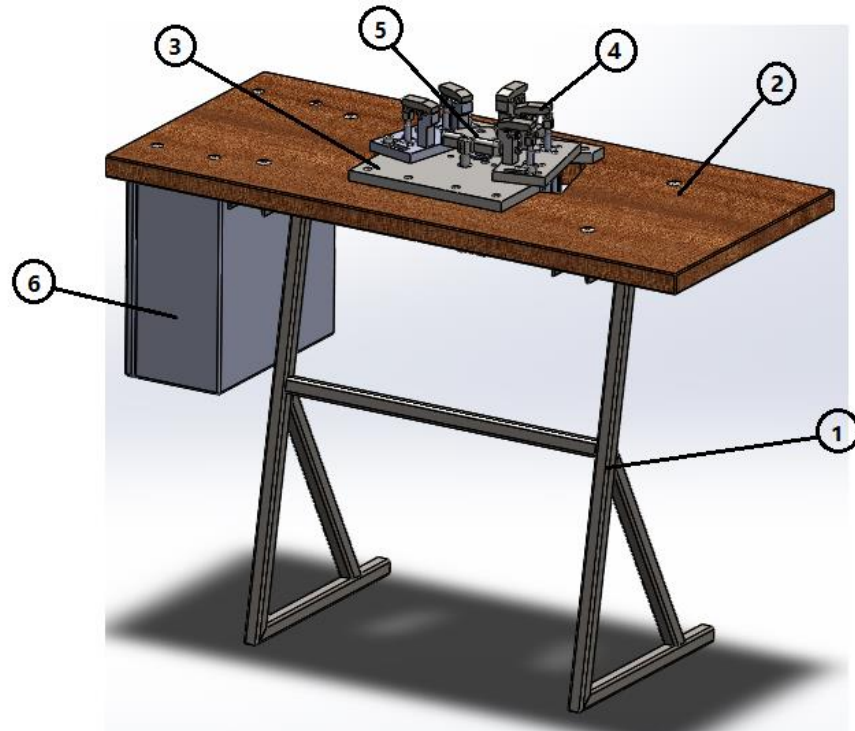


Figura 3.1. Partes de la máquina

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la forma de las capelladas y como está expuesta en el armado de puntas, se estimó una forma de sujeción similar, de este modo:

Estas partes serán activadas con cilindros neumáticos.

3.3.1 Selección de los cilindros neumáticos

En la tabla 3-3 el consumo de aire de la máquina de centrar puntas es de 446 NI/min, es significa litros normales por minuto que fluye por las tuberías, para transformarlos a condiciones de trabajo, litros por minuto, debemos dividir para la presión de trabajo en bar más 1 bar que corresponde a la atmosfera, así:

$$\frac{446 \text{ NI/min}}{(6 + 1)} = 63,71 \frac{l}{\text{min}(\text{Flujo de aire comprimido})}$$

Este valor es dividido para dos, este valor medio corresponderá al cilindro principal y el este subdividimos para 5, que corresponderán a los pistones para las pinzas

$$\frac{63,71 \text{ l/min}}{2} = \frac{32,85 \text{ l}}{\text{min}} \text{ (Piston central)}$$

$$\frac{32,85 \text{ l/min}}{5} = \frac{6,371 \text{ l}}{\text{min}} \text{ (Piston para las pinzas)}$$

Mediante la tabla 3-10 podremos obtener el valor del diámetro del pistón de los cilindros de acuerdo al consumo:

Tabla 3-10 Consumo de aire en cilindros de doble efecto en 1/100 mm de carrera, corregidos para compensar las pérdidas por cambios adiabáticos.

Pistón diám.	Presión de trabajo en bar				
	3	4	5	6	7
20	0,174	0,217	0,260	0,304	0,347
25	0,272	0,340	0,408	0,476	0,543
32	0,446	0,557	0,668	0,779	0,890
40	0,697	0,870	1,044	1,218	1,391
50	1,088	1,360	1,631	1,903	2,174
63	1,729	2,159	2,590	3,021	3,451
80	2,790	3,482	4,176	4,870	5,565
100	4,355	5,440	6,525	7,611	8,696

Fuente: [20]

En el diseño se necesita un pistón con una carrera de 70 mm y 15 ciclos por minuto, para el cilindro principal:

$$C = \frac{x * L * (2 * n)}{100} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

C = Consumo de aire

L = longitud de carrera

n = Ciclos por minuto

$$31,85 \text{ l/min} = \frac{x * 70 \text{ mm} * (2 * 15 \text{ ciclos/min})}{100 \text{ mm}}$$

$$x = \frac{31,85 * 100}{50 * (2 * 15)} = 2,12$$

En la tabla 3-10 el valor más cercano a superior es de 2,174 y corresponde a un cilindro de 50 mm.

Mientras que, para el cilindro para las pinzas, el valor es de 25mm para la carrera

$$6,371 \text{ l/min} = \frac{x * 25 \text{ mm} * (2 * 15 \text{ ciclos/min})}{100 \text{ mm}}$$

$$x = \frac{6,371 * 100}{25 * (2 * 15)} = 0,849$$

La empresa trabaja con una presión de 7 bar, el valor de pistón más cercano es de 32 mm

3.3.1.1 Recálculo del consumo de aire:

El consumo de aire de los pistones va a cambiar de acuerdo a las especificaciones de la marca XCPC Modelo DNC, en el anexo A muestra las dimensiones.

$$C \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right) = \frac{\pi * [2D^2 - d^2](\text{cm}^2) * L(\text{cm}) * (P + P_{\text{atm}}) \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) * n}{4000} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

D = Diámetro del émbolo

d = diámetro del vástago

L = Longitud de carrera efectiva

P = presión de trabajo

P atm = presión atmosférica

n = número de ciclos por minuto

Cilindro principal:

$$C \left(\frac{lt}{min} \right) = \frac{\pi * [2 * 5^2 - 2^2](cm^2) * 7(cm) * (7,13 + 0,7477) \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 15}{4000}$$

$$C \left(\frac{lt}{min} \right) = 29,895$$

Cilindros de las pinzas

$$C \left(\frac{lt}{min} \right) = \frac{\pi * [2 * 3,2^2 - 1,2^2](cm^2) * 2,5(cm) * (7,13 + 0,7477) \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 15}{4000}$$

$$C \left(\frac{lt}{min} \right) = 4,42$$

Sumando estos valores obtenemos que el consumo de aire es de 52 litros por minuto. Pero no se estima el consumo de tuberías y otros elementos, por esto se considera el 20% más del consumo calculado, que nos da 62,4 litros por minuto

3.3.1.2 Cálculo de fuerza de avance y retroceso en los cilindros

Fuerza de avance

$$F(N) = \left(\frac{\pi * D^2(cm^2) * P \left(\frac{kg}{cm^2} \right)}{4} * R \right) 9,8 \quad Ec. 3$$

Donde:

R= rendimiento

D < 40mm = 0,85

D > 40mm = 0,95

$$F(N) = \left(\frac{\pi * 5^2 (cm^2) * 7,1380 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 0,95}{4} \right) 9,8$$

$$= 1304,8365 \quad (\text{Cilindro principal})$$

$$F(N) = \left(\frac{\pi * 3,2^2 (cm^2) * 7,1380 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 0,85}{4} \right) 9,8$$

$$= 478,2019 \quad (\text{Cilindro de pinzas})$$

Fuerza de retroceso

$$F(N) = \left(\frac{\pi * (D^2 - d^2) (cm^2) * P \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * R}{4} \right) 9,8 \quad \text{Ec. 4}$$

$$F(N) = \left(\frac{\pi * (5^2 - 2^2) (cm^2) * 7,1380 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 0,95}{4} \right) 9,8$$

$$= 1096,062 \quad (\text{Cilindro principal})$$

$$F(N) = \left(\frac{\pi * (3,2^2 - 1,2^2) (cm^2) * 7,1380 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) * 0,85}{4} \right) 9,8$$

$$= 410,9548 \quad (\text{Cilindro de pinzas})$$

3.3.2 Sistema de sujeción

Las pinzas están ubicadas de acuerdo a la figura 3.2, la pinza individual se mantiene fija y las otras pinzas se mueven de acuerdo a la medida de la capellada.

Las placas de las pinzas están ubicadas en la placa de apoyo, de un extremo está el perno fijo y del otro uno ajustable en la guía.

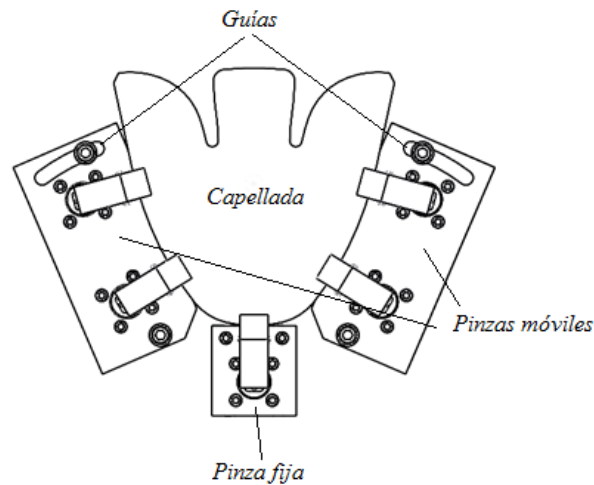


Figura 3.2. Descripción del sistema de sujeción de pinzas

Fuente: Autor

3.3.2.1 Diseño de pinzas de sujeción

El eje del pistón realiza una fuerza vertical hacia arriba, como la pinza superior debe mantenerse abierta para la ubicación de la capellada, se colocó un resorte de tensión para el retroceso de la pinza. Ésta debe tener la facilidad de rodamiento por esta razón se ubicó un rodamiento en el acople del eje. La pinza inferior se encuentra soldada a la placa de sujeción.

3.3.2.2 Diagrama de fuerzas de la pinza fija

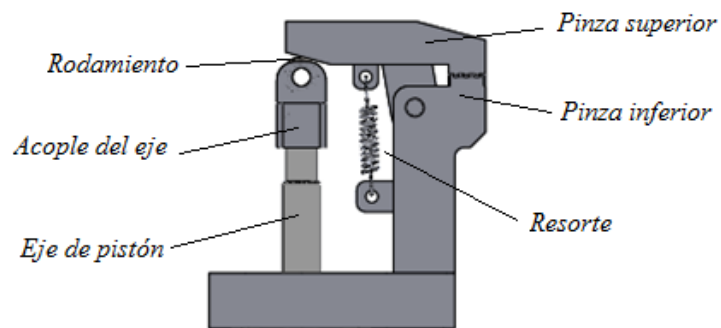


Figura 3.3. Descripción del sistema de sujeción del cuero

Fuente: Autor

Con la descripción de la figura 3.3, se analiza mediante un diagrama de fuerzas en la figura 3.4, donde la fuerza del pistón es la que actúa sobre la pinza y las reacciones se

encuentran en los puntos fijos. Se desea conocer el valor de las reacciones para el siguiente cálculo del espesor de la placa.

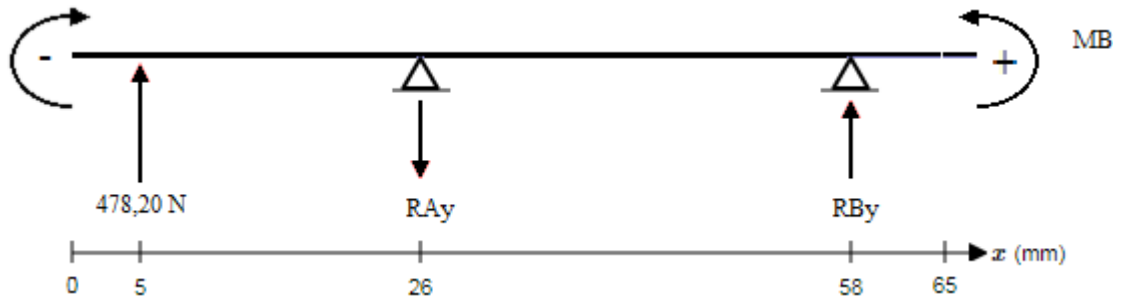


Figura 3.4. Ubicación de las fuerzas y apoyos

Fuente: Autor

$$\sum Fy = 0 \quad \text{Ec. 5}$$

$$478,20 \text{ N} = RB - RA$$

$$\sum MB = 0 \quad \text{Ec. 6}$$

$$478,20 \text{ N} * 53\text{mm} - RA * 32 = 0$$

$$RA = -720,018 \text{ N}$$

$$RB = 313,819 \text{ N}$$

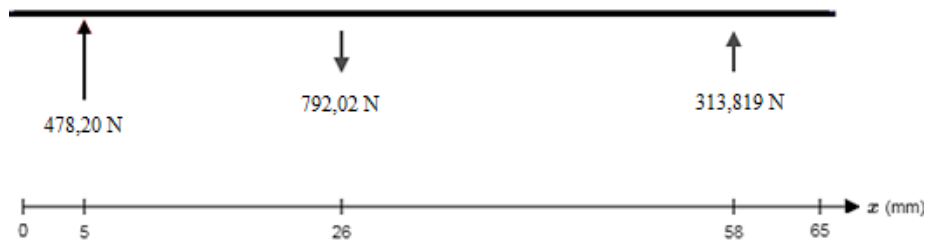


Figura 3.5. Descripción del sistema de sujeción del cuerpo

Fuente: Autor

Diagrama de fuerza cortante

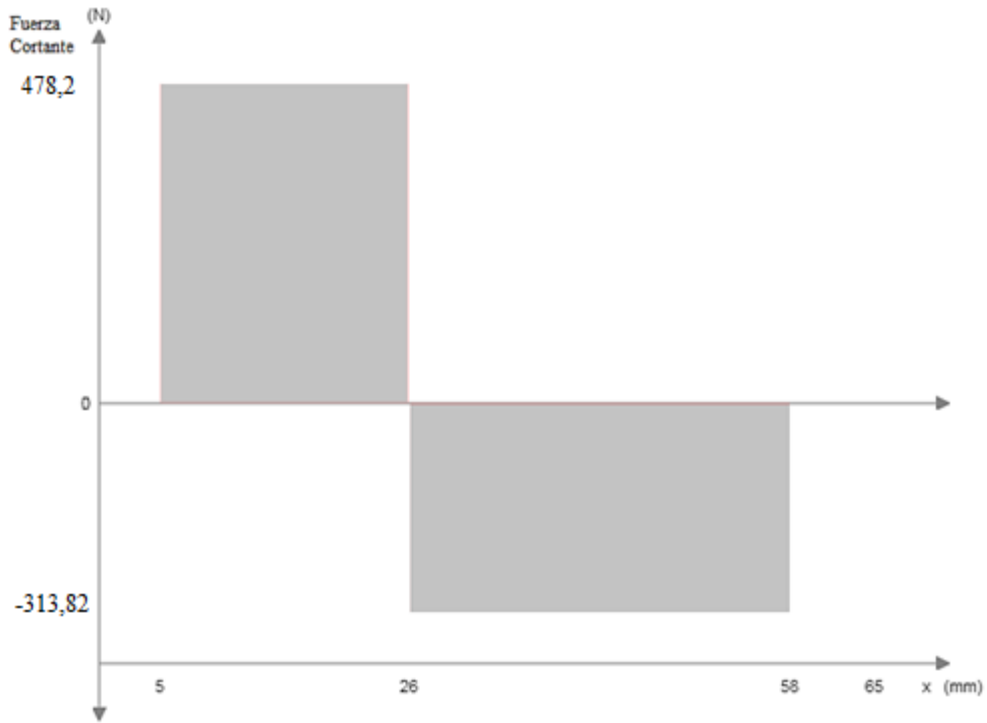


Figura 3.6. Diagrama de la fuerza cortante

Fuente: Autor

El momento flexionante se observa en la figura 3.7

$$MA = F * x$$

Ec. 7

$$MA = 478,2N * 21mm = 10042,2 Nmm$$

$$10042,2 Nmm = 102,47kgcm$$

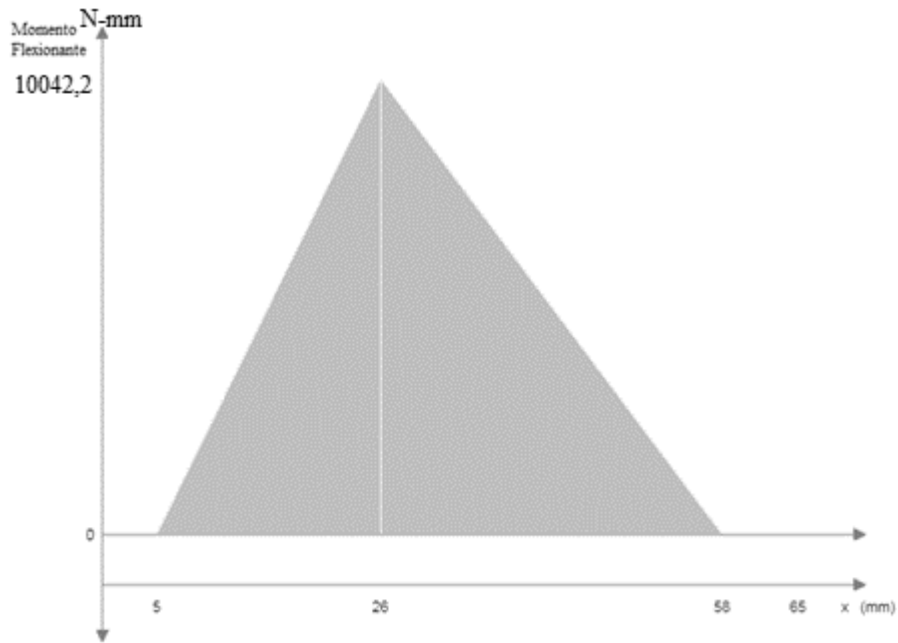


Figura 3.7. Diagrama del momento flector

Fuente: Autor

3.3.2.3 Cálculo del espesor de la pinza fija

En la figura 3.8 se especifica las dimensiones en mm de la pinza, estimadas para el agarre del cuero.

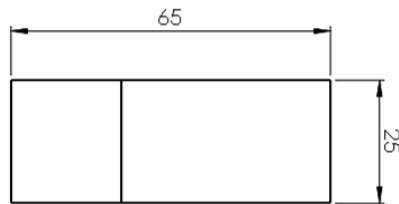


Figura 3.8. Medidas de la pinza superior

Fuente: Autor

$$n_d = \frac{S_y}{\sigma} \tag{Ec. 8}$$

El material que se va a usar para las pinzas es el acero A36, debido que es dúctil, fácil soldabilidad, accesible y económico. Propiedades en el anexo B

$$S_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad $n=3$ se usa corrientemente cuando las cargas que actúan sobre la estructura lo hacen de modo constante

$$\sigma_{max} = \frac{2530}{3} = 843,33 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo flexionante de una sección rectangular estará dado por:

$$\sigma = \frac{6M}{bh^2} \quad \text{Ec. 9}$$

$$843,33 \text{ kg/cm}^2 = \frac{6 * 102,47 \text{ kg} * \text{cm}}{2,5 \text{ cm} * h^2}$$

Despejamos h

$$h = \sqrt{0,2916} = 0,54 \text{ cm}$$

La placa debe tener un espesor mínimo de 0,54 cm. Ésta va sujeta a la placa principal y al cilindro neumático con pernos hexagonales, la placa 1,8 cm de espesor d

Recálculo del factor de seguridad con el espesor diseñado:

$$n = \frac{Sybh^2}{6M} \quad \text{Ec. 10}$$

$$n = \frac{2530 * 10 * 1,8^2}{6 * 182,21}$$

$$n = 74,97$$

Con 1,8 cm de ancho, la pinza soporta la fuerza del pistón.

3.3.2.4 Diagrama de fuerzas de la placa de las pinzas móviles

Análisis de las fuerzas y reacciones que se someten a la placa en la figura 3.9

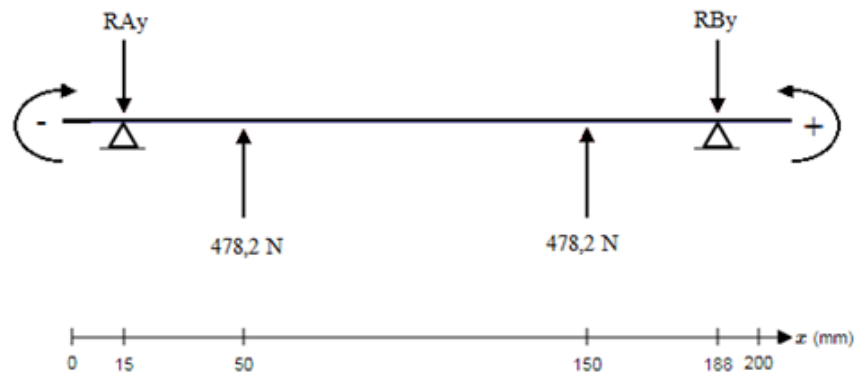


Figura 3.9. Descripción de las fuerzas y apoyos

Fuente: Autor

$$\sum Fy = 0$$

$$478,2 N + 478,2 N = RB + RA$$

$$\sum MB = 0$$

$$RA * 173 - 478,20 N * 138mm - 478,20 N * 38mm = 0$$

$$RA = 486,4924 N$$

$$RB = 469,9076 N$$

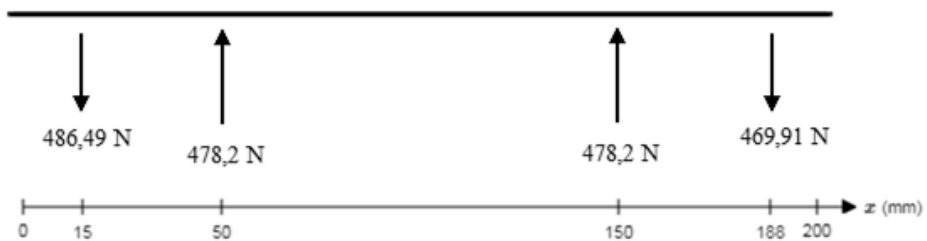


Figura 3.10. Ubicación de las fuerzas y apoyos

Fuente: Autor

Momento flexionante

$$MA = F * x = 486,49N * 35mm = 17027,15 Nmm$$

$$17027,15Nmm = 173,7464 kgcm$$

$$MB = F * x = 469,91N * 38mm = 17856,58 Nmm$$

$$17856,58 Nmm = 182,21 kgcm$$

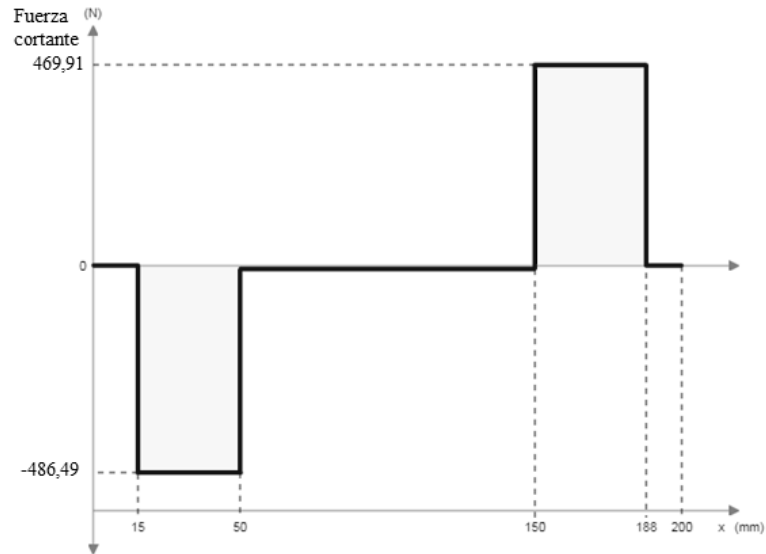


Figura 3.11. Diagrama de las fuerzas cortantes

Fuente: Autor

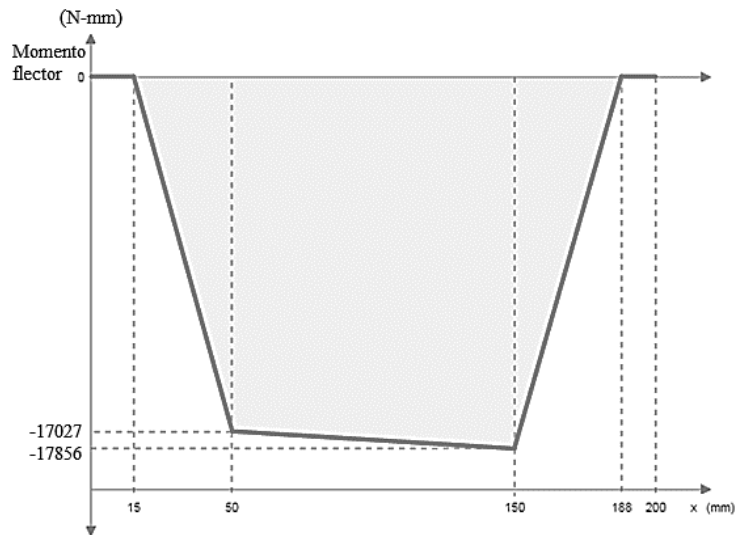


Figura 3.12. Diagrama del momento flector

Fuente: Autor

3.3.2.5 Cálculo del espesor de la placa de las pinzas móviles

La placa tiene las dimensiones de la figura 3.13, con los cálculos anteriores se procede a calcular el espesor mínimo para que la placa soporte las cargas.

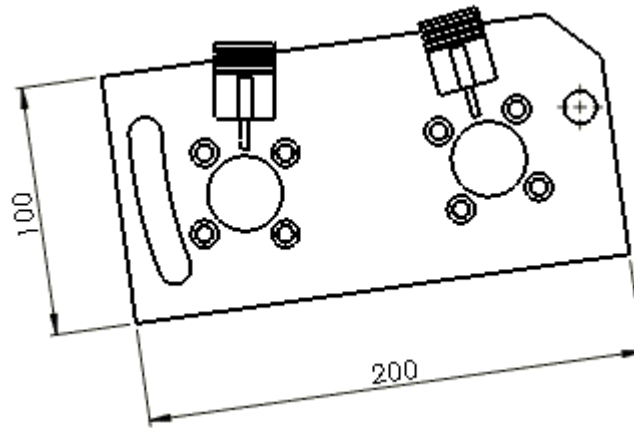


Figura 3.13. Dimensiones de la placa móvil

Fuente: Autor

$$n_d = \frac{S_y}{\sigma}$$

El material que se va a usar para la placa es el acero A36, las especificaciones de las propiedades mecánicas se observan en el anexo B

$$S_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad $n=3$ se usa corrientemente cuando las cargas que actúan sobre la estructura lo hacen de modo constante

$$\sigma_{max} = \frac{2530}{3} = 843,33 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo flexionante de una sección rectangular estará dado por:

$$\sigma = \frac{6M}{bh^2}$$

$$843,33 \text{ kg/cm}^2 = \frac{6 * 182,21 \text{ kg} * \text{cm}}{10 \text{ cm} * h^2}$$

Despejamos h

$$h = \sqrt{0,1296} = 0,36 \text{ cm}$$

La placa debe tener un espesor mínimo de 0,36 cm. Ésta va sujeta a la placa principal y a los cilindros neumáticos con pernos hexagonales, por esto el espesor es de 1,8 cm.

Recálculo del factor de seguridad con el espesor diseñado:

$$n = \frac{Sybh^2}{6M}$$
$$n = \frac{2530 * 10 * 1,8^2}{6 * 182,21}$$
$$n = 74,97$$

Con 1,8 cm de ancho, la pinza soporta la fuerza del pistón.

3.3.2.6 Cálculo de soldadura de la pinza inferior

La fuerza que actúa sobre la pinza inferior la pinza superior es de 313,819 N, de forma repetitiva por los ciclos de trabajo, se desea conocer si la soldadura aplicada va a resistir a los elementos sometidos a dicha fuerza.

El material usado es A36 (Anexo B), el proceso de soldadura es MIG con alambre ER 70S-6 (Anexo E) y en figura 3.14 y 3.15 se observan las dimensiones.

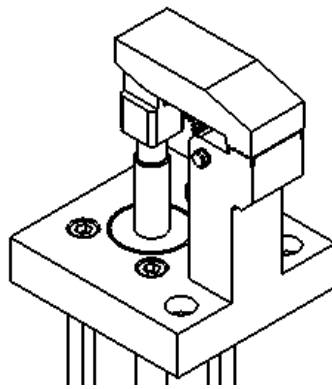


Figura 3.14. Elementos a soldarse

Fuente: Autor

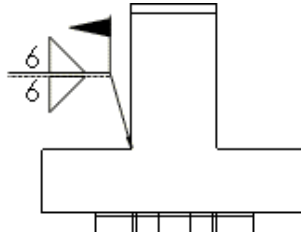


Figura 3.15. Especificación de la soldadura

Fuente: Autor

$$F = 313,819 \text{ N}$$

$$M = 10042,2 \text{ N mm}$$

$$S_{ut} (\text{alambre}) = 568,4 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 15 \text{ mm}$$

$$h = 6 \text{ mm}$$

La fuerza cortante produce un *cortante primario* en las soldaduras de magnitud.

$$\tau' = \frac{V}{A} \tag{Ec. 11}$$

Donde V es la fuerza cortante y A es el área de garganta de todas las soldaduras. En la Tabla 2-4 la segunda opción obtenemos el valor de A y J_u , que la usaremos después.

$$A = 1,41 \text{ } h d \tag{Ec. 12}$$

$$A = 1,41 * 6\text{mm} * 15\text{mm} = 126,9 \text{ mm}^2$$

Entonces

$$\tau' = \frac{313,819 \text{ N}}{126,9\text{mm}^2} = 2,472\text{MPa}$$

El momento en el soporte produce un *cortante secundario* o *una torsión* de las soldaduras, y dicho esfuerzo está dado por la ecuación. M es el momento, r es la distancia desde el centroide del grupo de soldaduras hasta el punto en la soldadura de interés, y J es el segundo momento polar de inercia del área del grupo de soldaduras respecto del centroide del grupo. [13]

$$\tau'' = \frac{M * r}{J} \quad Ec. 13$$

$$J = 0,707 * h * J_u \quad Ec. 14$$

En el anexo F

$$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} \quad Ec. 15$$

$$J_u = \frac{15(3 * 23^2 + 15^2)}{6} = 4530mm^3$$

Entonces

$$J = 0,707 * 6 * 4530 = 19216,26$$

$$r = \sqrt{7,5^2 + 11,5^2} = 13,729mm$$

Reemplazando los valores

$$\tau'' = \frac{10042,2Nmm * 13,729mm}{19216,26mm^4}$$

$$\tau'' = 7,174 MPa$$

Comprobación

$$\tau' = \frac{S_{ut}}{n} = \frac{568,4}{2} = 284,2 MPa \quad Ec. 16$$

El cortante primario genera 2,472 MPa y el corte secundario 7,174 MPa, mientras que el esfuerzo de la soldadura soporta hasta 284, 2 MPa. Entonces el elemento resiste.

3.3.2.7 Selección de resortes

En la figura 3.16 se observa la pinza abierta y cerrada, la longitud libre del resorte es de 25 mm y la longitud debe estirarse mínimo hasta los 35 mm.

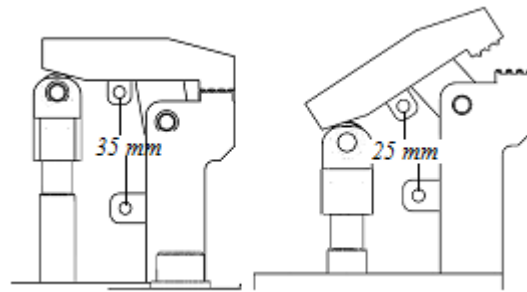


Figura 3.16. Medidas del resorte sin extender y extendido de la pinza

Fuente: Autor

Se seleccionó un resorte de 6 mm de diámetro exterior y de acuerdo al peso que tiene que soportar el resorte que es de 1,795 N, el dato más cercano con esas características es el mostrado en la tabla 3-11.

Tabla 3-11. Dimensiones del resorte seleccionado

DIÁMETRO EXTERNO		DIÁMETRO DEL ALAMBRE		CARGA MÁXIMA		TENSIÓN INICIAL		POSICIÓN DEL LAZO	LONGITUD SIN CARGA		CONSTANTE		LONGITUD MÁXIMA	
MM	PULG.	MM	PULG.	N	LBS.	N	LBS.		MM	PULG.	N/MM	LBS/PULG.	MM	PULG.
6.00	.236	.55	.021	9.50	2.14	1.09	.25	I	13.90	0.547	0.580	3.31	28.00	1.102
								I	17.20	0.677	0.360	2.06	39.70	1.563
								I	22.10	0.870	0.230	1.31	57.20	2.252
								I	30.40	1.197	0.150	0.86	86.60	3.409
6.00	.236	1.20	.047	85.30	19.18	12.63	2.84	I	19.00	0.748	19.100	109.06	22.80	0.898
								I	26.20	1.031	12.000	68.52	32.28	1.271
								I	37.00	1.457	7.630	43.57	46.50	1.831

Fuente: [21]

Con los datos de la tabla 3-11 se elabora el cálculo de esfuerzos en el gancho

Figura 10-7

Extremos de resortes de extensión. a) Diseño usual; el esfuerzo en A se debe a la combinación de la fuerza axial y del momento flexionante. b) Vista lateral de la parte a; el esfuerzo en B en su mayor parte es por torsión. c) Diseño mejorado; el esfuerzo en A se debe a la combinación de la fuerza axial y del momento flexionante. d) Vista lateral de la parte c; el esfuerzo en B lo causa en su mayor parte la torsión.

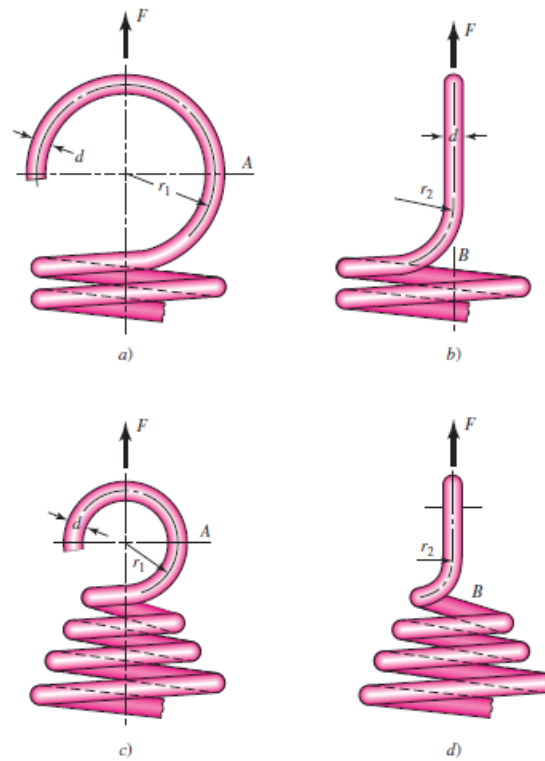


Figura 3.17. Nomenclatura de medidas del resorte

Fuente: [13] R. Budynas (2008)

Datos

$$r_1 = 6,5\text{mm}$$

$$r_2 = 6\text{mm}$$

$$d = 0,55\text{ mm}$$

Esfuerzo de tensión máximo en el punto A

$$C_1 = \frac{2r_1}{d} \tag{Ec. 17}$$

$$C_1 = \frac{2 * 6,5}{0,55} = 23,636\text{mm}$$

$$(K)_A = \frac{4C_1^2 - C_1 - 1}{4C_1(C_1 - 1)} \tag{Ec. 18}$$

$$(K)_A = \frac{4 * 23,636^2 - 23,636 - 1}{4 * 23,636(23,636 - 1)} = 1,0326 \text{ mm}$$

$$\sigma_A = F \left[(K)_A \frac{16D}{3\pi^3} + \frac{4}{\pi d^3} \right] \quad \text{Ec. 19}$$

$$\sigma_A = 1,795N \left[1,0326 \frac{16 * 6}{3\pi^3} + \frac{4}{\pi * 0,55^3} \right] = 15,6498 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de torsión máxima en el punto B

$$C_2 = \frac{2r_2}{d}$$

$$C_1 = \frac{2 * 6}{0,55} = 21,81 \text{ mm}$$

$$(K)_B = \frac{4C_2 - 1}{4C_2 - 4} \quad \text{Ec. 20}$$

$$(K)_B = \frac{(4 * 21,81) - 1}{(4 * 21,81) - 4} = 1,03602 \text{ mm}$$

$$\tau_B = (K)_B \frac{8FD}{\pi d^3} \quad \text{Ec. 21}$$

$$\tau_B = 1,03602 \frac{8 * 1,795 * 6}{\pi * 0,55^3}$$

$$\tau_B = 28,4136 \text{ MPa}$$

3.3.2.8 Diseño del pin guía del rodamiento de la pinza superior

El eje de la pinza superior (figura 3.18) es un elemento que soporta una carga de 478,2 N, el material es acero AISI 1020



Figura 3.18. Pin guía del rodamiento

Fuente: Autor

La fuerza aplicada, como se observa en la figura 3.19, genera un torque, donde el radio del eje es de 3 mm, entonces el torque generado es de:

$$T = F * r = 478,2N * 0,003 \quad Ec.22$$

$$T = 1,4346Nm$$

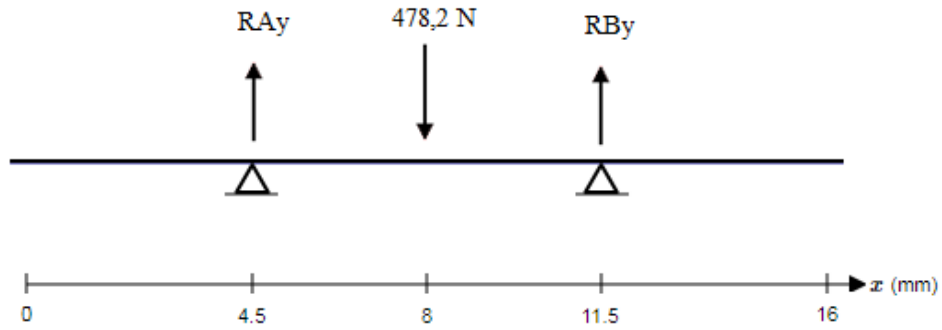


Figura 3.19. Ubicación de las fuerzas y reacciones

Fuente: Autor

Reacciones

$$\sum Fy = 0$$

$$478,2 N = RB + RA$$

$$\sum MB = 0$$

$$478,20 N * 3,5mm - RA * 7mm = 0$$

$$RA = 239,1 N$$

$$RB = 239,1 N$$

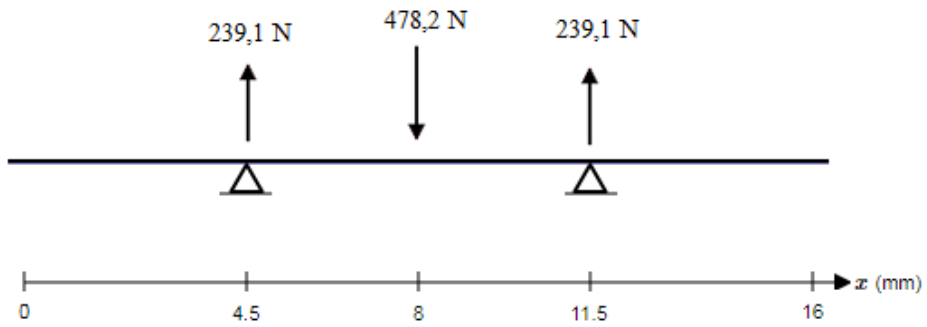


Figura 3.20. Ubicación de las fuerzas

Fuente: Autor

$$MA = F * x = 239,1N * 3,5mm = 836,85 Nmm$$

$$MA = 0,8368 Nm$$

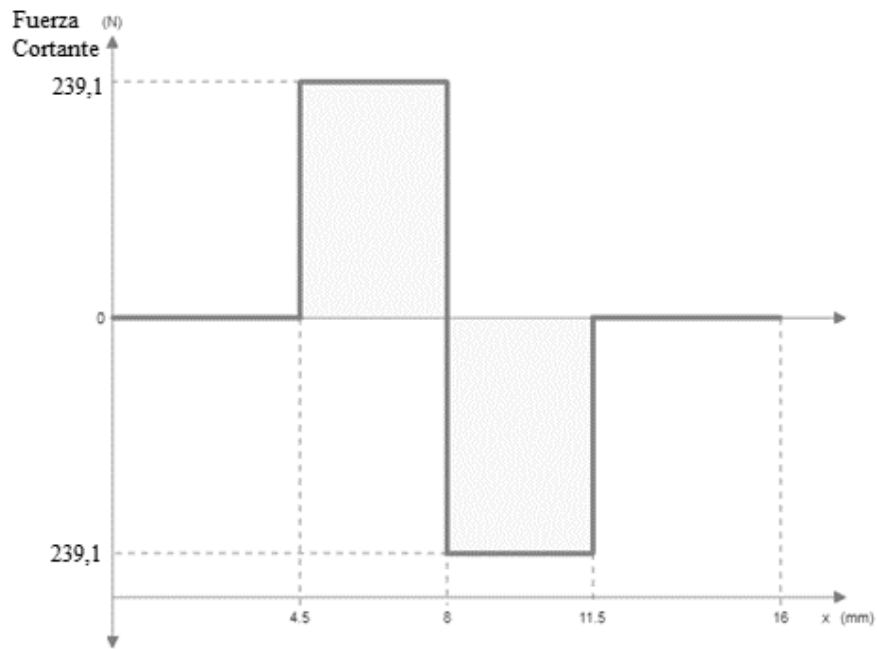


Figura 3.21. Diagrama de la fuerza cortante

Fuente: Autor

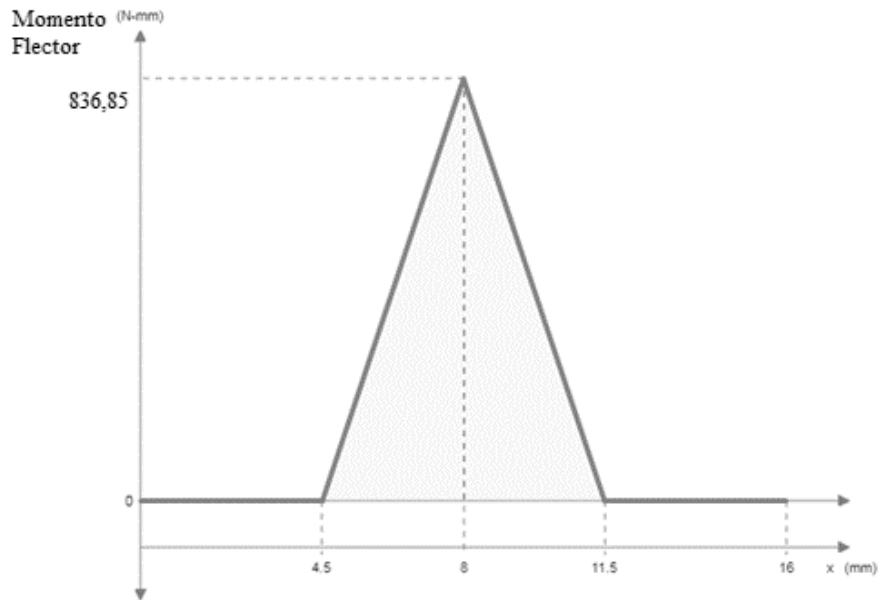


Figura 3.22. Diagrama del momento flector

Fuente: Autor

Calculados estos valores procedemos a calcular el diámetro del eje mediante la ecuación de ED-Gerber

$$d = \left(\frac{8nA}{\pi S_e} \left\{ 1 + \left[1 + \left(\frac{2BS_e}{AS_{ut}} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3} \quad \text{Ec. 23}$$

Donde

$$A = \sqrt{4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2} \quad \text{Ec. 24}$$

$$B = \sqrt{4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2} \quad \text{Ec. 25}$$

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_e' \quad \text{Ec. 26}$$

Donde

Mm = Momento flexionante medio

Ma = Momento alternante

Ta = Par de torsión alternante

Tm = Par de torsión medio

k_a = Factor de modificación de la condición superficial

k_b = Factor de modificación del tamaño

k_c = Factor de modificación de la carga

k_d = Factor de modificación de la temperatura

k_e = Factor de confiabilidad

k_f = Factor de modificación de efectos varios

S_e = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e' = Límite de resistencia a la fatiga en la posición crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

S_{ut} = Resistencia a la tensión del acero.

Para el caso de un eje giratorio, el momento flexionante constante crea un esfuerzo flexionante completamente reversible, por lo tanto:

$$M_a = 0,8368 Nm$$

$$T_m = 1,4346 Nm$$

$$M_m = T_a = 0$$

k_a : Factor de modificación de la condición superficial

$$k_a = aS_{ut}^b \quad Ec. 27$$

En la figura 3.23 se muestra los parámetros para el factor de condición superficial:

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Figura 3.23. Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin

Fuente: [13] R. Budynas (2008), pg. 280

El elemento es laminado en frío, por lo tanto: $a = 2,70$ y $b = -0,265$

$$k_a = 2,7 * 63,9516Kpsi^{-0,265}$$

$$k_a = 0,8970Kpsi$$

k_b : Factor de modificación del tamaño

El diámetro del eje es de aproximado 6 mm que a pulgadas resulta 0,2362

$$k_b = 0,879d^{-0,107} \quad 0,11 \leq d \leq 2\text{pulg}$$

$$k_b = 0,879d^{-0,107} \quad \text{Ec. 28}$$

$$k_b = 0,879(0,2362)^{-0,107} = 1,025$$

k_c : Factor de modificación de la carga

Para el valor de k_c , se utiliza 1, que representa a flexión, como muestra en [13], pg. 282

k_d : Factor de modificación de la temperatura

El eje opera a una temperatura de $30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$

$$k_d = 0,975 + 0,432(10^{-3})T_F - 0,115(10^{-5})T_F^2 + 0,104(10^{-8})T_F^3 - 0,595(10^{-12})T_F^4 \quad \text{Ec. 29}$$

$$k_d = 0,975 + 0,432(10^{-3})(86) - 0,115(10^{-5})(86^2) + 0,104(10^{-8})(86^3) - 0,595(10^{-12})(86^4)$$

$$k_d = 1,0013$$

k_e : Factor de confiabilidad

Se tomó una confiabilidad del 50% como se muestra en la figura 3.24:

$$k_e = 1$$

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_α	Factor de confiabilidad k_α
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Figura 3.24. Factores de confiabilidad k_α correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga

Fuente: [13] R. Budynas (2008), pg. 285

k_f : Factor de modificación de efectos varios

El momento máximo no se presenta en la reducción del eje, el factor de concentración de esfuerzos es igual a 1.

$$k_f = 1$$

S_e' : Límite de resistencia a la fatiga en la posición crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso. [13]

El material del pin es AISI 1020 (Anexo D)

$$S_e' = 0.5S_{ut}$$

$$S_{ut} \leq 200 \text{Kpsi}$$

$$S_e' = 0.5 \times 63,9616 \text{ Kpsi}$$

$$S_e' = 31,98 \text{Kpsi}$$

Determinamos S_e de la ecuación 26.

$$S_e = 0,8970 * 1,025 * 1 * 1,0013 * 1 * 1 * 31,98 \text{Kpsi}$$

$$S_e = 29,4418 \text{Kpsi} = 202,9941 \text{ Mpa}$$

Para el diseño del eje se tomó como factor de seguridad $n = 3$, con las ecuaciones 24 y 25

$$A = \sqrt{4(1 * 0,8368)^2 + 3(1 * 0)^2}$$

$$A = 1,6736$$

$$B = \sqrt{4(1 * 0)^2 + 3(1 * 1,4346)^2}$$

$$B = 2,484$$

Calculamos con la ecuación 23.

$$d = \left(\frac{8 * 3 * 1,6736}{\pi * 202,9941 * 10^6} \left\{ 1 + \left[1 + \left(\frac{2 * 2,484 * 202,9941 * 10^6}{1,6736 * 441 * 10^6} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d = 0,00553m = 5,53mm$$

Recalculamos con un diámetro de 6mm el factor de seguridad.

$$n = \frac{1}{\frac{8A}{\pi d^3 Se} \left\{ 1 + \left[1 + \left(\frac{2BSe}{Asut} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}}$$

$$n = \frac{1}{\frac{8 * 1,6736}{\pi * 0,006^3 * 202,9941 * 10^6} \left\{ 1 + \left[1 + \left(\frac{2 * 2,484 * 202,9941 * 10^6}{1,6736 * 441 * 10^6} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}}$$

$$n = 4,3468$$

EL factor de seguridad supera al estimado, por lo tanto, el elemento es aceptado.

Cálculo de deflexión máxima del eje [13]

$E_{\text{acero } 1020} = 196 \text{ MPa}$ (anexo D)

$$Y_{AB} = \frac{Fl^3}{48EI}$$

Ec. 30

$$Y_{AB} = \frac{478,2 * 0,007^3}{48 * 196 * 10^6 * \frac{\pi * 0,006^4}{64}}$$

$$Y_{AB} = -0,000274m = -0,274mm$$

3.3.2.9 Selección de rodamiento

El rodamiento está ubicado en el ejecutor roscado, guiado por un pin, la función del rodamiento es facilitar el rodamiento de la pinza. En la figura 3.29 se observa que el diámetro interno de 6 mm y el diámetro externo debe sobrepasar el valor de 10 mm, además la carga del pistón que empuja es de 478,2 N

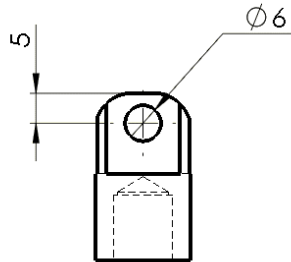


Figura 3.25. Especificaciones para el diseño del rodamiento

Fuente: Autor

Partiendo de [22] con la ecuación:

$$P = X * Fr + Y * Fa \text{ [KN]}$$

Donde: P = Carga dinámica equivalente [KN]

Fr = Carga radial [KN]

Fa = Carga axial [KN]

X = Factor radial

Y = Factor axial La carga es radial pura,

$$\text{entonces: } P = Fr = F$$

$$Y: P_o = Fr = F$$

De la ecuación:

$$fs = Co P_o$$

Donde: f_s = Factor de esfuerzos estáticos

C_o = capacidad de carga estática [KN]

P_o = carga estática equivalente [KN]

Calculamos la capacidad de carga estática:

$$C_o = f_s P_o \quad \text{Ec. 31}$$

Tomamos un valor de 2 para f_s , para exigencias elevadas,

obteniendo:

$$C_o = 2 * 0,4782KN = 0,9564KN$$

Calculando la vida nominal, obtenemos:

$$L_{h10} = fl^p * 500h \quad \text{Ec. 32}$$

Donde:

L_{h10} = Vida nominal

fl = Factor de esfuerzos dinámicos

p = Coeficiente de duración de vida

Tomamos: $p = 3$ para rodamientos de bolas y $fl = 2$ como se muestra en la figura 3.26:

Transmisiones de maquinaria en general		
Transmisiones universales	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Motoreductores	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Grandes transmisiones estacionarias	3 ... 4,5	Potencia nominal; velocidad nominal

Figura 3.26. Valores de orientación para fl y valores usuales de cálculo

Fuente: [22]

$$L_{h10} = 2^3 * 500 = 4000 \text{ horas}$$

Calculamos la capacidad de carga dinámica:

$$C = P^p \sqrt{\frac{L_{h10} * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}} \quad \text{Ec. 33}$$

Donde

C = Capacidad de carga dinámica

P = Carga dinámica equivalente

n = rpm

p = Coeficiente de duración de vida

a1 = Factor para la probabilidad de fallo

a23 = Factor para el material y las condiciones de servicio

Se tomó una probabilidad de fallo del 10%, por consiguiente: a1 = 0,53, como muestra la figura 3.27.

▼ Factor a ₁						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	L ₁₀	L ₅	L ₄	L ₃	L ₂	L ₁
Factor a ₁	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Figura 3.27. Factor de probabilidad de fallo

Fuente: [22]

El sistema de pinzas realiza un trabajo de 15 ciclos por minuto, los rodamientos tienen un aproximado de media vuelta de apertura o cierre, la pinza debido al trabajo de abrir y cerrar gira 1 vuelta por ciclo, por lo tanto, tiene 15 rpm

$$C = 0,9564 \sqrt[3]{\frac{4000 * 15 * 60}{1000000 * 0,53 * 1,7}}$$

$$C = 1,5176KN$$

Seleccionamos un rodamiento FAG

Dimensiones							Peso	Capacidad de carga	
d	D	B	r _s min	H	H ₁	J	—	dyn. C	stat. C ₀
mm							kg	kN	
6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,008	2,55	1,04
6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,009	2,55	1,04
6	19	6	0,3	15,5	16,7	10,6	0,008	2,55	1,04

Figura 3.28. Dimensiones del rodamiento seleccionado

Fuente: [22]

Con los datos de la figura 3.28 del catálogo evaluamos la viscosidad relativa v_l , en la figura 3.29.

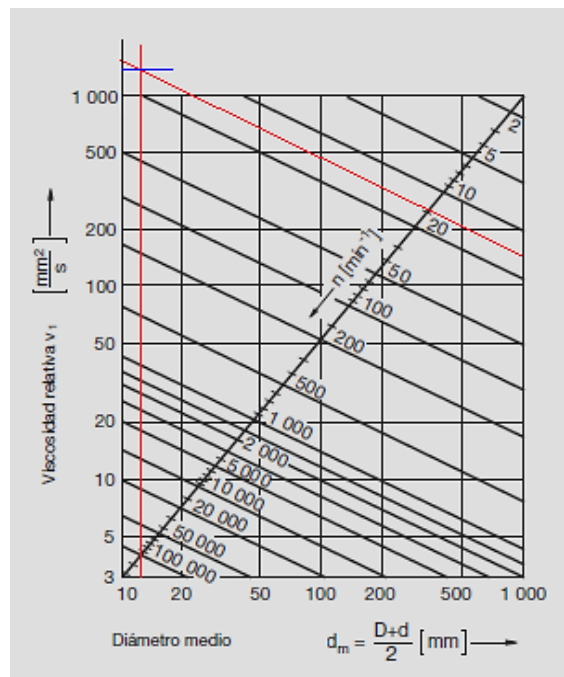


Figura 3.29. Diagrama de viscosidad relativa

Fuente: [22]

El diámetro medio es igual:

$$d_m = \frac{D + d}{2}$$

Ec. 34

$$d_m = \frac{19 + 6}{2} = 12,5 \text{ mm}$$

Con la figura 3.29 se estima un valor de 1300 mm^2 por segundo.

En [22], mediante un método simplificado, la condición de lubricación se describe a través de la relación entre la viscosidad de servicio v y la viscosidad relativa v_1 . Esta última depende del número de revoluciones n y del diámetro medio del rodamiento d_m . El cálculo de vida nominal de los rodamientos según DIN ISO 281 se basa en el supuesto que la viscosidad de servicio v del aceite utilizado es por lo menos tan alta como la viscosidad relativa v_1 . La viscosidad de servicio para aceites minerales puede calcularse de la viscosidad a 40°C y la temperatura de servicio con el diagrama $V - T$

$$v_1 = 1000 \text{ mm}^2/\text{s}$$

$$T = 40^\circ$$

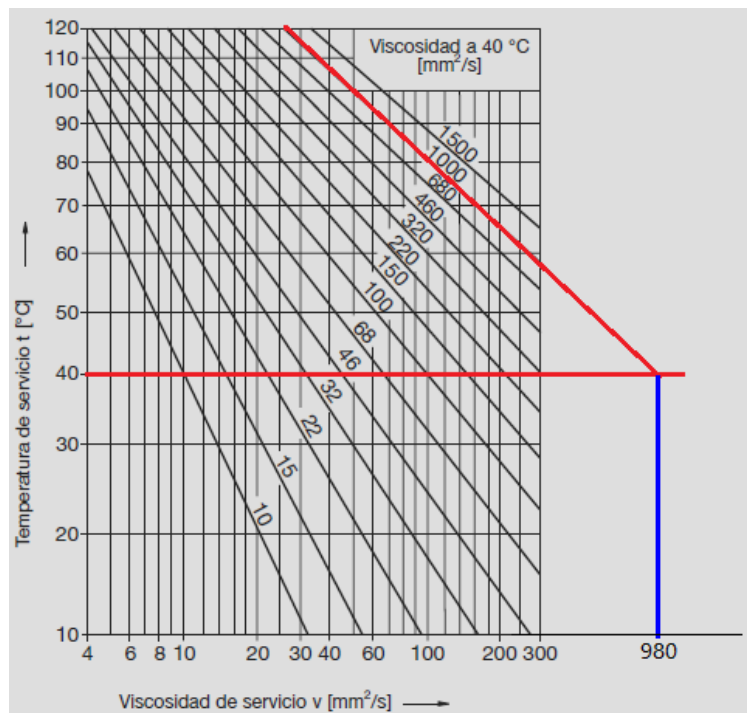


Figura 3.30. Diagrama de viscosidad de servicio

Fuente: [22]

El valor de viscosidad en servicio es la extrapolación de los dos últimos valores de la tabla a una temperatura de 40°

$$v = 980 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Ratio de la viscosidad. Es la medida para la formación de una película lubricante.

$$k = \frac{v \text{ (Viscosidad en servicio)}}{v_1 \text{ (viscosidad relativa)}} \quad \text{Ec. 35}$$

$$k = \frac{980 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}}{1300 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}}$$

$$k = 0,753$$

Calculamos K:

$$K = K_1 + K_2 \quad \text{Ec. 36}$$

En la figura 3.31 obtenemos el valor de K_1 con el valor de f_s y el tipo de rodamiento, que en este caso es rodamiento de bolas.

$$f_{s*} = \frac{C_o}{P_{o*}} \quad \text{Ec. 37}$$

Donde:

f_{s*} =Factor de esfuerzos estáticos

C_o = Capacidad de carga estática (KN)

P_{o*} = Carga equivalente del rodamiento (KN)

$$f_{s*} = \frac{1,04}{0,478}$$

$$f_{s*} = 2,17$$

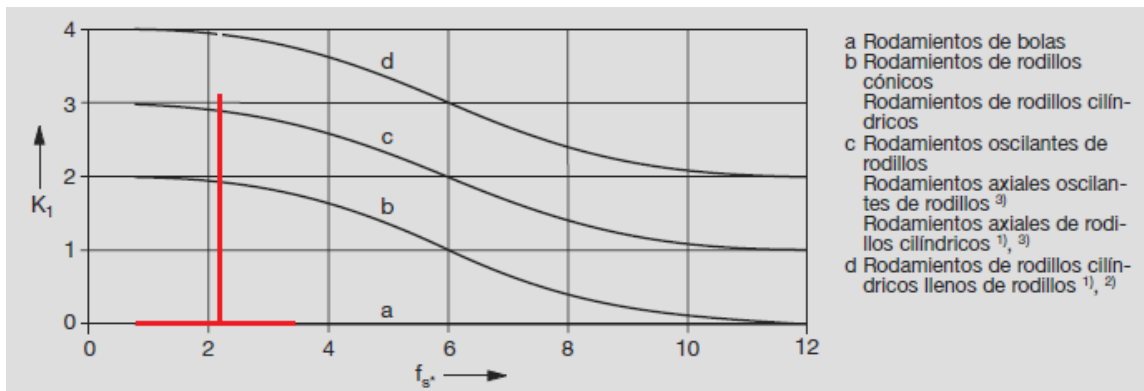


Figura 3.31. Valor K_1 en función del factor de esfuerzos estáticos f_{s*} y del tipo de rodamiento

Fuente: [22]

$$K_1 = 0$$

Para el valor de K_2 se lo obtiene de la figura 3.32, con el ratio y f_{s*}

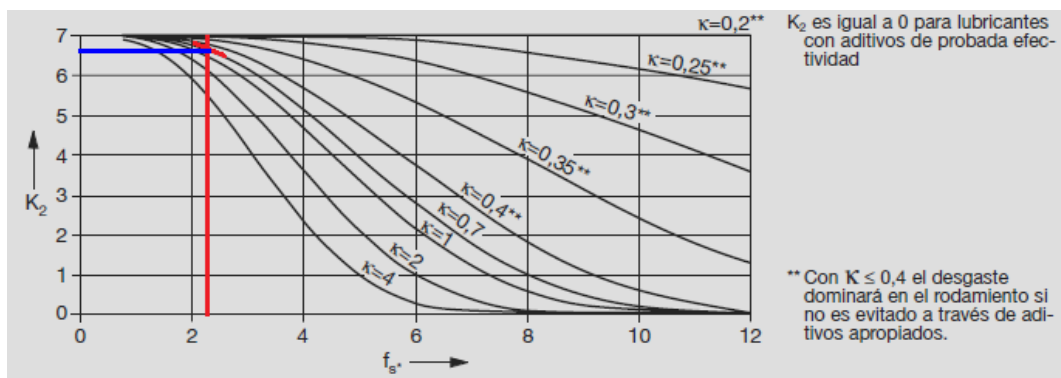


Figura 3.32. Valor K_2 en función del factor f_{s*} para lubricantes sin aditivos y para lubricantes con aditivos cuya eficacia de rodamiento no ha sido comprobada

Fuente: [22]

$$K_2 = 0,67$$

Por lo tanto:

$$K = 0 + 6,7 = 6,7$$

Con los datos de K y el ratio, leemos el valor de a_{23} , en la figura 3.37.

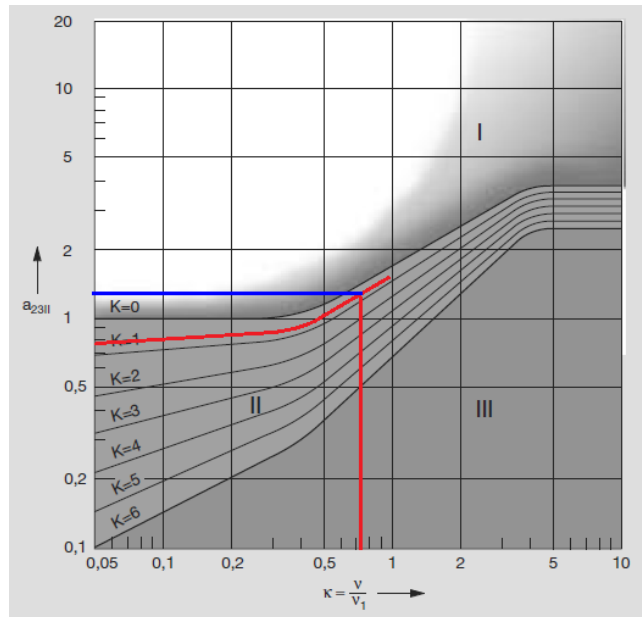


Figura 3.33. Valor a_{23} en función de K y el ratio

Fuente: [22]

$$a_{23} = 1,2$$

Recalculamos la ecuación 33 el valor de C, con a_{23}

$$C = 0,4782 \sqrt[3]{\frac{4000 * 15rpm * 60}{1000000 * 1 * 1,2}}$$

$$C = 0,689KN$$

$$C_{real} > C_{calculada}$$

$$2,55KN > 0,689KN$$

Por lo tanto, los rodamientos seleccionados soportan la fuerza ejercida por el pistón.

3.3.3 Regulación de salida de vástago del cilindro neumático central

Para la regulación de salida se estimó el diseño de forma mecánica, ya que con finales de carrera neumáticos no es manejable, debido a la complicación del montaje de los finales de carrera. El sistema mecánico funciona con un eje guía roscado sujeto al tensor de capelladas mediante un apriete y un tornillo prisionero. Con la tuerca roscada se regula la salida del vástago del pistón de acuerdo a la talla de capellada de cuero la tensión, la

contratuera es un soporte para la tuerca de regulación. Las partes del sistema se detalla en la figura 3.34.

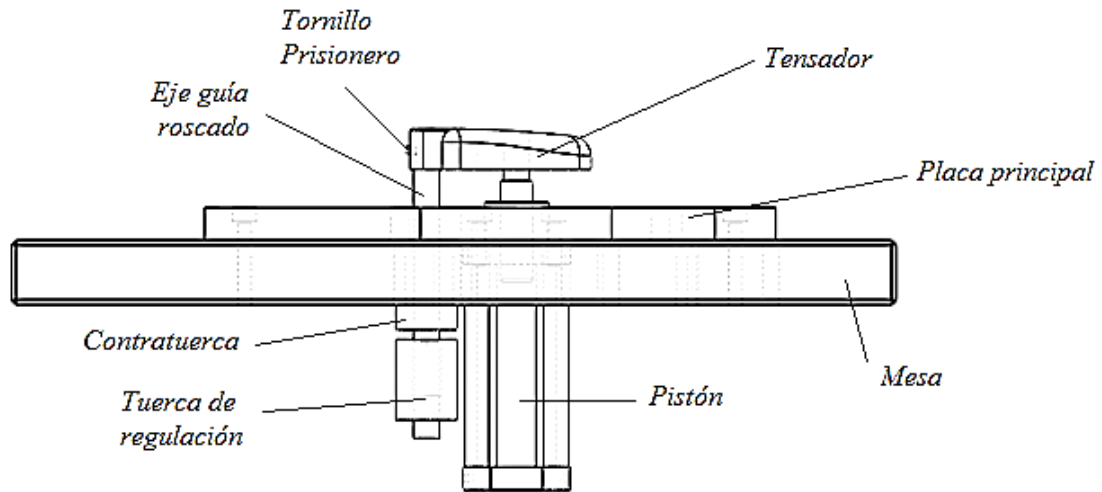


Figura 3.34. Partes del sistema de salida del vástago del pistón principal

Fuente: Autor

3.3.4 Diseño de uniones no permanentes

Para el ensamble de la máquina es necesario colocar pernos cabeza hueca hexagonal para el fácil desmontaje. En esta parte determinaremos los esfuerzos de las uniones por las tensiones generadas de los pistones.

3.3.4.1 Placa del pistón fijo

La placa fija está sujeta a la placa principal con dos pernos allen de cabeza cilíndrica M6 x 24 la fuerza es 478,2 N, como se aprecia en la figura 3.35, los dos pernos están sujetos a cargas a tensión por la aplicación de la fuerza, $F = 478,2 \text{ N}$. La descripción de los pernos se encuentra en la figura 3.36.

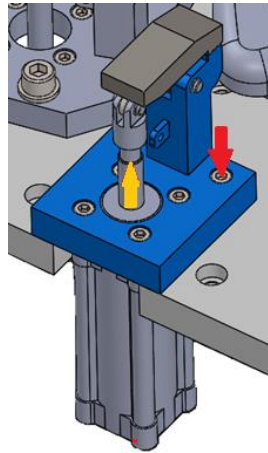


Figura 3.35. Pernos de la placa de pinza fija

Fuente: Autor

Perno allen con cabeza cilíndrica

Información general	
<p>Norma : ANSI/ASME B18.3, DIN 912</p> <p>Material : Acero aleado, templado y revenido.</p> <p>Calidad : Grado 12,9</p> <p>Diámetros : 1/8" hasta 1.1/2" / M-3 hasta M-30</p> <p>Longitud : 3/8" hasta 12" / 8mm hasta 200mm.</p> <p>Resistencia a la rotura: 1200 N/mm²</p> <p>Límite elástico: 1080 N/mm²</p>	

Figura 3.36. Información general de pernos allen con cabeza cilíndrica

Fuente: [23]

Resistencia a tensión, F_t , del perno: [24]

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub}A_s}{\gamma_{Mb}} \quad Ec. 38$$

A_s = Área resistente a tensión del tornillo

f_{ub} = Tensión última a tracción del perno

γ_{Mb} = Coeficiente parcial de seguridad (para uniones emperradas = 1,25) [24]

Datos:

El fub del material del perno es igual al $S_{ut} = 1200 \text{ N/mm}^2$ que se observa en la figura 3.36 el $A_s = 20,1 \text{ mm}^2$ (Figura 3.37).

Diámetro mayor nominal d , mm	Serie de paso grueso		Serie de paso fino			
	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²	Paso p , mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0
10	1.5	58.0	52.3	1.25	61.2	56.3
12	1.75	84.3	76.3	1.25	92.1	86.0
14	2	115	104	1.5	125	116
16	2	157	144	1.5	167	157
20	2.5	245	225	1.5	272	259
24	3	353	324	2	384	365
30	3.5	561	519	2	621	596
36	4	817	759	2	915	884
42	4.5	1 120	1 050	2	1 260	1 230
48	5	1 470	1 380	2	1 670	1 630
56	5.5	2 030	1 910	2	2 300	2 250
64	6	2 680	2 520	2	3 030	2 980
72	6	3 460	3 280	2	3 860	3 800
80	6	4 340	4 140	1.5	4 850	4 800
90	6	5 590	5 360	2	6 100	6 020
100	6	6 990	6 740	2	7 560	7 470
110				2	9 180	9 080

Figura 3.37. Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino

Fuente: [13] R. Budynas (2008)

Entonces:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 * 1200 \text{ Mpa} * 20,1}{1,25}$$

$$F_{t,Rd} = 17366,4 \text{ N}$$

$$478,2\text{N} < 17366,4\text{N} \text{ (Resiste)}$$

Por consiguiente, los dos pernos allen de cabeza cilíndrica M6 x 24 Resisten la fuerza de tensión igual a 478,2N

Resistencia a punzonamiento, $B_{p,Rd}$ de las placas de espesor t

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t f_u}{\gamma_{Mb}} \quad Ec. 39$$

Donde

f_u = resistencia a tracción del acero A36 (Anexo B).

d_m = menor diámetro entre los círculos circunscritos e inscritos a la cabeza del perno.

t = espesor de la placa bajo la cabeza del perno o bajo a la tuerca.

El espesor de las placas bajo la cabeza del perno es de 24 mm, el diámetro menos entre roscas es 5 mm y el $f_u = S_{ut}$ del acero A36 como muestra en el anexo C oscila entre 400 y 550, se tomó el valor medio de 475 Mpa.

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi * 5 * 24 * 475}{1,25}$$

$$B_{p,Rd} = 85953,97N$$

$$478,2N < 85953,97N \text{ (Resiste)}$$

Entonces el espesor debajo de la cabeza del perno de 24 mm de espesor resiste la fuerza de 478,2 N.

3.3.4.2 Placa de pinzas móviles

Resistencia a tensión, F_t , del perno

En la siguiente placa se determinará la resistencia de los pernos allen M12 x 24mm con descripción en la figura 3.36, la fuerza que soportan es 956,4 N. En la figura 3.38 se observa los pernos, las placas y su ubicación.

Datos del perno M12

$$S_{ut} = f_{ub} = 1200 \text{ N/mm}^2 \text{ (Figura 3.38)}$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \text{ (Figura 3.39)}$$

$$\gamma_{Mb} = 1.25$$

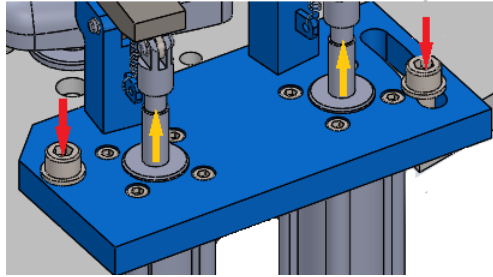


Figura 3.38. Pernos de la placa de pinzas móviles

Fuente: Autor

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 * 1200Mpa * 20,1}{1,25}$$

$$F_{t,Rd} = 72835,2 N$$

$$956,4N < 72835,2N \text{ (Resiste)}$$

Por consiguiente, los dos pernos allen de cabeza cilíndrica M12 x 24 Resisten la fuerza de tensión igual a 956,4N.

Resistencia a punzonamiento, $B_{p,Rd}$ de las placas de espesor t

De la ecuación 39.

Donde:

fu = resistencia a tensión del acero A36.

dm = menor diámetro entre los círculos circunscritos e inscritos a la cabeza del perno.

t = espesor de la placa bajo la cabeza del perno o bajo a la tuerca.

El espesor de las placas bajo la cabeza del perno es de 24 mm, el diámetro menos entre roscas es 9,89 mm y el fu es el Sut del material, del acero como muestra en el anexo B oscila entre 400 y 550, se tomó el valor medio de 475 Mpa.

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi * 5 * 24 * 475}{1,25}$$

$$B_{p,Rd} = 170016,963 N$$

$$956,4\text{N} < 170016,963\text{N (Resiste)}$$

Entonces el espesor debajo de la cabeza del perno M12 x24mm de espesor resiste la fuerza de 956,4.

3.3.5 Análisis de elementos críticos en software especializado CAD

3.3.5.1 Muela Superior

En la figura 3.39 se observa los resultados del análisis estático de tensión de von Mises, dándonos como valor máximo de tensión $3.780\text{e}+008\text{N/m}^2$ y un valor mínimo de $5.191\text{e}+003\text{N/m}^2$

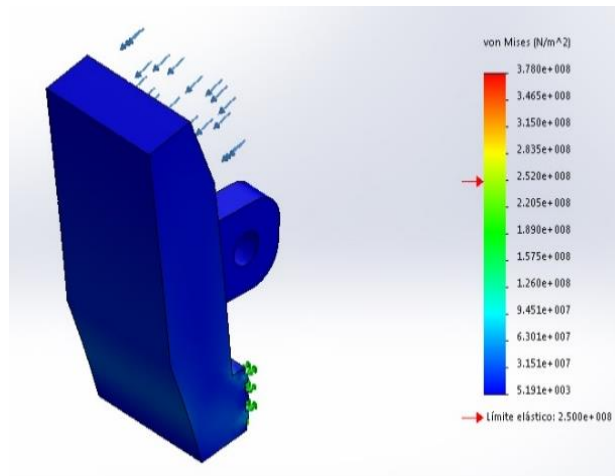


Figura 3.39. Análisis estático de tensión von Mises

Fuente: Autor

El análisis por deformación unitaria equivalente dio como resultado máximo $9.582\text{e}-004$ y como valor mínimo de $2.289\text{e}-008$, en la figura 3.40 se aprecia la deformación en la parte del labrado de las muelas.

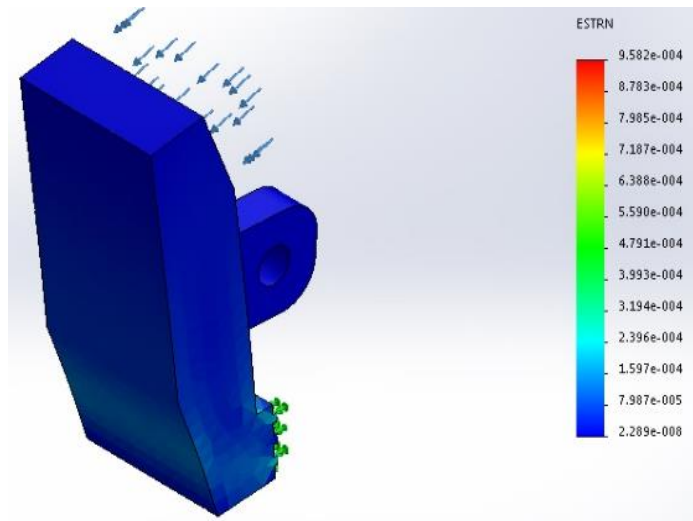


Figura 3.40. Análisis estático de deformación unitaria

Fuente: Autor

El factor de seguridad da como valor mínimo $6.133e-01$ y valor máximo de $4.533e+04$

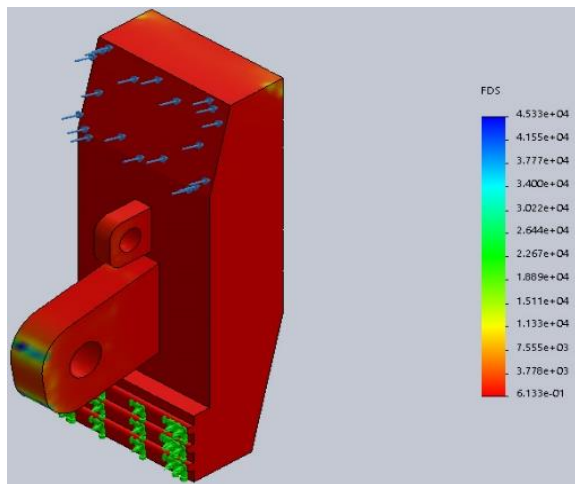


Figura 3.41. Análisis estático de factor de seguridad

Fuente: Autor

Se puede decir que los resultados del análisis estático soportan la carga efectuada por el pistón y los valores de tensión y deformidad son bajos.

3.3.5.2 Pin guía del rodamiento

El diseño del pin tiene un diámetro de 6 mm el cual soporta una carga de 478,2 N. En el análisis estático de von Mises el resultado mínimo es de $6.793e+001\text{N/m}^2$ y un resultado máximo de $7.304e+005\text{N/m}^2$. En la figura 3.42 se observa el elemento afectado.

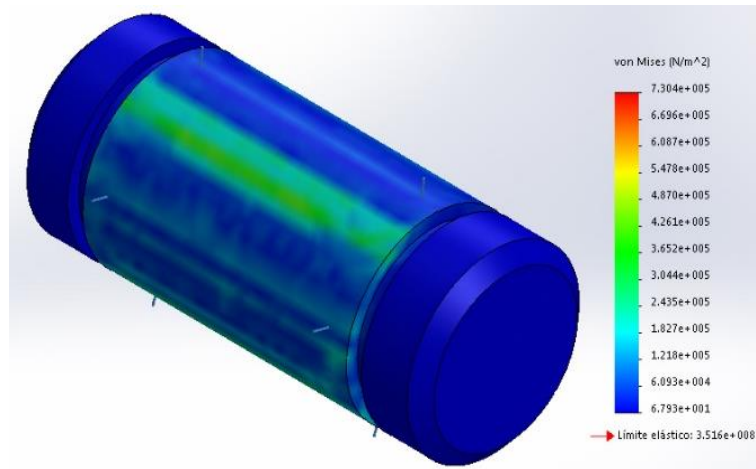


Figura 3.42. Análisis estático de tensión von Mises

Fuente: Autor

El pin guía tiene como factor de seguridad mínimo de 4.813e+02 y máximo de 5.176e+06

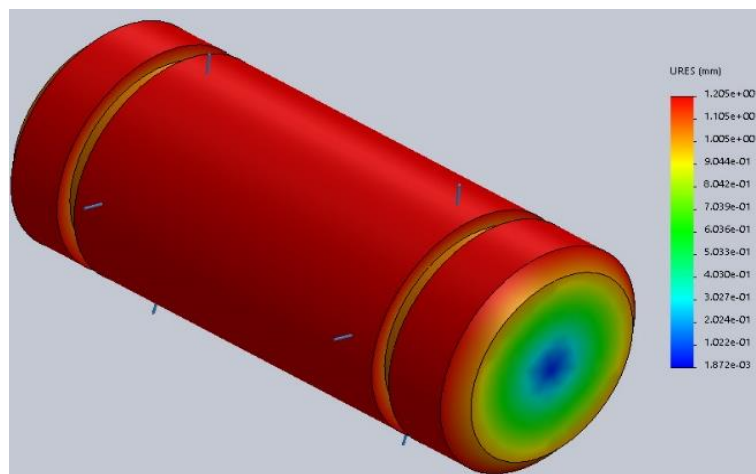


Figura 3.43. Análisis estático de factor de seguridad

Fuente: Autor

En la figura 3.44 observamos la afectación de la fuerza en el pin de acuerdo al análisis estático de deformación unitaria. La deformación unitaria máxima que soportará el pin es de 1.864e-006 y un mínimo de 7.161e-010.

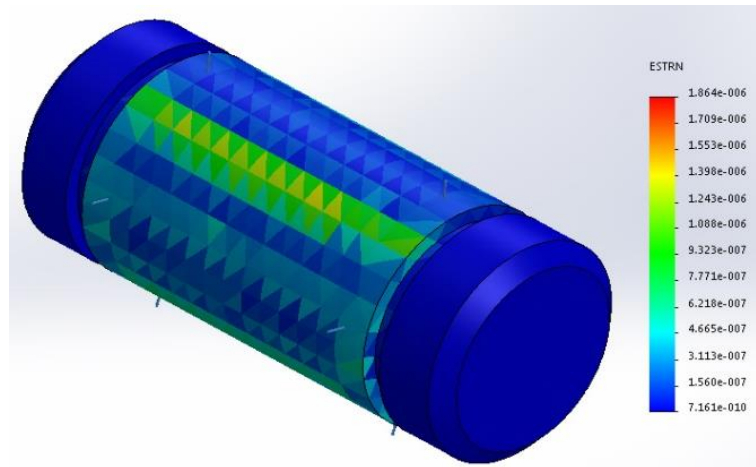


Figura 3.44. Análisis estático de deformación unitaria

Fuente: Autor

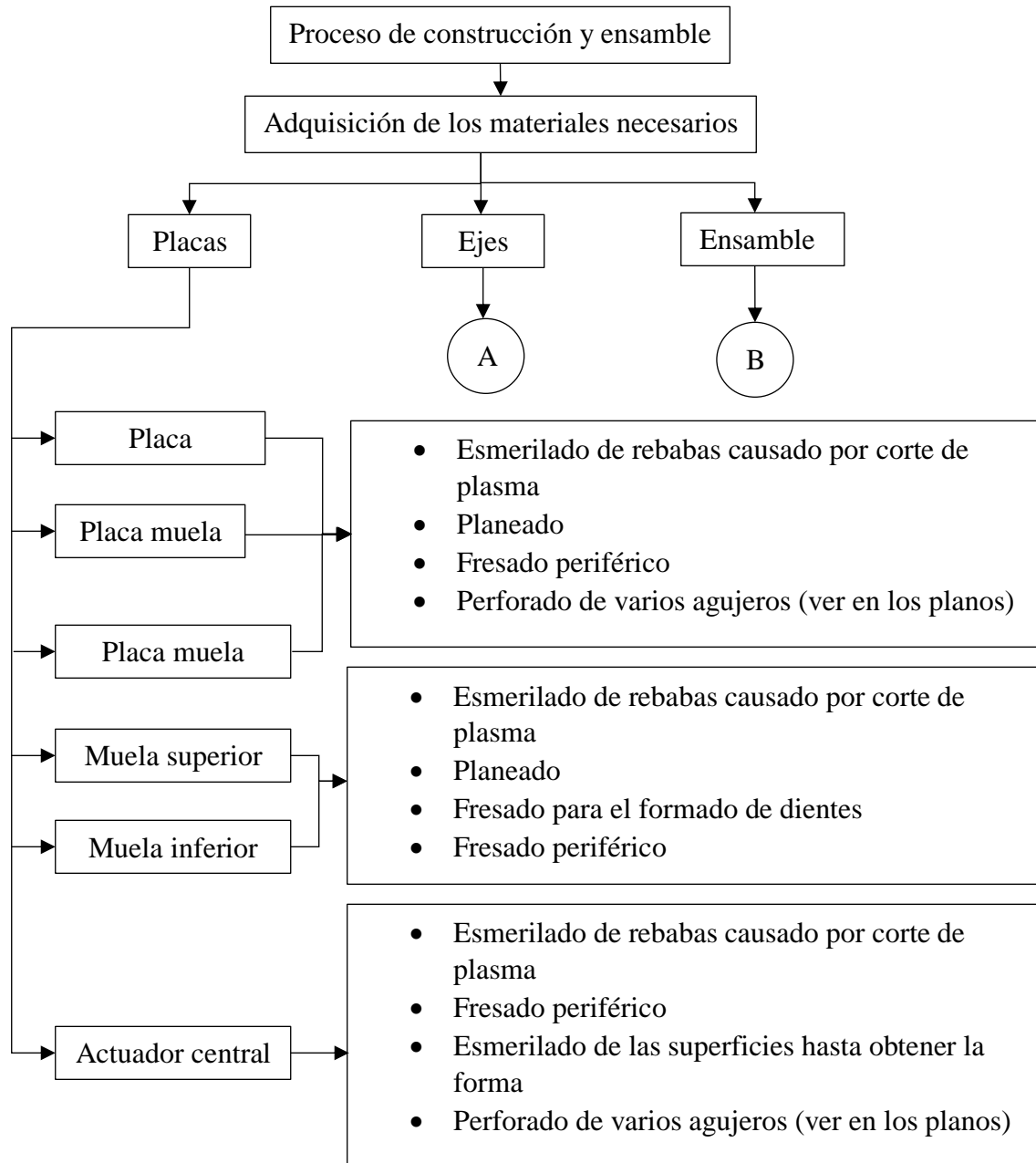
Por lo tanto, el diseño del pin trabaja sin ninguna afectación importante.

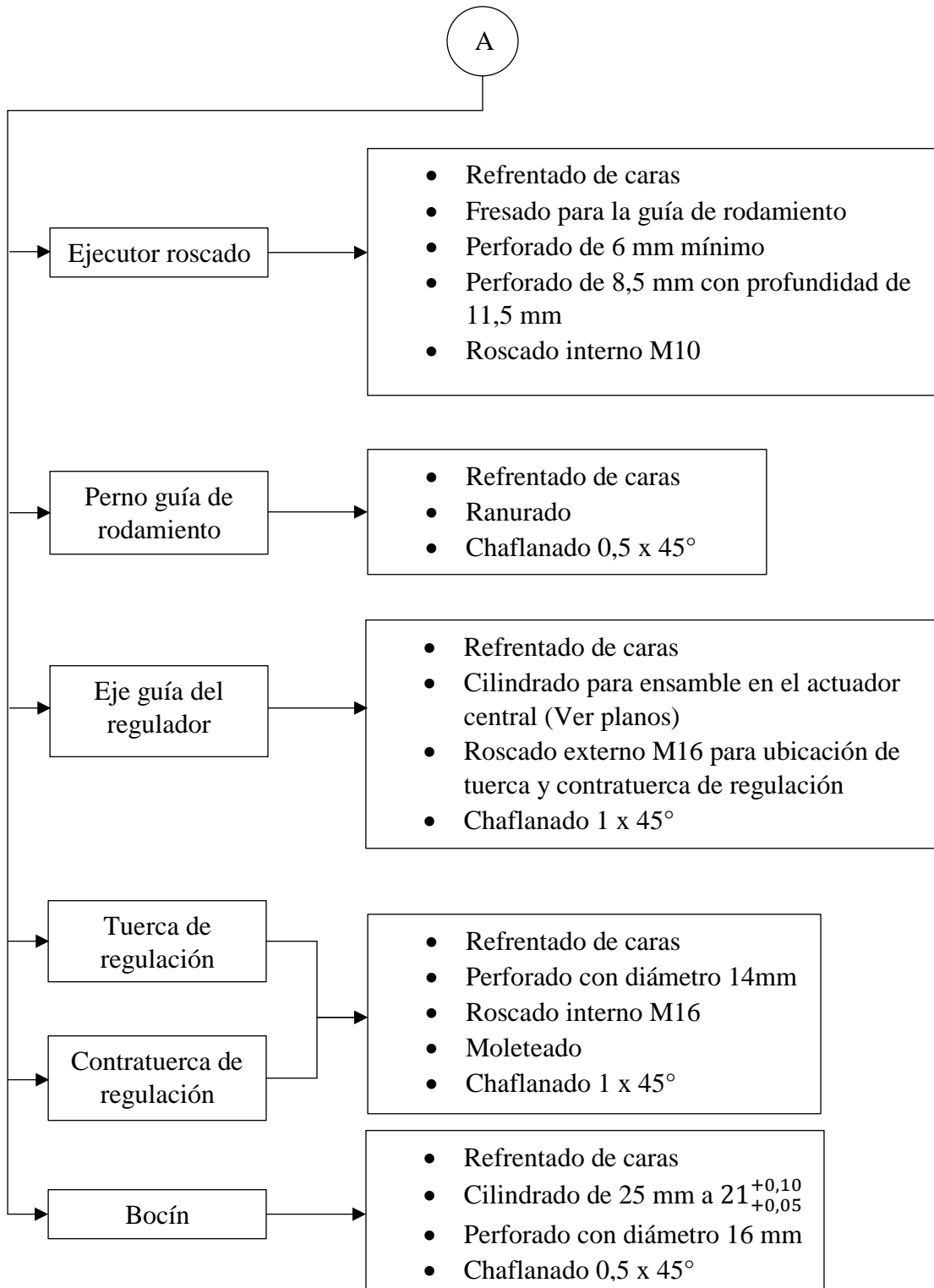
3.4 Construcción y ensamblaje de la máquina

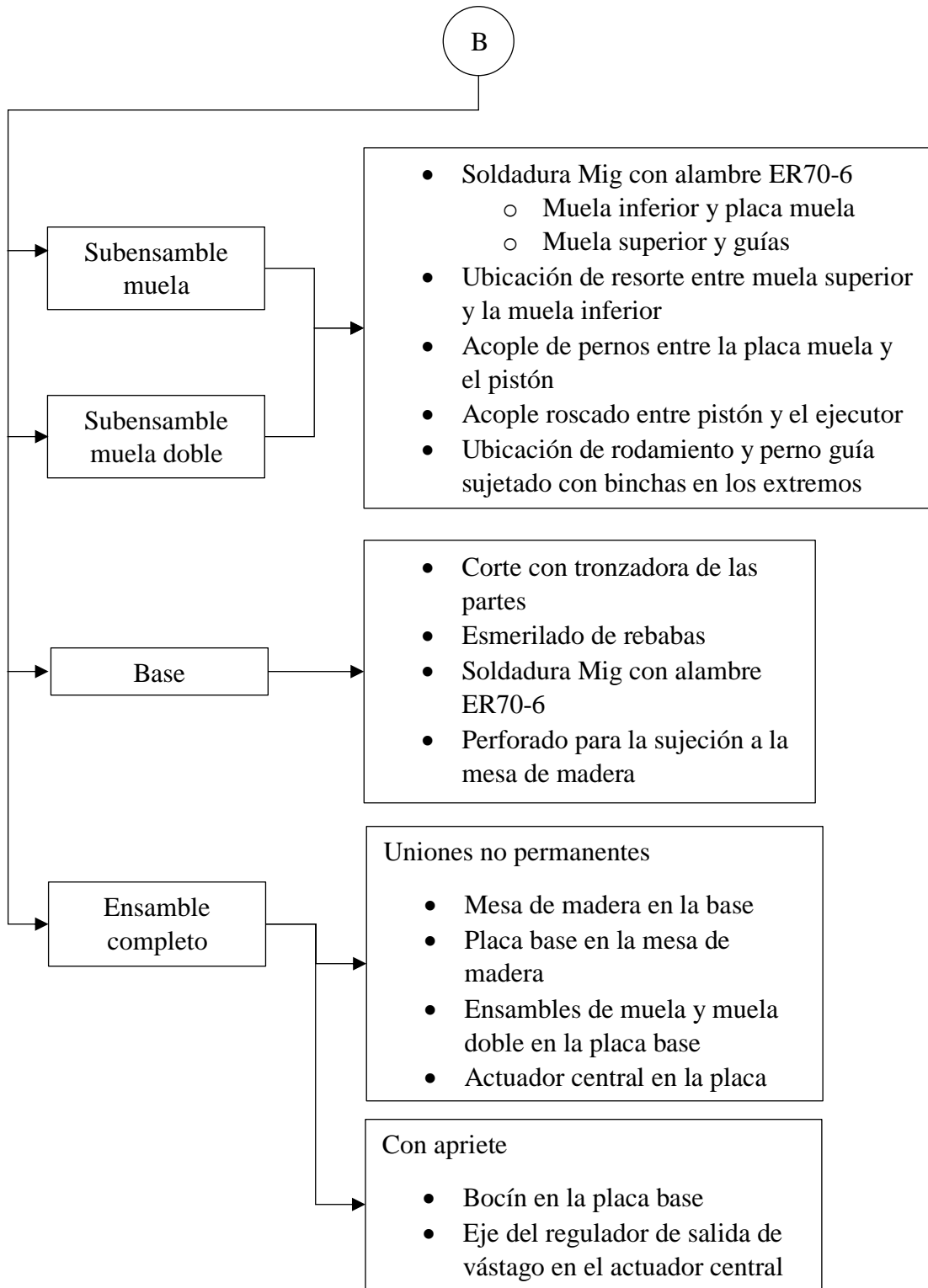
Descripción del mecanizado

- a. Planeación de placas: Las placas se adquirieron 5 mm más anchas de lo diseñado para la mecanización del material. El mecanizado se realizará en una fresadora universal y la herramienta es de plaquitas duras intercambiables.
- b. Refrentado de ejes: Consiste en un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas, que permite producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas. [25]
- c. Ranurado: Permite realizar ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable. [25]
- d. Roscado: Operación que permite crear roscas que pueden ser exteriores o interiores. [25]
- e. Moleteado: Es un proceso de conformado en frío del material mediante unas moletas que presionan la pieza mientras da vueltas. [25]
- f. Perforación: de placas donde van ubicados pernos o guías.

Diagrama del proceso de construcción y ensamble de la máquina para determinar grietas en las capelladas


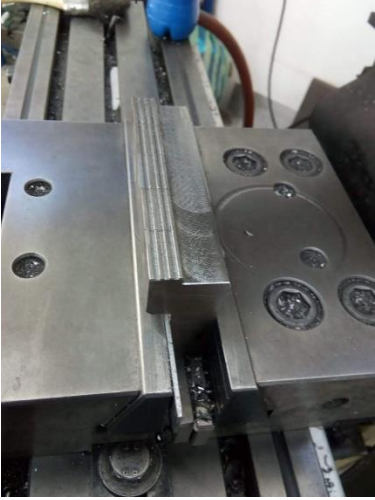



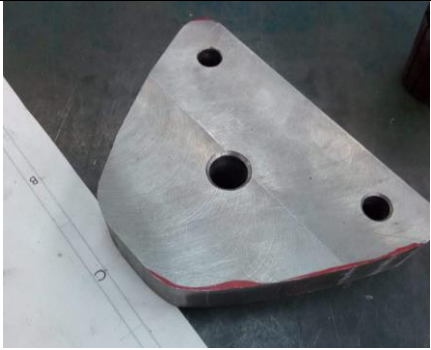







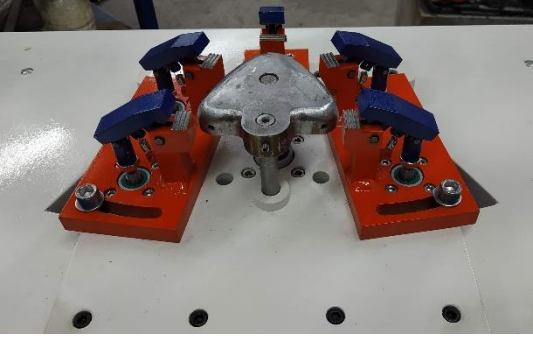


Fuente: Autor

Tabla 3-12 Fotos del Proceso de Construcción

Foto	Descripción
	<p>Placa principal pulida y perforada</p>
	<p>Mecanizado de pinzas inferiores, elaboración de muelas de agarre</p>
	<p>Placas móviles de las pinzas con proceso de planeación, perforado y roscado</p>

	<p>Placa del tensor planeada y perforada</p>
	<p>Tensor mecanizado y pulido</p>
	<p>Mecanizado de la pinza inferior, canal donde se acopla la pinza superior</p>
	<p>Soldado de partes en las pinzas, elementos donde van sujetos los resortes</p>

	<p>Acople de rodamientos en los ejecutores roscados a los pistones de las pinzas</p>
	<p>Ubicación de las placas fijas y móviles de las pinzas en la placa principal</p>
	<p>Ensamble de la máquina para pruebas de funcionamiento, sin pintar para correcciones en caso de ser necesarias</p>
	<p>Ensamble completo de la máquina con sus pates ya pintadas</p>

Fuente: Autor

3.5 Presupuesto

Tabla 3-13 Costo de las placas

Descripción	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	Cantidad	Precio total
Placa principal	360 x 325 x 20	18,369	1	\$ 73,476
Placa de ensamble de muelas móviles	105 x 205 x 18	3,041	2	\$ 24,328
Placa de ensamble de muela fija	80 x 75 x 18	0,847	1	\$ 3,388
Placa muela inferior	70 x 25 x 150	2,88488	1	\$ 11,540
Placa muela superior	70 x 100 x 30	1,6485	1	\$ 6,594
Placa del tensor	115 x 120 x 25	2,708	1	\$ 10,832
sub total				\$ 130,158
IVA 12%				\$ 15,619
Total				\$ 145,776

Fuente: Autor

Tabla 3-14 Costo de materiales

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tubo cuadrado	\$ 1,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Plancha de madera	\$ 1,00	\$ 30,00	\$ 30,00
Eje Acero de transmisión Diam. 16	\$ 1,00	\$ 5,00	\$ 5,00
Eje SAE 1018 Diam. 6	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 2,00
Resorte	\$ 5,00	\$ 0,25	\$ 1,25
Rodamientos FAG 626	\$ 5,00	\$ 1,00	\$ 5,00
Pernos M6	\$ 24,00	\$ 0,08	\$ 1,92
Pernos M8	\$ 8,00	\$ 0,10	\$ 0,80
Pernos M12	\$ 2,00	\$ 0,15	\$ 0,30
Tuercas M8	\$ 8,00	\$ 0,10	\$ 0,80

Arandelas	\$ 8,00	\$ 0,15	\$ 1,20
Anillo de retención	\$ 20,00	\$ 0,13	\$ 2,60
Subtotal	\$ 62,87		
IVA 12%	\$ 7,54		
Total	\$ 70,41		

Fuente: Autor

Tabla 3-15 Costo de materiales electroneumáticos

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Gabinete S.P 40x40x20 cm beaucoup	1	\$ 53,13	\$ 53,13
Cilindro neumático XCPC 50 x 75	1	\$ 83,00	\$ 83,00
Cilindro neumático XCPC 32 x 25	5	\$ 53,00	\$ 265,00
Disyuntor chint p riel 2P 3amp	1	\$ 4,75	\$ 4,75
Timer hy t38ne -01A 1S/1M/1H 24-240VAC-DC	1	\$ 27,00	\$ 27,00
Base Chint p/relé 8pines redondos CzF080A-E	1	\$ 1,80	\$ 1,80
Timer chint NTE8-10B 0.1-10S 220V OD	1	\$ 24,00	\$ 24,00
Relé aux. chint 220VAC 14pines P. JZX	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Base Finder p/relé 4pol serie 5534	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Bornera CNC 25A 12 pol C/Base C/Tapa TB-2512	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Base XCPC P/Electroválvula Manifoll	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Electrovalvula XCPC 5/2 en 1/4" 220V	2	\$ 45,62	\$ 91,24
Racor-acople recto 8mm x 3/8" XCPC	1	\$ 1,79	\$ 1,79
Racor-acople recto 6mm x3/8MPT TTC	1	\$ 2,00	\$ 2,00
Pasamuro XCPC INST 8mm	5	\$ 3,00	\$ 15,00
Conector codo XCPC INST 8mm x 1/4"	6	\$ 1,50	\$ 9,00
Tee rápido 6mm TTc PE-06	8	\$ 1,70	\$ 13,60
Unión reductora 8mm x 6mm AMTTC	2	\$ 2,00	\$ 4,00

Codo Quick 6mm x 1/8 MPT	9	\$ 1,81	\$ 16,29
Racor-acople recto 1/4 x 6mm	1	\$ 1,35	\$ 1,35
Unidad de mantenimiento 1/4" XCPC	1	\$ 102,50	\$ 102,50
Selector Chint 2Pos NP2-EJ25/EJ23 1N/O + 1N/C 22mm	1	\$ 2,25	\$ 2,25
Manguera XCPC Poliuretano 8mm	2	\$ 1,20	\$ 2,40
Racor-acople recto 6mm x 1/8 MPT	1	\$ 1,50	\$ 1,50
Manguera poliur 6mm 6OD x 4ID	2	\$ 1,00	\$ 2,00
Interruptor Pedal HY-102 250VAC 10AMP	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Subtotal			\$ 791,60
IVA 12%			\$ 94,99
Total			\$ 886,59

Fuente: Autor

Tabla 3-16 Costo de mano de obra

Descripción	Costo
Fresado	\$ 500,00
Torneado	\$ 300,00
Perforado	\$ 150,00
Soldadura	\$ 130,00
Otros procesos de construcción	\$ 200,00
Mano de obra de sistema electroneumático	\$ 180,00
Pruebas de funcionamiento	\$ 50,00
Total	\$ 1.510,00

Fuente: Autor

Tabla 3-17 Costo total

Descripción	Costo Total
Planchas de A36	\$ 145,776
Materiales adicionales	\$ 70,41
Materiales electropneumáticos	\$ 886,59
Mano de obra	\$ 1.510,00
Total	\$ 2.612,783

Fuente: Autor

3.6 Pruebas de funcionamiento

Después del proceso de construcción, la máquina ensamblada y con todas las conexiones procede a las pruebas de funcionamiento, en la tabla 3-18 se especifica la acción, partes involucradas, verificación y observación de la prueba. En el anexo G se observan fotos de las pruebas en capelladas.

Tabla 3-18 Pruebas de funcionamiento

Acción	Partes involucradas	Verificación	Observación
Accionamiento del selector	Selector dos posiciones	El selector funciona con normalidad	Al conectar la maquina en la red trifásica y accionar el selector todos los componentes electropneumáticos funcionaron de manera satisfactoria
	Luz indicadora amarilla	La luz se enciende al accionar el selector	
	Disyuntor	Por el disyuntor pasa energía con normalidad	
	Temporizador NTE8	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo	

	Temporizador T38NE	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo	
	Relé 1	El relé muestra normalidad con su trabajo	
	Relé 2	El relé muestra normalidad con su trabajo	
	Unidad de mantenimiento	La unidad de mantenimiento se regula y su funcionamiento es el adecuado	
	Electroválvula Manifoll	La electroválvula Manifoll se encarga de distribuir a las electroválvulas 5/2 el aire	
	Electroválvulas 5/2	Las válvulas funcionan con normalidad	
	Cilindros neumáticos	Los cilindros neumáticos	
Accionamiento de pedal	Interruptor de pedal	El interruptor de pedal funciona correctamente al	Con el accionar del pedal se comprobó el

		aplastamiento del pie	funcionamiento de las pinzas y del
	Disyuntor	Por el disyuntor pasa energía con normalidad	tensor central, las pinzas se cierran antes de que el
	Temporizador NTE8	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo	tensor central se accione, y el regulador cumple su función
	Temporizador T38NE	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo	
	Relé 1	El relé muestra normalidad con su trabajo	
	Relé 2	El relé muestra normalidad con su trabajo	
	Unidad de mantenimiento	La unidad de mantenimiento se regula y su funcionamiento es el adecuado	
	Electroválvula Manifoll	La electroválvula Manifoll se encarga de distribuir a las	

		electroválvulas 5/2 el aire	
	Electroválvulas 5/2	Las válvulas funcionan con normalidad	
	Cilindros neumáticos	Los cilindros neumáticos	
	Pinzas	Las pinzas se cerraron al accionar de los pistones neumáticos	
	Regulador de vástago	El regulador de vástago del pistón central funciona adecuado según la regulación	
Accionamiento de pedal y puesta de la capellada de cuero en posición	Interruptor de pedal	El interruptor de pedal funciona correctamente al aplastamiento del pie	Con la capellada se logró ver los resultados esperados, se realizó la prueba para todas las capelladas proporcionadas por la empresa
	Disyuntor	Por el disyuntor pasa energía con normalidad	
	Temporizador NTE8	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo	

Temporizador T38NE	El temporizador trabaja normal así se aumente o disminuya el tiempo
Relé 1	El relé muestra normalidad con su trabajo
Relé 2	El relé muestra normalidad con su trabajo
Unidad de mantenimiento	La unidad de mantenimiento se regula y su funcionamiento es el adecuado
Electroválvula Manifoll	La electroválvula Manifoll se encarga de distribuir a las electroválvulas 5/2 el aire
Electroválvulas 5/2	Las válvulas funcionan con normalidad
Cilindros neumáticos	Los cilindros neumáticos
Cerrado de pinzas	Las pinzas se cerraron al accionar de los

		pistones neumáticos	
	Regulador de vástago	El regulador de vástago del pistón central funciona adecuado según la regulación	
	Capellada de cuero	La capellada de cuero se tensó de manera que se observan las imperfecciones de la piel	

Fuente: Autor

Verificación de parámetros de funcionamiento

Sistema de sujeción

Las pinzas distribuidas de manera perimetral y desplazables para la sujeción de las capelladas, muestran que fueron capaces de evaluar todas las tallas y modelos de capelladas, que van de la talla 24 a la 40. Las muelas superior e inferior tienen un agarre adecuado para soportar el pistón tensor central.

Tensor de capelladas

La fuerza del pistón es la adecuada para la tensión de las capelladas. En cada pulso a pedal lo primero que se accionan son los pistones de las pinzas, y durante 3 segundos el tensor se mantiene accionado para ser analizadas las capelladas

Temporizadores

Los dos temporizadores ubicados en el sistema electroneumático regulan el tiempo de duración para la evaluación de la capellada y la coordinación de tiempo de agarre de

pinzas y el momento de salida del tensor, estos fueron analizados de acuerdo a la necesidad de tiempo para la evaluación.

En el Anexo G se observan las fotos de las pruebas de funcionamiento que se hicieron con las capelladas proporcionadas por la empresa

3.6.1 Análisis de correlación en los defectos de las capelladas

Se analizaron dos correlaciones con los defectos relevantes en la selección de capelladas, cabe recordar que el cuero troquelado para las capelladas es a lo largo del espinazo, que es el mejor cuero que se puede extraer de la hoja.

Siendo 0 para la ausencia de fallo y 1 para la presencia de alguno

Tabla 3-19 Pruebas de las capelladas para el cálculo de correlación entre flor suelta y partidura de flor

	Flor suelta	Partidura de flor	$x-\bar{X}$	$(x-\bar{X})^2$	$y-\bar{Y}$	$(y-\bar{Y})^2$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{Y})$
Capellada 1	0	1	-0,2	0,04	0,6	0,36	-0,12
Capellada 2	0	0	-0,2	0,04	-0,4	0,16	0,08
Capellada 3	1	1	0,8	0,64	0,6	0,36	0,48
Capellada 4	0	0	-0,2	0,04	-0,4	0,16	0,08
Capellada 5	0	0	-0,2	0,04	-0,4	0,16	0,08
Sumatoria				0,8		1,2	0,6

Fuente: Autor

Coefficiente de correlación calculado = 0,612372436

Coefficiente de correlación dado por Excel = 0,612372436

Con el valor obtenido en la tabla 3-19 se procede a comprobar mediante un valor estimado de $P = 0,1$, este es el más alto debido a la cantidad de pruebas realizadas. En [26] explica que “El valor de p es .272301. El resultado no es significativo en $p < .10$.” esto quiere decir que la correlación entre estos defectos no tiene validez considerable.

En la tabla 3-20, se determina el factor de correlación entre el espesor del cuero y la partidura de flor.

Tabla 3-20 Pruebas de las capelladas para el cálculo de correlación entre espesor de cuero y partidura de flor

	Venas del cuero (mm)	Partidura de flor	$x-\bar{X}$	$(x-\bar{X})^2$	$y-\bar{y}$	$(y-\bar{y})^2$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$
Capellada 1	1,7	1	-0,08	0,0064	0,6	0,36	-0,048
Capellada 2	1,9	0	0,12	0,0144	-0,4	0,16	-0,048
Capellada 3	1,7	1	-0,08	0,0064	0,6	0,36	-0,048
Capellada 4	1,8	0	0,02	0,0004	-0,4	0,16	-0,008
Capellada 5	1,8	0	0,02	0,0004	-0,4	0,16	-0,008
Sumatoria				0,028		1,2	0,16

Fuente: Autor

Coefficiente de correlación calculado = 0,872871561

Coefficiente de correlación dado por Excel = 0,872871561

De igual modo en [26] señala que “El valor de p es .053407. El resultado es significativo en $p < .10$.” entonces la correlación entre estos defectos si tiene significancia a la hora de evaluar las capelladas

3.7 Manual de operación y mantenimiento

3.7.1 Indicaciones generales

Este manual ha sido realizado para brindar todas las informaciones relativas a la máquina, normas de seguridad correspondientes e instrucciones para el uso y mantenimiento, que permiten aprovechar de la mejor manera la potencialidad de la máquina, manteniendo íntegra su eficiencia con el correr del tiempo. En la tabla 3-21 se encuentran las características generales de la máquina.

Tabla 3-21 Señales de seguridad

Características generales de la máquina	
Altura	1,025 m
Anchura	1,2 m
Voltaje	Trifásica 220 V
Peso total	85,45 kg.
Presión Máxima admisible	8 bar

Fuente: Autor

3.7.2 Operación de la máquina para tensar capelladas de cuero

- a. Comprobar que todas las conexiones neumáticas estén conectadas correctamente, evitando fugas de suministro de aire, de igual modo comprobar la conexión trifásica
- b. El operario tiene que girar el selector y verificar que se haya prendido la luz para asegurarse que el equipo este encendido



- c. Ubicar la capellada en posición, fijándonos que las pinzas vayan a sujetarla, si fuese necesario, tiene que mover las placas desplazables para adecuar la capellada que vaya a evaluar



- d. Presionar el pedal amarillo que se observa en las imágenes y proceder con la valoración.




- e. Si el operario ha terminado debe girar al otro lado el selector y cerrar el suministro de aire para que no exista presión en los componentes neumáticos

Seguridad

El operario debe utilizar los equipos de protección personal sugeridos. El procedimiento de evaluación de capelladas se realiza con los cuidados que se detallan en la tabla 3-22:

Tabla 3-22 Señales de seguridad

Descripción	Señal	Observación
Cuidado con sus manos		Debido a la cercanía de las manos de las pinzas, se debe tener cuidado de accionar el pedal, ya que las manos podrían quedar atrapadas y ser lastimadas.

Uso obligatorio de mascarilla		Las capelladas de piel generan pelusa, y con el uso continuo de la máquina, la pelusa podría causar problemas respiratorios
Uso obligatorio de protección auditiva		Debido al accionamiento de los pistones, la generación de ruido es inevitable. Durante las jornadas de trabajo de 8 horas, el ruido podría causar problemas auditivos
Uso obligatorio de guantes de seguridad		Los guantes de seguridad protegen las manos de posibles atascamientos en partes de la máquina

Fuente: [27]

3.7.3 Manual de Mantenimiento

Notas de procedimiento

Antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento o de servicio, debe cumplir con las instrucciones de seguridad indicadas.

- Aviso:
 - Desenchufar la máquina
 - Verificar que el suministro de aire esté cerrado y que no exista aire contenido
 - Asegúrese que las pinzas estén cerradas

Estas medidas de precaución sirven para evitar heridas en caso de un pulso no intencionado del pedal. No cumplir puede provocar heridas.

En el mantenimiento de los sistemas electropneumático y mecánico, siempre asegúrese que no se presente contaminación, materiales extraños y/o entradas de polvo al sistema.

- Atención: El material utilizado es cuero, debido a eso se genera pelusa que se incrusta y se nota principalmente en el sistema de lubricación de los rodamientos, otras partes como resortes, pinzas, placas etc. se debe limpiar con agentes adecuado para su limpieza.

En caso de un mantenimiento completo con desmontaje de partes, antes de volver a reutilizar las piezas, límpielas, verifíquelos y reajústelos.

- Atención: Mantenga los pares de apriete de los tornillos y tuercas. Un apriete inadecuado puede provocar daños.

Se recomienda limpiar la maquina antes y después de ser usada para evitar daños.

3.8 Matriz AMFE y Bitácora

A continuación se detalla la matriz AMFE de la máquina para tensar las capelladas de piel y una bitácora con las especificaciones de mantenimiento anual:

Tabla 3-23 Matriz AMFE

AMFE										
Realizado por: María Pérez						HOJA N° 1				
EQUIPO/TAG: Máquina para tensar capelladas de piel			FECHA: 04/06/2019			NOMBRE FICHA:				
N°	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
01	Rodamientos Permiten la rodadura y facilidad de movimiento de las pinzas	Las pinzas no tienen facilidad de rodadura	Atascamiento de las pinzas al evaluar capelladas	Rodamientos con exceso de pelusa o polvo	Las pinzas se atascan al realizar la evaluación de las capelladas	1	2	1	2	Revisar el estado de los rodamientos, realizar una limpieza si es posible, o proceder al cambio de parte
02	Resortes Mantienen las pinzas abiertas, para la inserción de la capellada	El resorte provoca que las pinzas estén entre cerradas o cerradas	Los resortes se deforman o llegan a la rotura	El estrés provocó que el resorte pierda su característica	Dificultad para insertar las capelladas entre las pinzas	1	2	1	2	Realizar la limpieza del resorte continua, y cambiar de elemento de ser necesario

03	Pistones Efectuar el trabajo de cierre de pinzas y de accionamiento del tensor	Existe ruidos y al efectuar el trabajo	Genera ruido al accionar	Las juntas pueden estar desgastadas o sin lubricación	Dificultad para realizar el trabajo	1	4	1	4	Limpiar continuamente los alrededores de los pistones para evitar el ingreso de suciedad y pelusa, revisar la lubricación.
	Temporizadores Se encarga de accionar los pistones con el ciclo adecuado	Los ciclos no están acordes con los determinados	el ciclo actual no permite la correcta evaluación	Los temporizadores están desalineados con la posición determinada	No existe el tiempo necesario o por el contrario hay un exceso de tiempo	1	4	2	8	Realizar la verificación de los tiempos y hacer un cambio de elemento en caso de daño del mismo
	Selector Conecta a la máquina a la fuente de energía eléctrica	La máquina no se conecta a la energía eléctrica	El operario procede a activar el selector sin respuesta de éste	Existe una desconexión en el circuito	No se puede proceder a la evaluación de las capelladas	1	4	1	4	Abrir el gabinete de conexiones y evaluar las conexiones. En caso de haber una interferencia o desconexión, proceder a las correcciones del circuito
Total									20	

Fuente: Autor

Donde:

		Gravedad (Impacto)					
		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Probabilidad	Muy alta	5	5	10	15	20	25
	Alta	4	4	8	12	16	20
	Media	3	3	6	9	12	15
	Baja	2	2	4	6	8	12
	Muy baja	1	1	2	3	4	5

Detección	
Baja	9 - 10
Moderada	7 - 8
Ocasional	5 - 6
Alta	1 - 4

Tabla 3-24 Especificaciones de mantenimiento en la bitácora

BITÁCORA		
Máquina	Tensadora de capelladas de piel	Código de color por actividad
Marca		
Componentes	Actividades	
Rodamientos	Limpieza de suciedad y pelusa en rodamiento	
	Cambio de rodamientos	
Resortes	Limpieza y verificación del estado de resortes	
Pistones neumáticos	Revisión y limpieza general	
Temporizadores	Verificación de tiempos adecuados para el operador y estado del temporizador	
Selector	Revisar las conexiones de los elementos electroneumáticos	
Mantenimiento general	Realizar un desmontaje y la limpieza de todas las partes. Cambiar de elemento de ser necesario	

Fuente: Autor

Tabla 3-25 Mantenimiento anual

CALENDARIO ANUAL																																																
ENERO				FEBREO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
SEMANAS																																																
Día	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Yellow							Grey								Green				Yellow								Grey												Pink								Green
2																																																
3																																																
4																																																
5				Red								Red								Red								Red								Red								Red				
6	Blue					Blue	Yellow			Blue				Blue				Blue	Yellow			Blue				Blue				Blue				Blue	Yellow			Blue				Blue						
7																																																

Fuente: Autor

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- De los parámetros determinados para el diseño de esta máquina fueron: ciclo estimado de trabajo 15 por minuto, características del cuero, características de la máquina de centrar puntas de la empresa, tipo de cuero y medidas de capelladas, donde la más grande de ancho mide 218,24mm y de alto 230,11 mm, mientras que la más pequeña mide 114,31mm de ancho y 160,41mm de alto.
- El consumo de aire de la máquina de centrar puntas es de 446 NI/min, del cual se estimó una mitad para la fuerza del tensor y la otra mitad dividida en el número de pinzas de sujeción. Partiendo del consumo de aire de la máquina de centrar puntas, se realizó los cálculos de las dimensiones de los pistones y el cálculo de fuerzas, siendo 478,2019 N la de los pistones de las pinzas y 1304,8365 N la de tensor central.
- El sistema de sujeción por pinzas se estableció en el diseño, ya que el proceso de montar puntas utiliza pinzas en la sujeción de las capelladas, por lo tanto, el diseño se asemeja a este tipo de máquina.
- Fue necesario elaborar planos en software CAD para dimensionar correctamente las partes de la máquina, ya que la empresa requiere evaluar cinco modelos de capelladas de la talla 24 a la 40, entonces las pinzas necesariamente son desplazables para cubrir todos los tamaños.
- En las pruebas de funcionamiento se regularon los temporizadores de acuerdo a la necesidad del operador, determinando que la máquina obtendrá 12 ciclos por minuto. Además, se realizó la evaluación de todas las capelladas, para constatar que efectivamente el sistema de sujeción se adapta a cada una de ellas.

- Después de ser evaluada la capellada, sufre cierta deformación y tomará un tiempo determinado para que vuelva a su forma original.
- Los defectos del cuero de las capelladas se enlistan en la norma “NTE INEN 1018 (1991). Cuero bobino al cromo para calzado. Requisitos”, que se mencionan en la fundamentación teórica de este trabajo.

4.2 Recomendaciones

- Además de parámetros como los mencionados en este trabajo, se deben tomar en cuenta; el tiempo que tomará construirlo, componentes que se encuentren cerca del lugar para su adquisición, repuestos, facilidad de manejo del operario, entre otros.
- Las pinzas son de material A36, lo cual daña la superficie del cuero, se debería colocar algún tipo de protección para evitar el daño de las capelladas
- Esta máquina es un modelo inicial, por lo tanto, se debería estudiar más sobre posibles problemas o dificultades cuando este en constante funcionamiento.

Bibliografía

- [1] R. d. Ecuador, «Cuero bovino al cromo para calzado. Requisitos». Patente NTE INEN 1810, 1991.
- [2] A. Rogers, Tratado Completo de Fabricación de Cueros y Pieles, 2ª ed., Barcelona: Ossó, 1953.
- [3] «Explicación de la piel,» [En línea]. Available: <https://peltto.com/explicacion-de-la-piel>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [4] «Técnica del Cuero,» [En línea]. Available: http://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/div_superficie.htm.
- [5] «Manual de Mantenimiento y Preparado de Insumos para Elaboración de Calzado Artesanal,» Octubre 2011. [En línea]. Available: <https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Documentos%20Industria/MANUAL%20DE%20ALISTADO.pdf>.
- [6] I. Abril, «Análisis de la cadena productiva del sector industrial de cuero y sus efectos en la producción de calzado en la provincia de Tungurahua,» Guayaquil, 2018.
- [7] A. Choklat, Diseño de Calzado, Barelona, España: Gustavo Gili, 2012.
- [8] A. Martínez, «Capacidades Competitivas en la Industria del Calzado en León,» México, 2006.
- [9] «Smith Shoes,» [En línea]. Available: <https://zapatoparatodosmith.blogspot.com/2016/11/conoce-uno-de-los-sistemas-de.html>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [10] Cuero, Centro Nacional del Calzado y Manufactura Del Cuero, *Guía para la Selección de Ensayos*, Antioquía: Sena Antioquía, 2003.
- [11] «Manual de diseño para la construcción con acero».
- [12] «www.dipacmanta.com,» Dipac Manta, 2016. [En línea]. Available: <http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-galvanizado>.
- [13] R. Budynas y K. Nisbett, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Octava ed., Mexico: McGRAW-HILL, 2008, pp. 505,506.

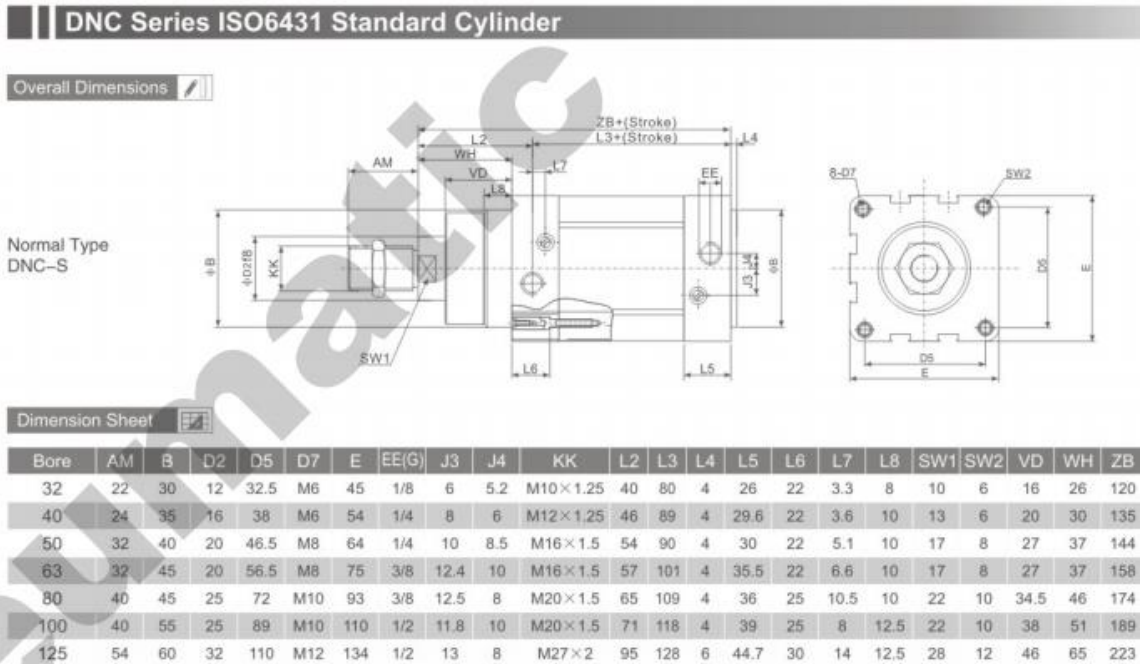
- [14] SKF, «Catálogo general SKF,» Suecia, 2006.
- [15] S. Cabrera, *NEUMÁTICA Y OLEOHIDRÁULICA*, Ambato, 2015.
- [16] O. Rojas y L. Rojas, *Diseño asistido por computador*, 2006.
- [17] «www.mb-international.cz,» webees.cz sro, 2014. [En línea]. Available: <http://www.mb-international.cz/pl/maszyny-obuwnicze/molina-e-bianchi/>.
- [18] Interempresas, «Interempresas.net,» [En línea]. Available: https://www.interempresas.net/Componentes_Mecanicos/FeriaVirtual/Producto-Imanes-permanentes-84781.html.
- [19] E. Lucas Carrasco, «MAQUINA AUTOMATICA PERFECCIONADA PARA EL MONTAJE DEL CORTE DE UN CALZADO SOBRE SU HORMA». España Patente A43D23/00, Marzo 2000.
- [20] J. V. Lozano, «Investigación, análisis y desarrollo de un manual para el diseño de un sistema neumático,» México, 2001.
- [21] «Lee Spring,» [En línea]. Available: <https://www.leespring.com/downloads/mx/2016/Catalogo%20Final%20Serie%2023.pdf>. [Último acceso: 2019].
- [22] Rodamientos FAG, Catálogo WL 41 520/3 SB, Barcelona, España, 2000.
- [23] IBCA, Catálogo de productos Ivan Bohman, vol. Tercera edicion, Quito.
- [24] Ingemecánica, «Ingemecánica,» [En línea]. Available: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>. [Último acceso: 2 Abril 2019].
- [25] Course Hero, «Course Hero,» [En línea]. Available: <https://www.coursehero.com/file/p2qpuk18/>. [Último acceso: 10 Abril 2019].
- [26] J. Stangroom, «Social Science Statistics,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.socscistatistics.com/pvalues/pearsondistribution.aspx>.
- [27] I. E. d. Normalización, «Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OHSAS 18001:2010: sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo-requisitos». Quito, Ecuador Patente NTE INEN-OHSAS 18001:2010, 2007.
- [28] F. R, Manual de Patronaje de Calzado. Diseñador Textil y Moda, Universidad de Azuay, Cuenca, Ecuador, 2011.

- [29] A. B y M. CH, Implementación de un prototipo mecánico para medir la resistencia a la rotura de la flor de cuero (Lastómetro), Mgs, Finanzas y Economía Empresarial, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [30] A. Ganser, Manual del Curtidor, 4ª ed., Barcelona: Gustavo Gili, 1953.
- [31] D. Roskell, «Aplicación de cueros no tradicionales en la industria del calzado, su estudio e impacto,» Buenos Aires, 2013.
- [32] J. Ramiro, E. Alcántara, A. Forner, R. Ferrandis, A. Cruz, J. V. Durá y P. Vera, Guía de Recomendaciones para el Diseño de Calzado, Valencia: Martín Impresores, 1995.
- [33] M. Paz y X. Reascos, «Implementación de un prototipo mecánico para evaluar la flexometría del cuero,» 2015.
- [34] «mumer.com,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.muver.com/maquina.php?cat=1&maquina=29>. [Último acceso: 2018].
- [35] «<http://www.jba.es>,» [En línea]. Available: <http://www.jba.es/es/wp-content/uploads/2010/04/733.pdf>.
- [36] «www.cga.com,» [En línea]. Available: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7826/VasquezTorresEdwInLibardo2013Anexos.pdf?sequence=2>.
- [37] N. INEN, «Cuero de ganado bobino curtido al cromo para calzado. Requisitos». Ecuador Patente 1018 Primera revisión, Abril 2016.
- [38] X. Company, «china-pneumatic,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.tecneveca.com/xcpc/Cilindros%20xcpc.pdf>.
- [39] N. corporation, Rodamientos de bolas y de rodillos, 2004.
- [40] Documento Básico SE-A, Seguridad Estructural Acero, BOE, 2008.
- [41] R. Mott, Diseño de elementos de máquinas, vol. Cuarta Edición, México: Person Education, 2006.

Anexos

Anexo A

Medidas del cilindro neumático seleccionado



Anexo B

Especificaciones de planchas laminadas al caliente

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales

Norma	Ver tabla
Espesores	1,20mm a 100,00mm
Rollos	Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm, 1800mm
Planchas	4 x 8 pies y a medida



Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	% C	% MN	% P	% S	% SI	% AL	% CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	% MN	% P	% S	% SI	% CU	OTROS	Fuerza (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,85 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,26 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,06 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e		

Anexo C

Especificaciones del AISI 1018

Tipo de aleación: C 0.18 Si 0.25 Mn 0.70 %

Color de identificación: Naranja
Estado de suministro: Trefilado h 11

Especificaciones	AISI: 1018
	DIN: —
	No. Mat. —

PROPIEDADES:

Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste, donde la tenacidad del núcleo no sea importante. Buena soldabilidad.

EMPLEO:

Para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas o troqueladas, pernos grado 2, ejes de transmisión con baja exigencia la torque.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado:	1050 – 850 °C
Recocido:	650 – 700 °C
enfriamiento lento en el horno	
Normalizado:	890 – 920 °C
Cementación:	880 – 950 °C
Temple:	770 – 800 °C
enfriamiento en: agua.	
Dureza obtenible:	
En el núcleo	20 – 25 HRC
En la capa cementada	55 – 58 HRC
Revenido:	150 – 200 °C

PROPIEDADES MECÁNICAS EN ESTADO RECOCIDO

Dureza Brinell	Límite de fluencia N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación (L _{5d}) %		Resistencia al Cacilienteno DVM Jouls			Resistencia a la tracción en estado templado N/mm ²
			Long.	Transv.	Long.	Transv.	Transv.	
HB			Long.	Transv.	Long.	Transv.	Transv.	
143 máx.	235	410-520	20	19	48	31	24	480-620

Anexo D

Especificaciones del Acero SAE 1020

ACERO SAE 1020

DIN	CK - 20
UNI	C - 20
AFNOR	XC - 20
SAE	1020

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

Acero al carbono que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales o de maquinaria de mediana resistencia con una gran tenacidad. Es fácilmente soldable con soplete ó al arco.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18 0.23	0.3 0.6	0.04	0.05	0.15 0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS

Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Limite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

Anexo E

Especificaciones del alambre ER-70S-6 de la soldadura Mig

INDURA 70S-6	Clasificación AWS: ER-70S-6 / ER-48S-6
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alambre sólido para proceso de soldadura con protección gaseosa ▪ Revestimiento cobrizado ▪ Corriente continua, electrodo positivo ▪ Toda posición 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificado por Canadian Welding Bureau ▪ Certificado anualmente por American Bureau of Shipping, Lloyd's Register of Shipping, Germanischer Lloyd y Nippon Kaiji Kyokai.

Descripción

El alambre 70S-6 es un electrodo de acero al carbono que ofrece excelente soldabilidad con una alta cantidad de elementos desoxidantes para soldaduras donde no pueden seguirse estrictas prácticas de limpieza.

Este electrodo es usado principalmente con gas CO₂ y otras mezclas comerciales como el indurmig.

Esta soldadura ofrece un depósito prácticamente sin escoria reduciendo al mínimo las operaciones de limpieza.

Usos

El alambre 70S-6 se recomienda para ser usado en aceros corrientes de baja aleación.

Su contenido de silicio y manganeso le confiere excelentes propiedades desoxidantes, lo que asegura una soldadura libre de porosidades sobre una amplia gama de trabajos.

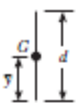
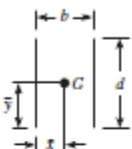
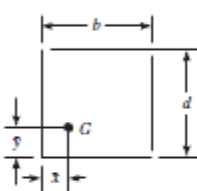
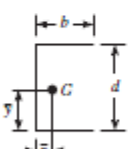
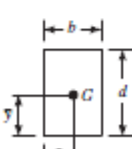

Aplicaciones típicas

- Recipientes a presión
- Soldadura de cañerías
- Fabricación de carrocerías, muebles, extinguidores, etc.
- Estructuras
- Recuperación de ejes

Composición química (típica) del alambre:				
C 0,08%; Mn 1,44%; Si 0,86%; P 0,012%; S 0,014%; Cr 0,02%; Ni 0,04%; Mo 0,003%; V 0,005%; Cu 0,20%				
Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.18/A5.18M-05):				
Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte	Requerimientos	Energía Absorbida Ch-v	Requerimientos	
Resistencia a la tracción : 530 MPa	480 MPa	103J a -30°C	27J a -30°C	
Límite de fluencia : 415 MPa	400 MPa			
Alargamiento en 50 mm : 31%	22%			
Amperajes recomendados:				
Diámetro mm	Voltaje, volt	Amperaje		Flujo CO ₂ lts. / min.
		min.	máx.	
0,8	14-26	60	160	7-12
0,9	15-27	90	230	8-12
1,2	17-30	130	340	12-14
*1,6	26-36	290	400	14-16

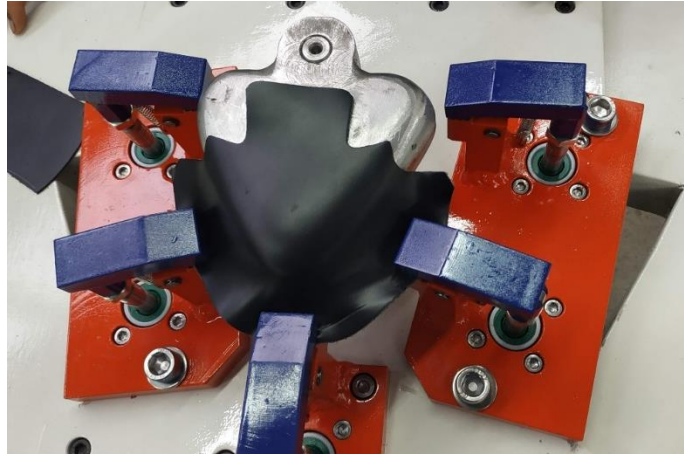
Anexo F

Ecuaciones para el cálculo de soldadura

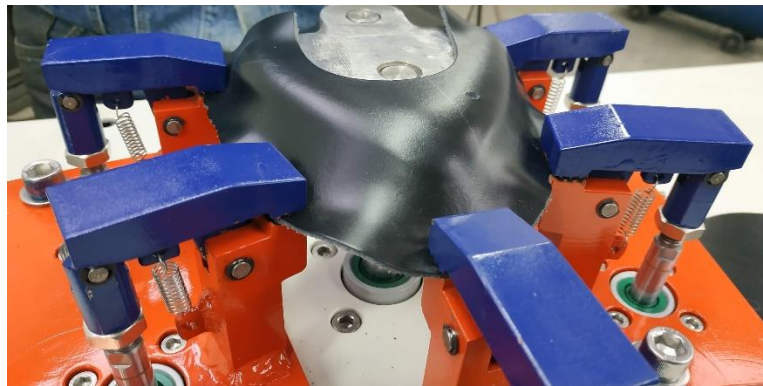
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
	$A = 0.70 \, hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 \, hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414 \, \pi hr$		$J_u = 2\pi r^3$

Anexo G

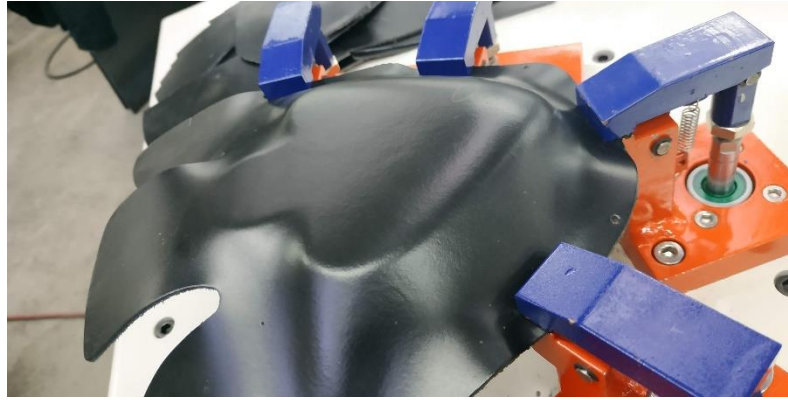
Pruebas de las capelladas



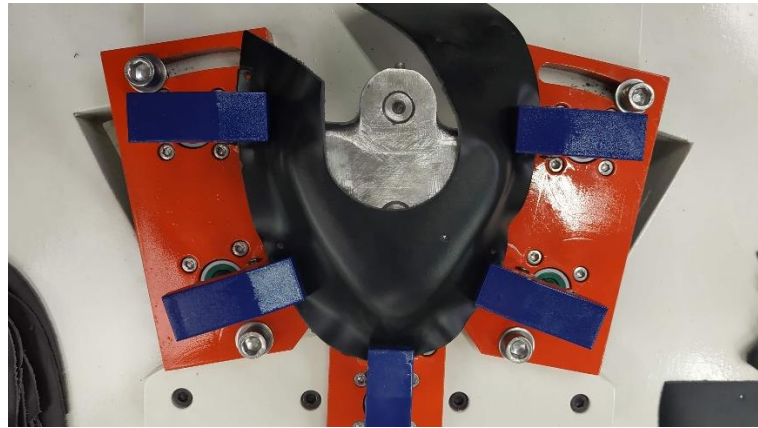
Evaluación de la sujeción y tensado de la capellada modelo Rafaela



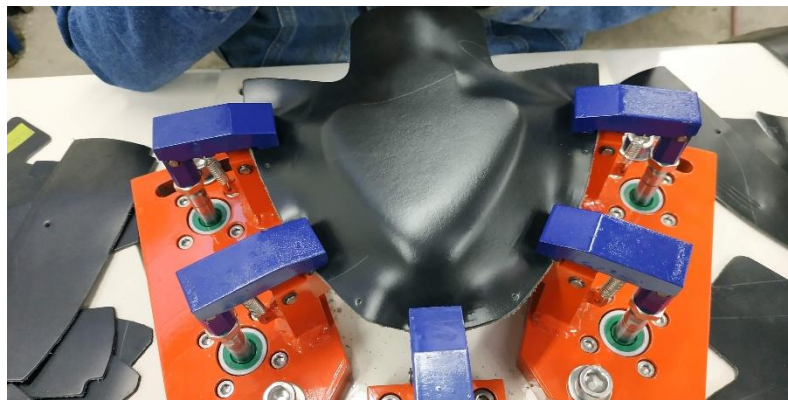
Evaluación de la sujeción y tensado de la capellada modelo Valentina



Evaluación de la sujeción y tensado de la capellada modelo Ariel



Evaluación de la sujeción y tensado de la capellada modelo Naomi



Evaluación de la sujeción y tensado de la capellada modelo Angelina

Anexo H
Diagrama de control

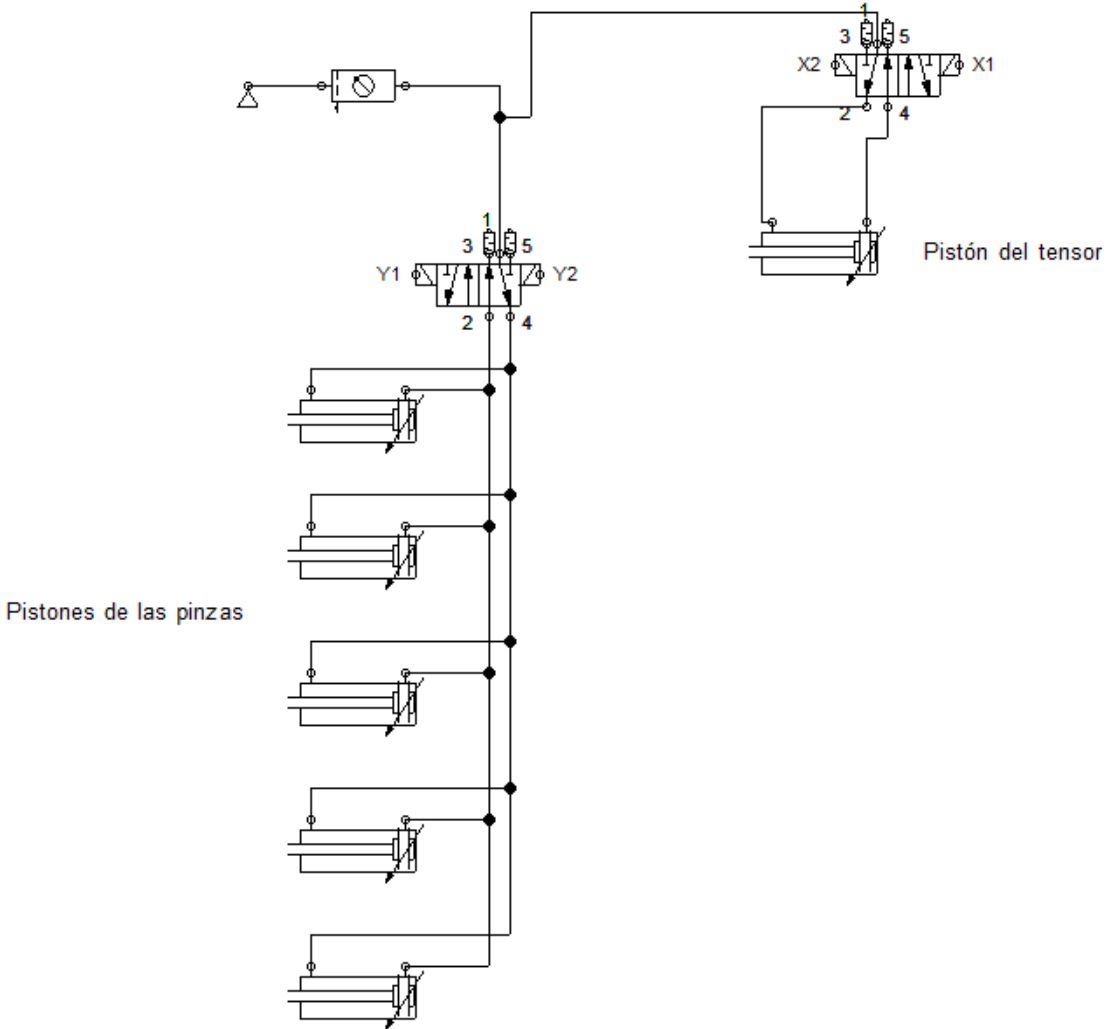
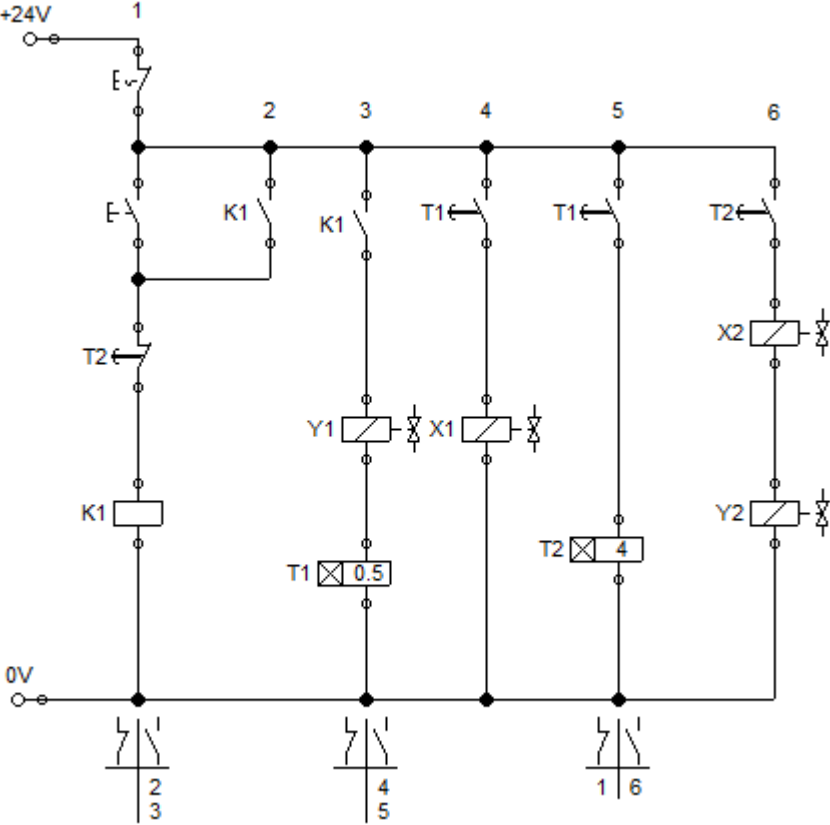
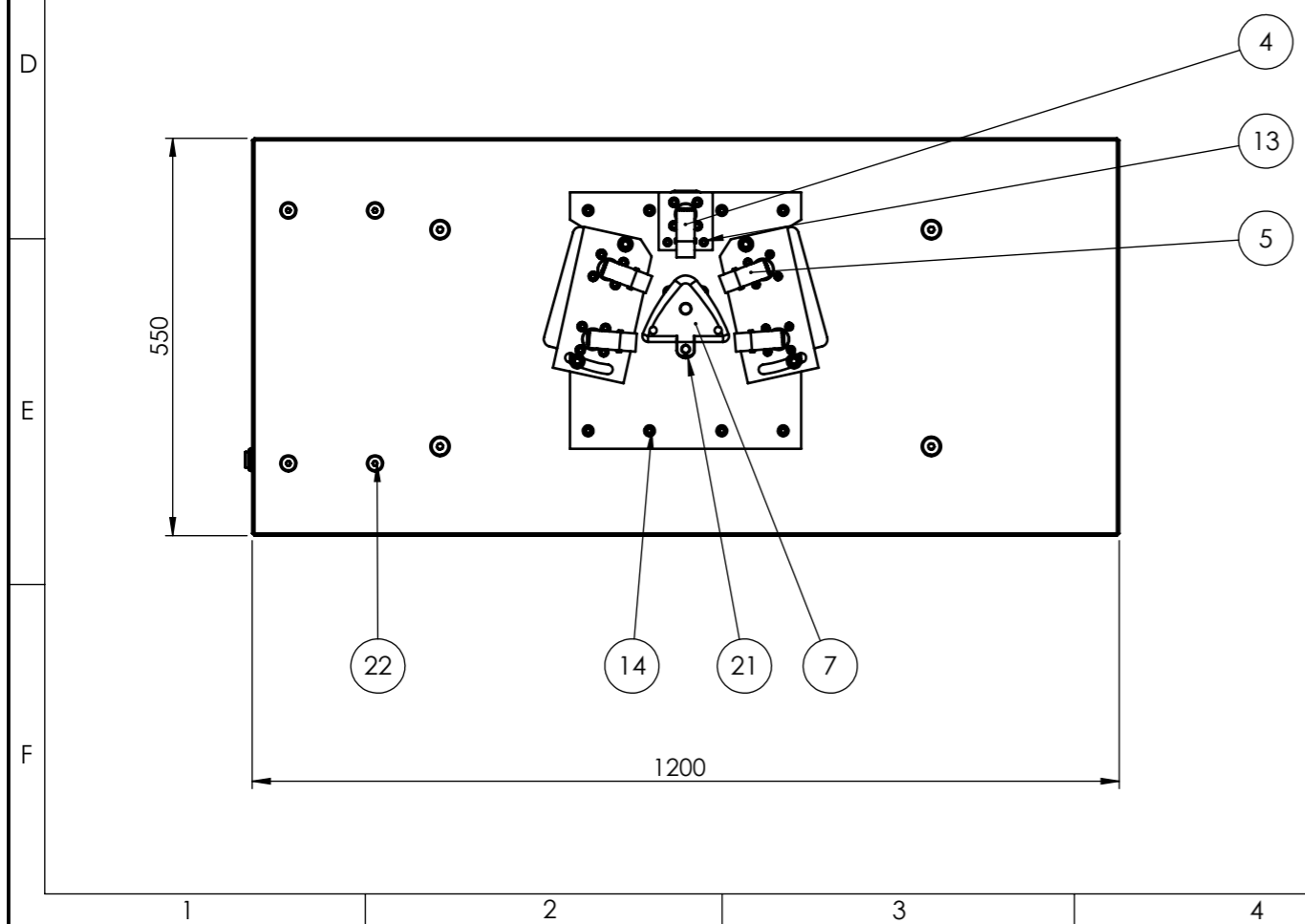
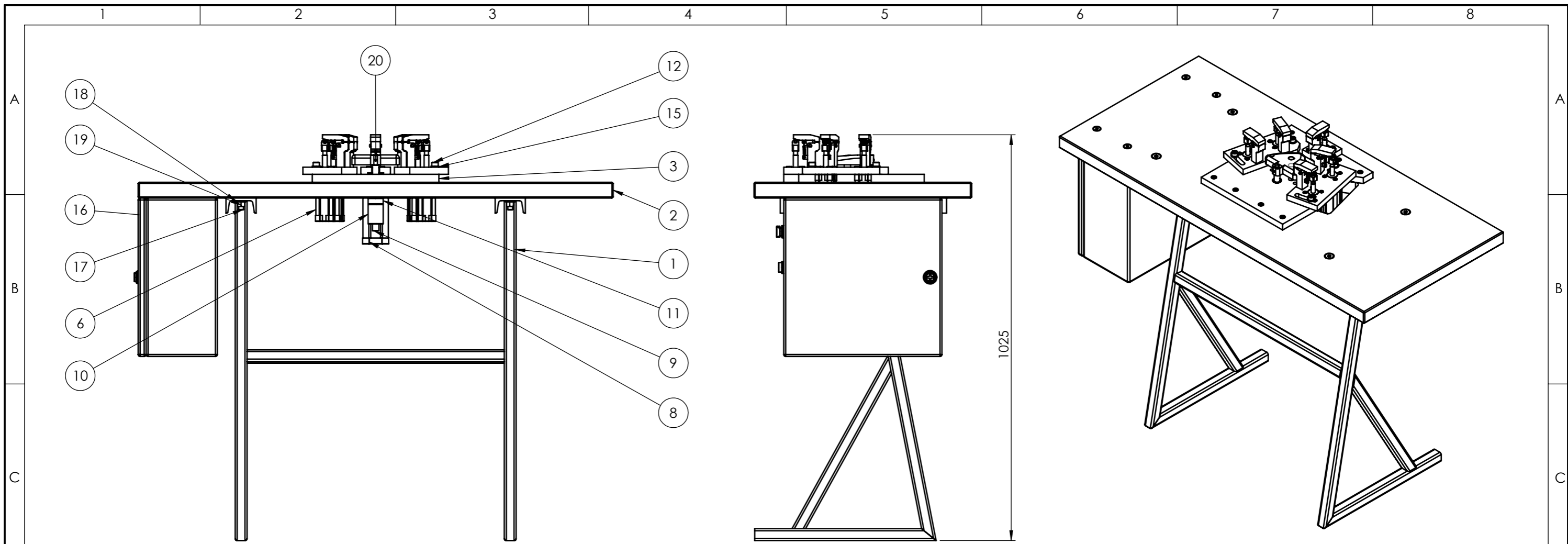


Diagrama de potencia

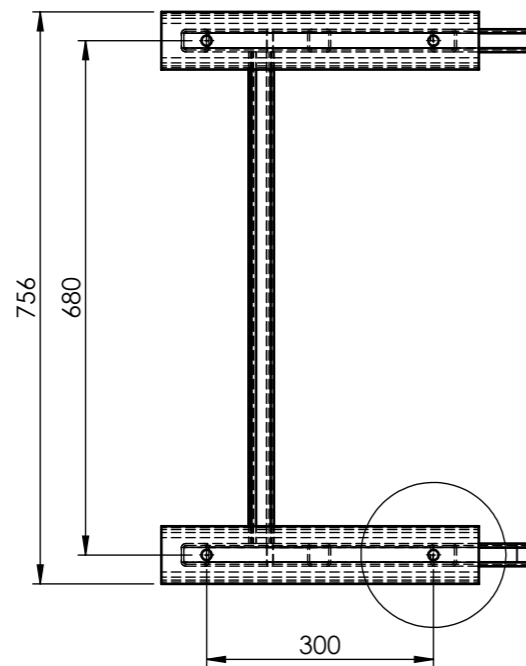
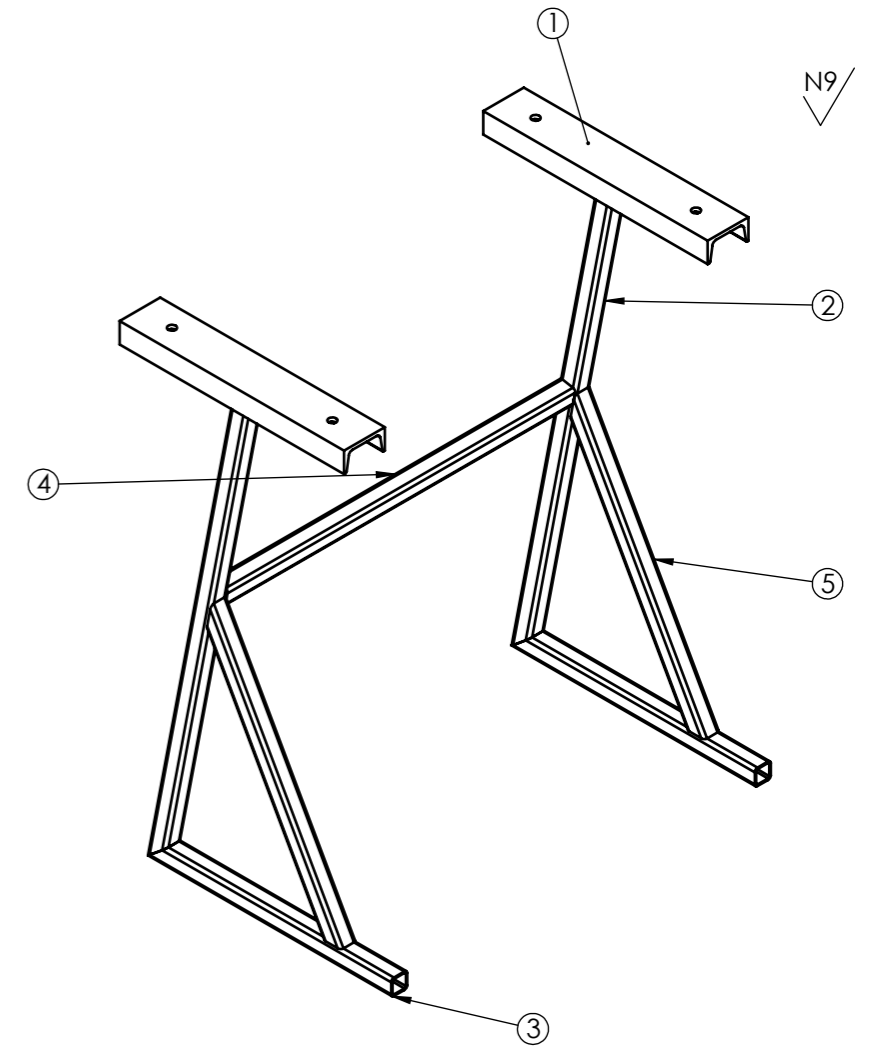
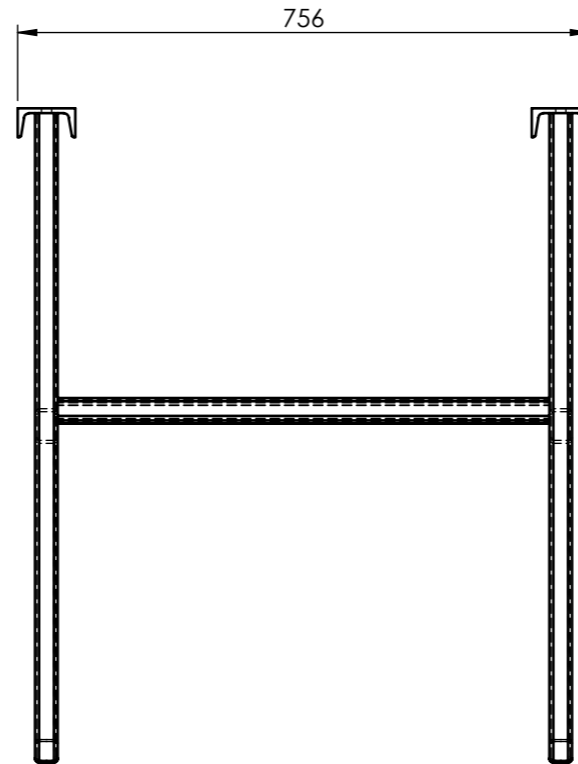
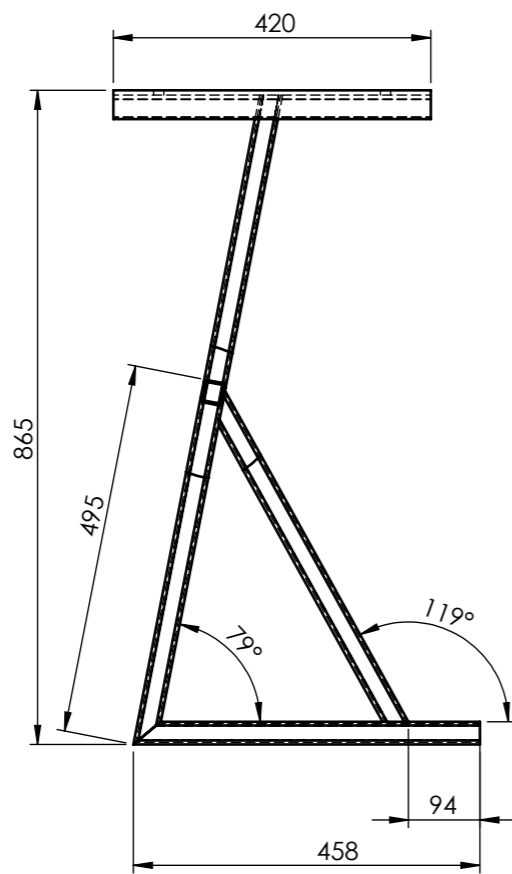


PLANOS

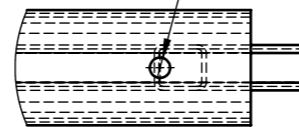


4	ISO 10642 - M10 x 50 - 50N		22				
1	Bocín	Bronce	21				
1	Tornillo de Fijación M5 x 5		20			Adquirido	
4	Tuerca M12		19			Adquirido	
4	Rodela Plana 12mm		18			Adquirido	
4	Perno Avellanado M12 x 70		17			Adquirido	
1	Gabinete Sistema Neumático		16			Adquirido	
4	Rodela Plana 10 mm		15			Adquirido	
8	Perno M8 x 20		14			Adquirido	
2	Perno M6 x 30		13			Adquirido	
4	Perno M10 x 25		12			Adquirido	
1	Contratuerca Regulación	AISI 1020	11				
1	Tuerca Regulación	AISI 1020	10		44.58		
1	Eje Guía Central	AISI 1020	9		0.29		
1	Cilindro Neumático XCPC 50 x 75	AISI 1020	8			Adquirido	
1	Actuador Central	AISI 1020	7		1.35		
1	Ensamblaje Muela Doble	Varios	6		3.80		
1	Ensamblaje Muela Doble Simetría	Varios	5		3.80		
1	Ensamblaje Muela	Varios	4		1.40		
1	Placa Principal Tensor	ASTM A36	3		12.34		
1	Mesa Tensor	Caoba	2		14.74		
1	Base Principal	ASTM A36 Acero	1		15.03		
No. de Piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. De Orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso	Observaciones

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:		
±0.2		85.46 Kg		Varios		
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:		ESCALA:
DIBUJO: 25/05/2019		MARÍA PÉREZ		Ensamblaje Tensor Cuero		1:10
REVISÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO				
APROBÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO				
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				N.º DE LÁMINA		REGISTRO:
				HOJA 1 DE 17		◀ ⊕ ▶
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:		



4 x Ø 13,5 POR TODO

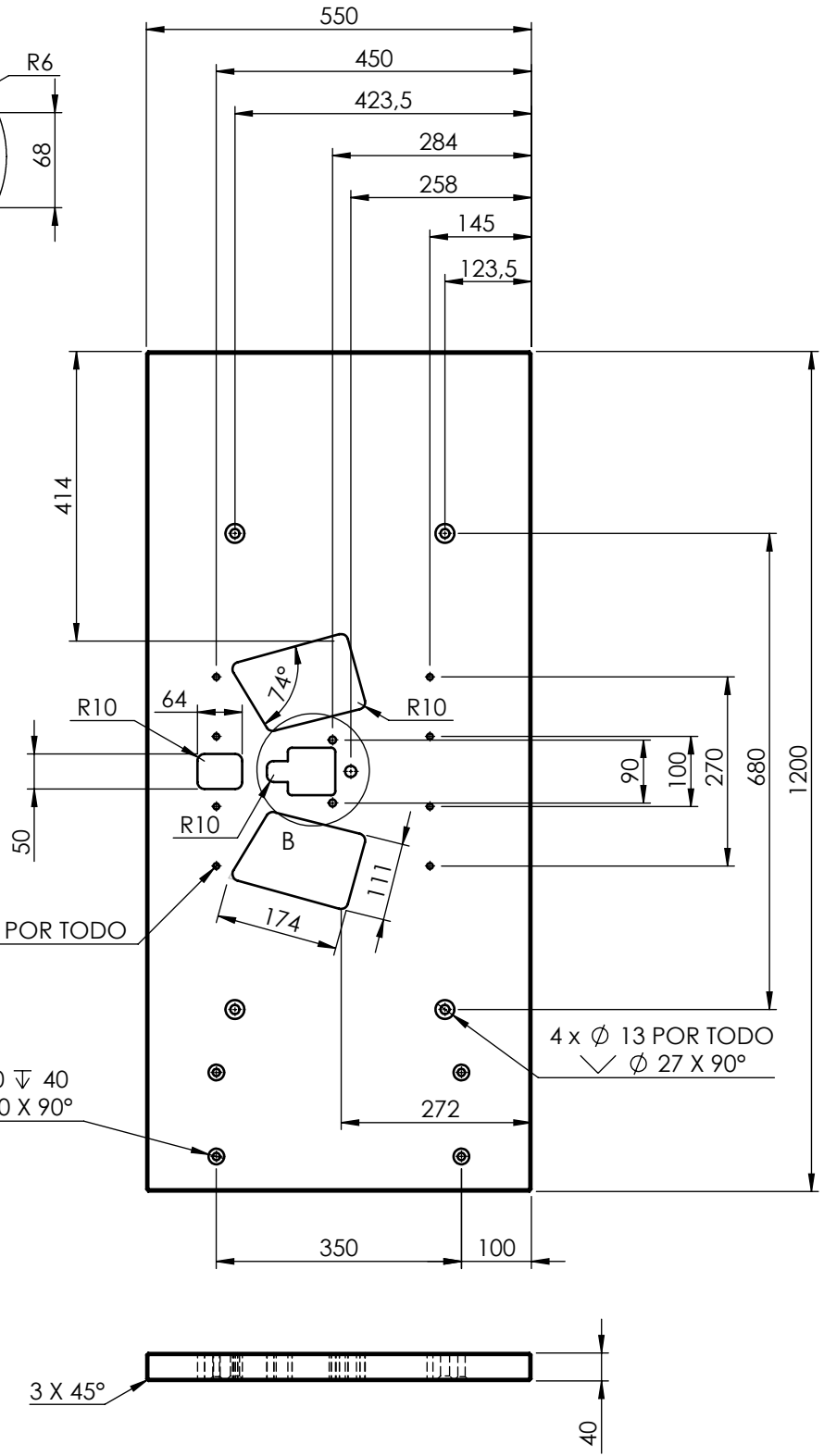
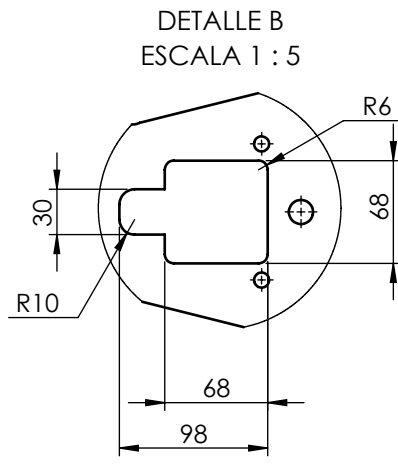


DETALLE I
ESCALA 1 : 5

N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	7	▷	143.37	Alambre ER70-6	2
2	7	▷	145.4	Alambre ER70-6	2
3	7	◐	132.71	Alambre ER70-6	2
4	7	▷	146.03	Alambre ER70-6	2
5	7	▷	142.65	Alambre ER70-6	2

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	Nombre de lista de cortes	LONGITUD
1	2	C CHANNEL, 76,20 X 5<1>	420
2	2	TUBE, SQUARE 30 X 30 X 2,60<2>	880.35
3	2	TUBE, SQUARE 30 X 30 X 2,60<1>	458.2
4	1	TUBE, SQUARE 30 X 30 X 2,60<5>	650
5	2	TUBE, SQUARE 30 X 30 X 2,60<7>	500.21

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
±0.2	16 Kg	ASTM A36	
FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:	
DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Base Principal	
REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	ESCALA:
		HOJA 2 DE 17	1:10
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	REGISTRO:
			REGISTRO:

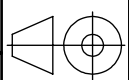


10 x ϕ 8,4 POR TODO

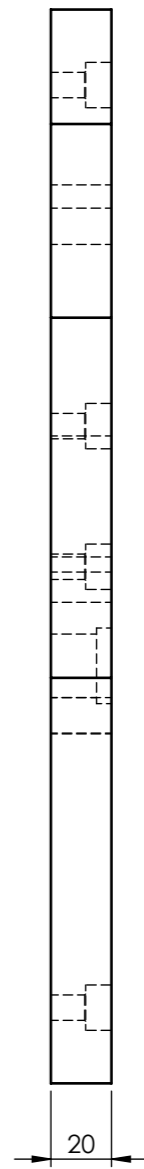
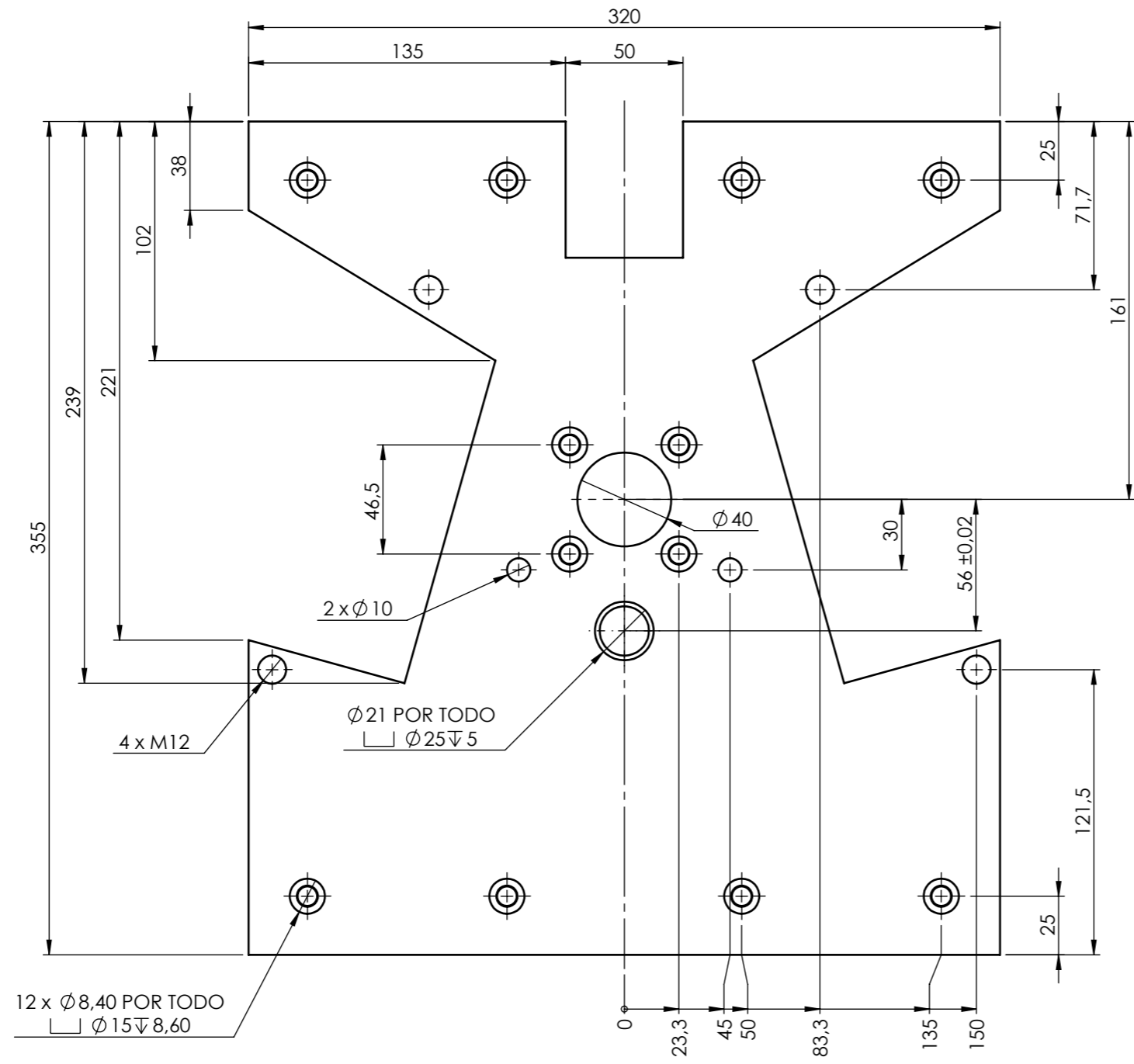
4 x ϕ 10,50 ∇ 40
 \checkmark ϕ 22,40 X 90°

4 x ϕ 13 POR TODO
 \checkmark ϕ 27 X 90°

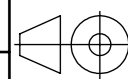
				TOLERANCIA: ± 0.2	PESO: 14.7 Kg	MATERIAL: CAOBA	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Mesa Tensor	
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 3 DE 17	ESCALA: 1:10
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			REGISTRO:

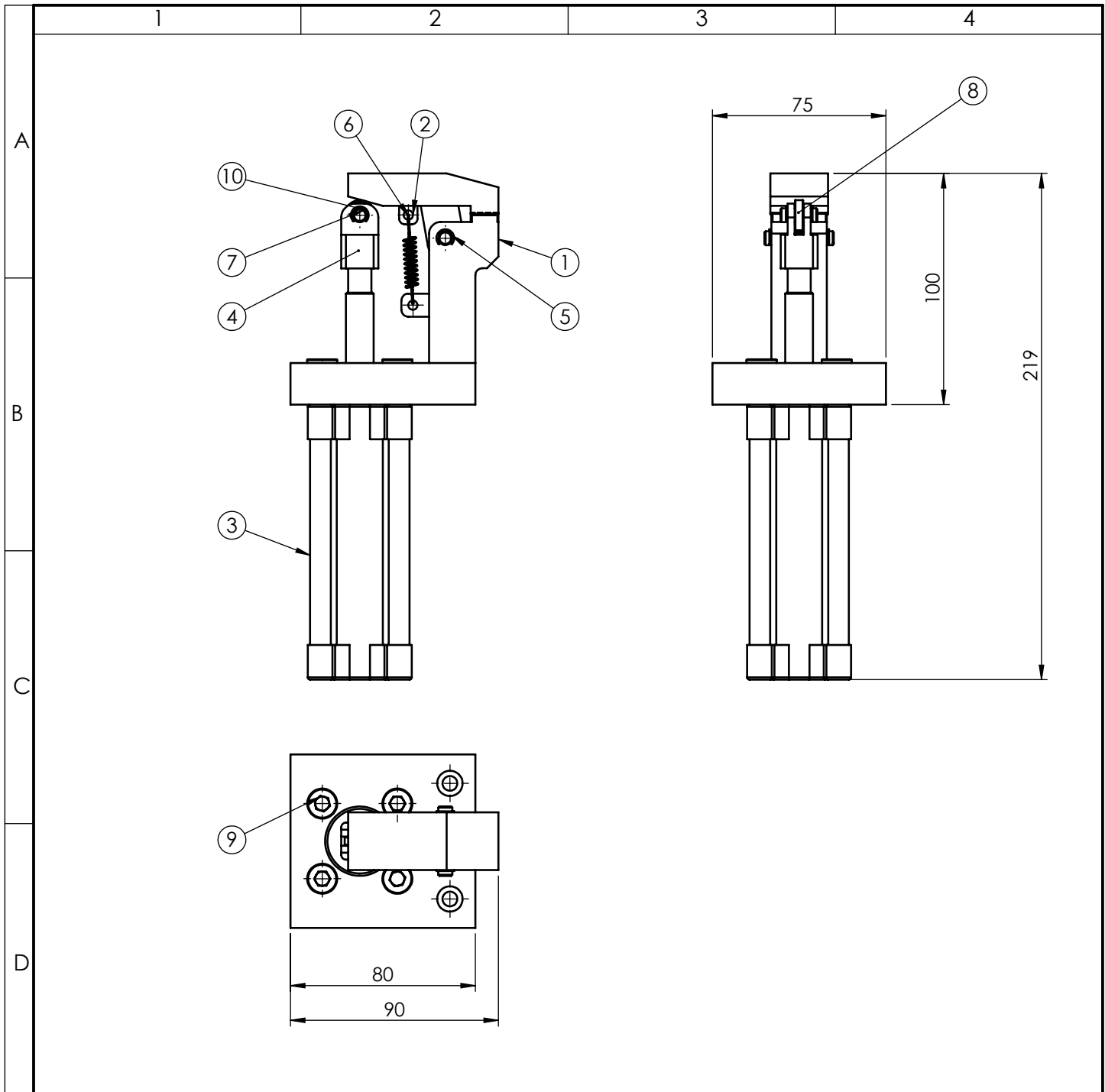


N8



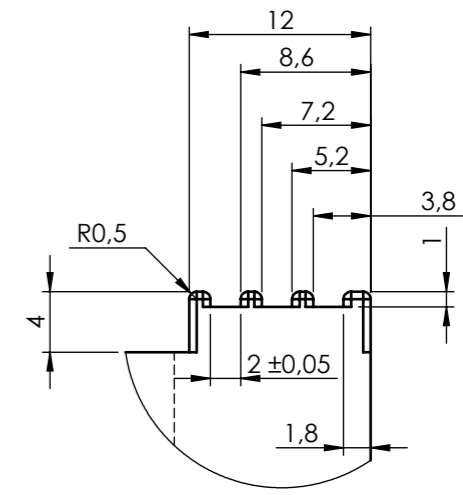
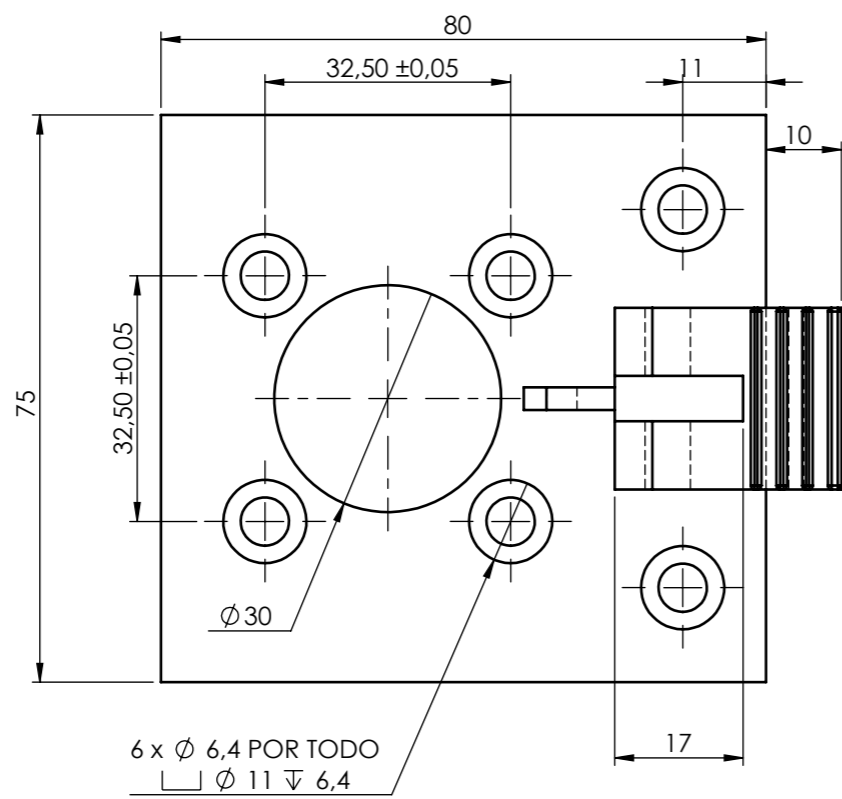
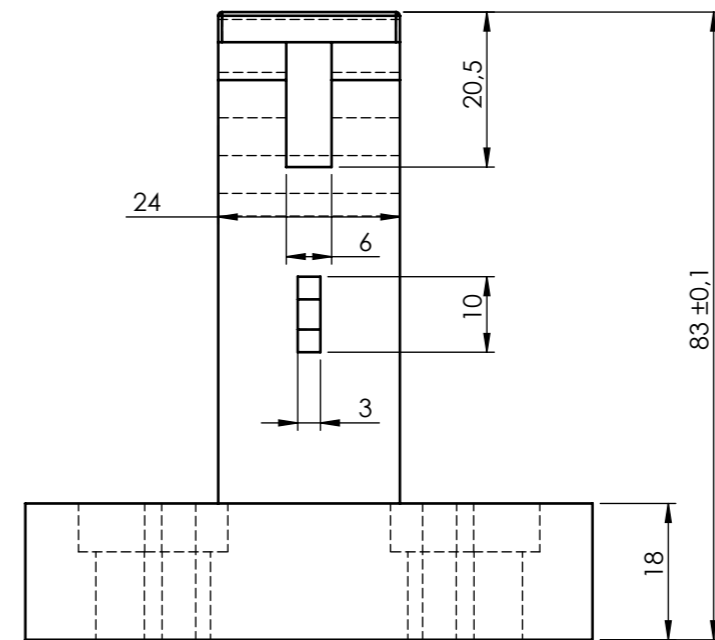
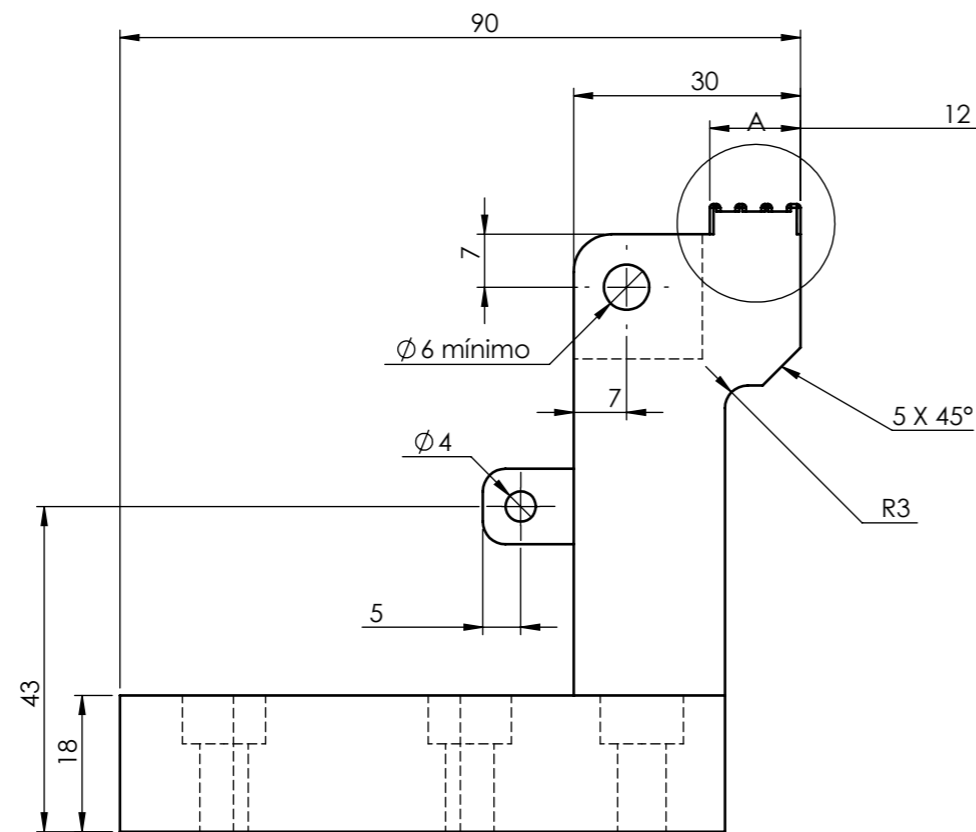
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±0.2		12.4 Kg		ASTM A36	
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:	
DIBUJÓ: 25/05/2019		MARÍA PÉREZ		Placa Principal Tensor	
REVISÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO			
APROBÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO			
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				N.º DE LÁMINA	
				HOJA 4 DE 17	
EDICIÓN:		MODIFICACIÓN:		FECHA:	
				NOMBRE:	
				REGISTRO:	
				SUSTITUCIÓN:	





4	C Ring B27.8M - 3FM1-6			10			Adquirido
4	Perno M6 x 25			9			Adquirido
1	Rodamiento SKF - 60-2.5 - 8,SI,NC,8_68			8			Adquirido
1	Perno Guia Rodamiento		AISI 1020	7		0.00	
1	Resorte			6			Adquirido
1	Perno Guia 01		AISI 1020	5		0.01	
1	Ejecutor Roscado 02		AISI 1020	4		0.03	
1	Cilindro Neumático XCPC 32 x 25			3			
1	Muela 02		ASTM A36	2		0.18	
1	Guia Muela		AISI 1020	1		0.97	
No. de Piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. De Orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso	Observaciones

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.2	3 Kg	Varios	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Ensamblaje Muela	1:2.5
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	REGISTRO:
						HOJA 5 DE 17	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.2	1 Kg	ASTM A36		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Guia Muela		1:1
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO			
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	HOJA 6 DE 17	
						SUSTITUCIÓN:		REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:					

1

2

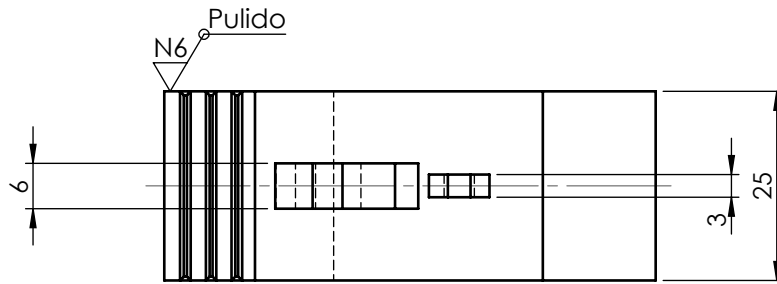
3

4

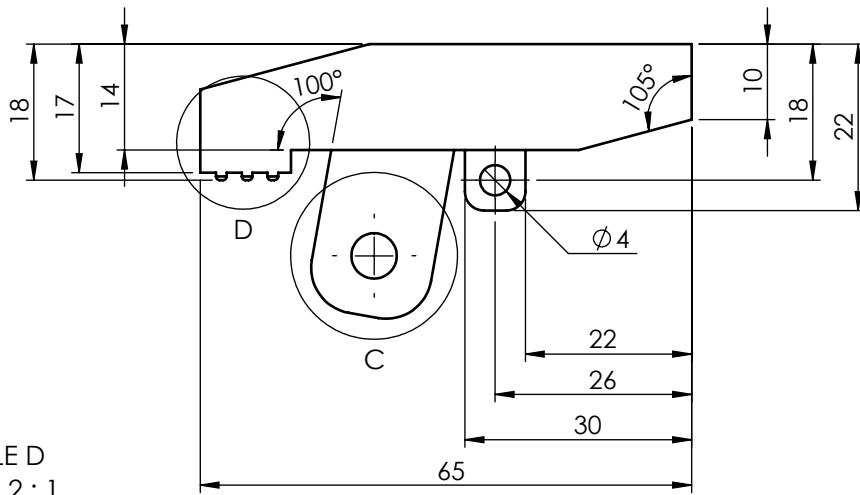
A

N8

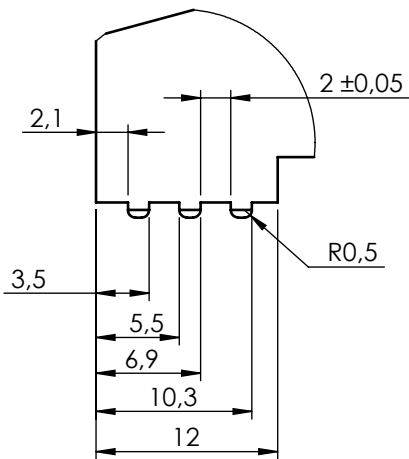
B



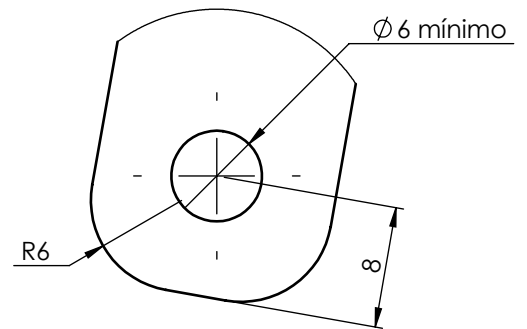
C



DETALLE D
ESCALA 2 : 1



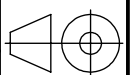
DETALLE C
ESCALA 2 : 1



D

E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 0.2 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Muela 02	
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	ESCALA:
						HOJA 7 DE 17	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:



1

2

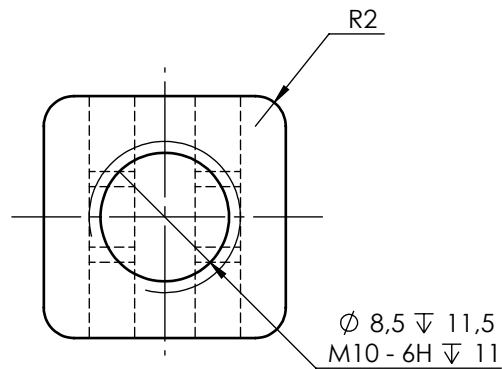
3

4

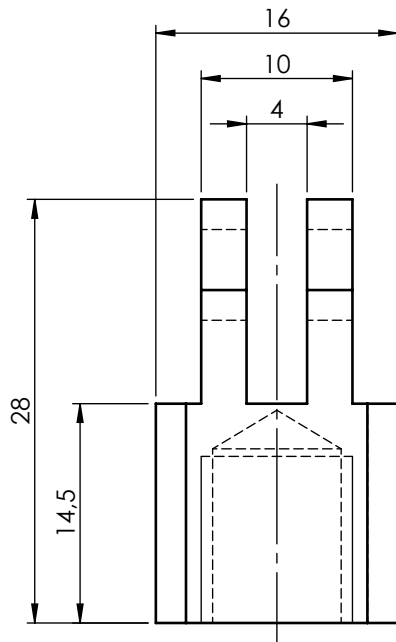
A

N8

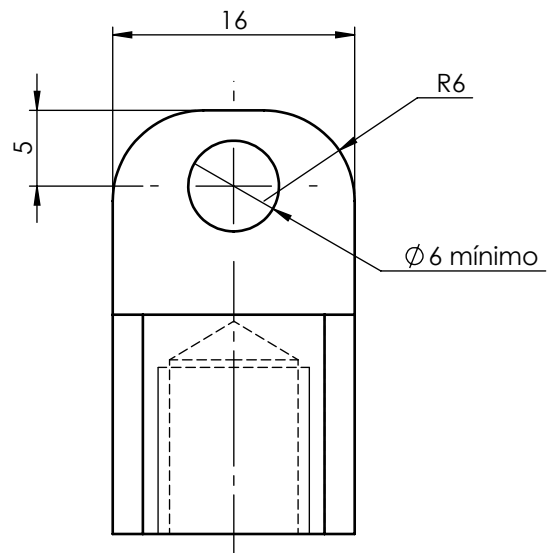
B



C



D



E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 0.03 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
						T\u00cdTULO: Ejecutor Roscado 02	
						ESCALA: 2:1	
						REGISTRO: 	
						N.º DE L\u00c1MINA HOJA 8 DE 17	
						SUSTITUCI\u00d3N:	
EDICI\u00d3N:	MODIFICACI\u00d3N:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.A. INGENIER\u00cdA MEC\u00c1NICA			
				DIBUJ\u00d3:	25/05/2019	MAR\u00cdA P\u00c9REZ	
				REVIS\u00d3:	15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO	
				APROB\u00d3:	15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO	

1

2

3

4

A

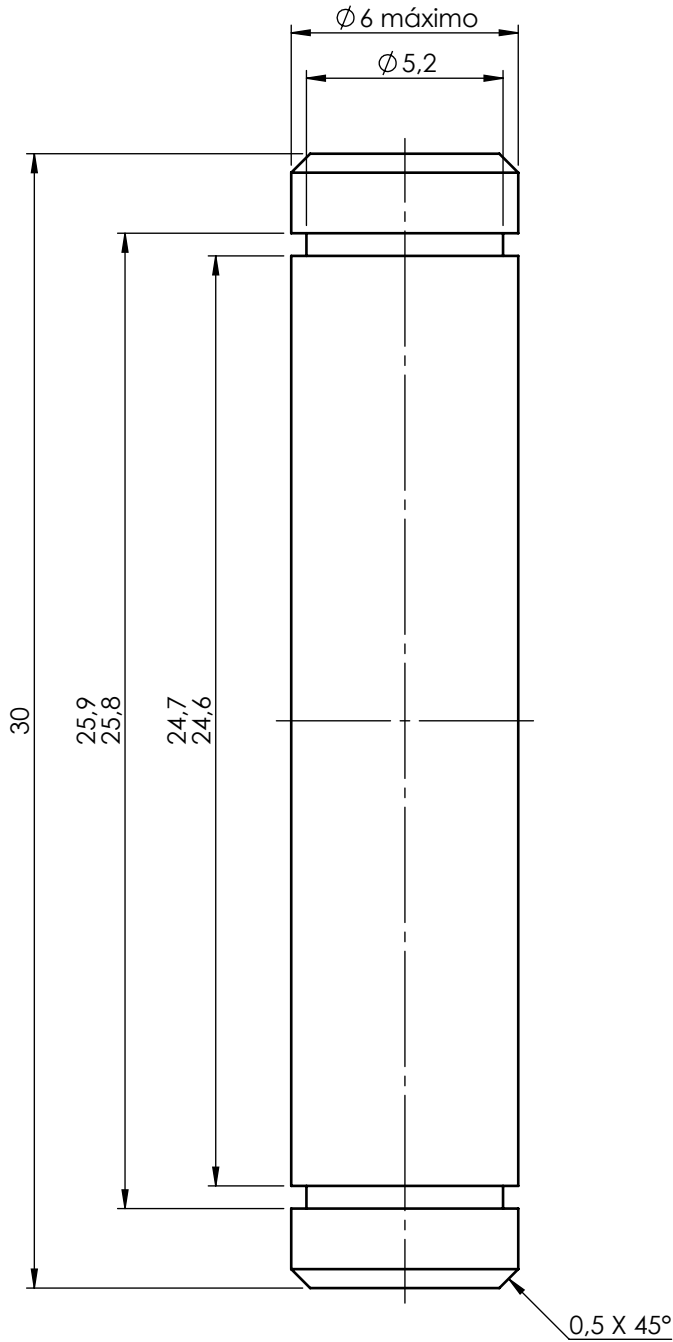
B

C

D

E

N8/



				TOLERANCIA: ±0.1	PESO: 0.01 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
						TÍTULO: Perno Guia 01	ESCALA: 5:1
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ		
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 9 DE 17	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

1

2

3

4

A

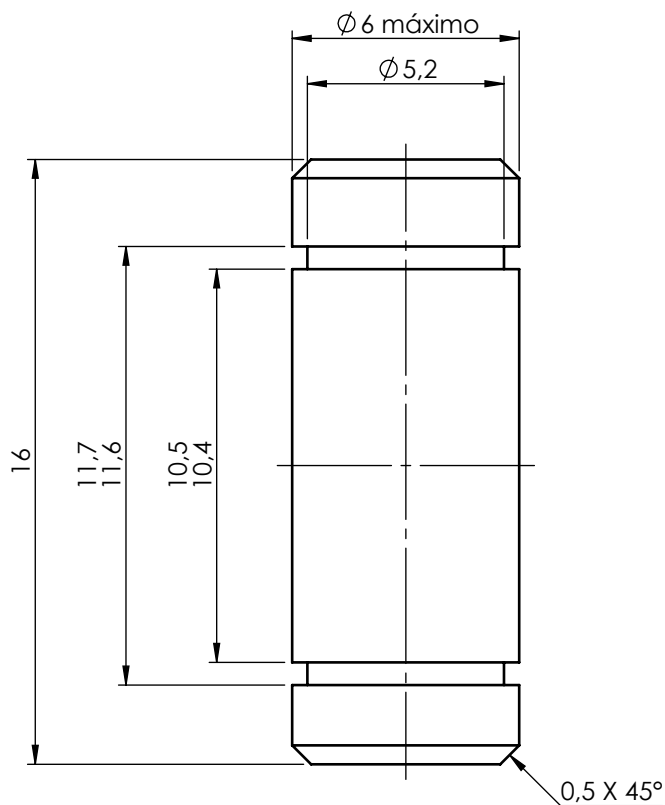
N8/

B

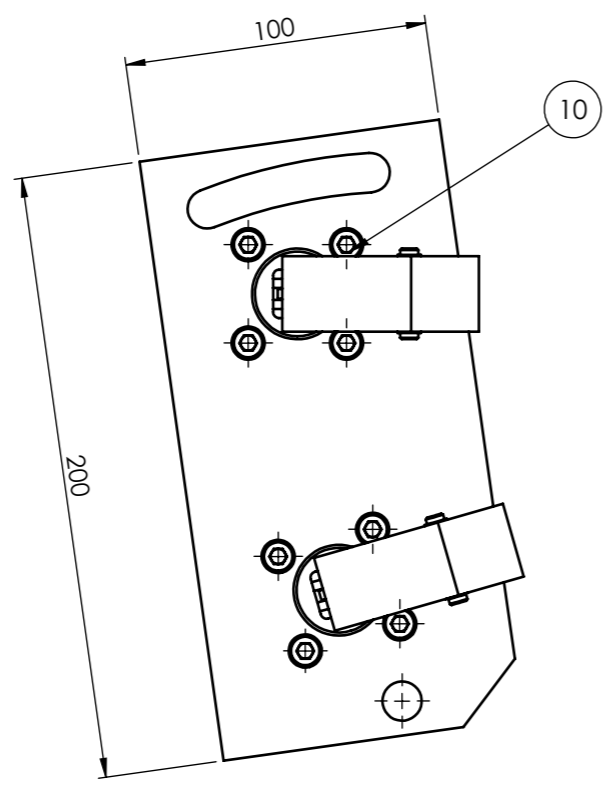
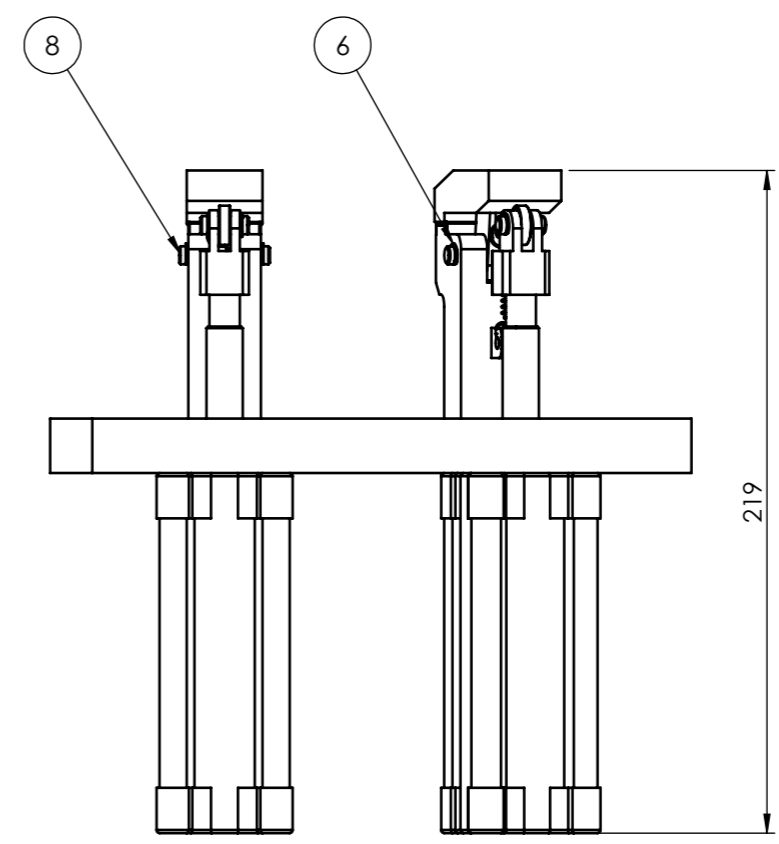
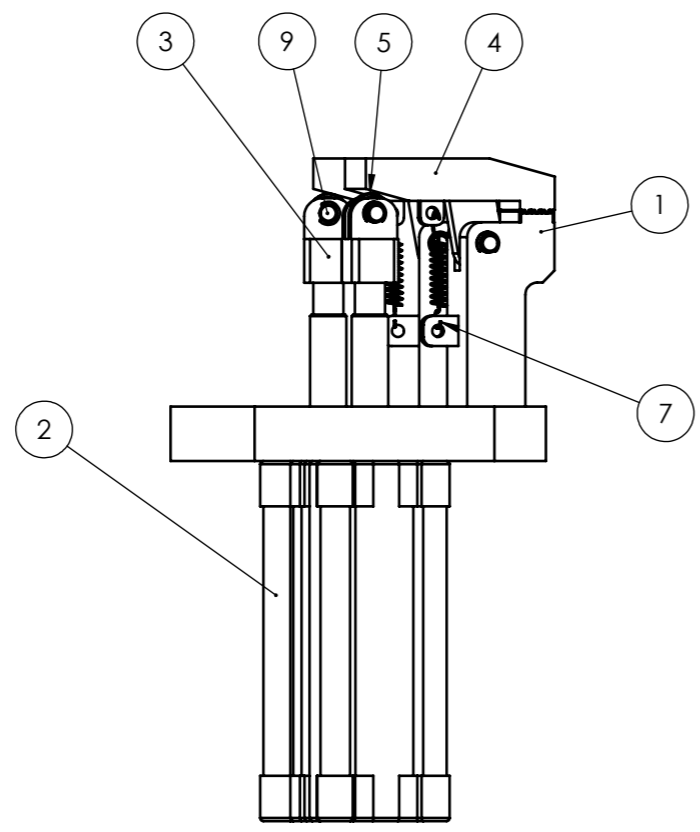
C

D

E

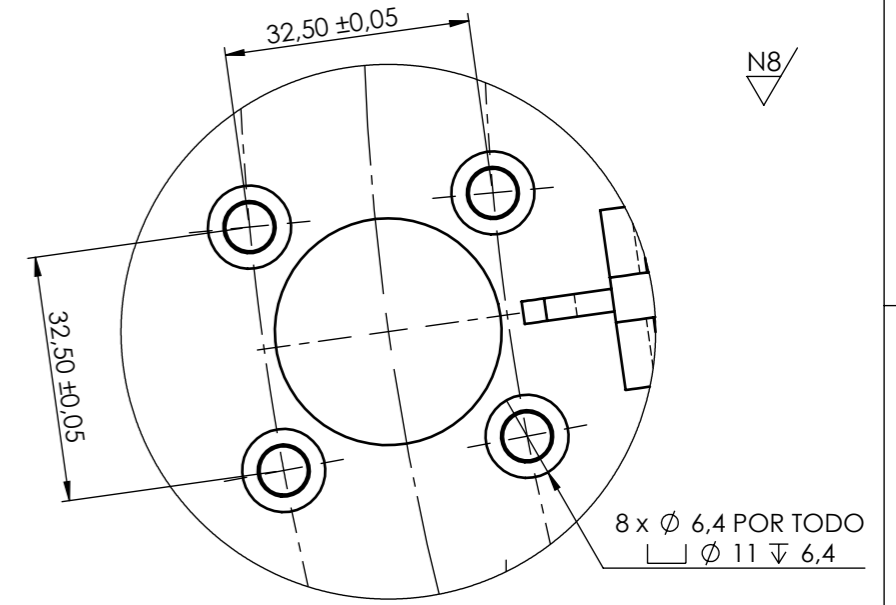
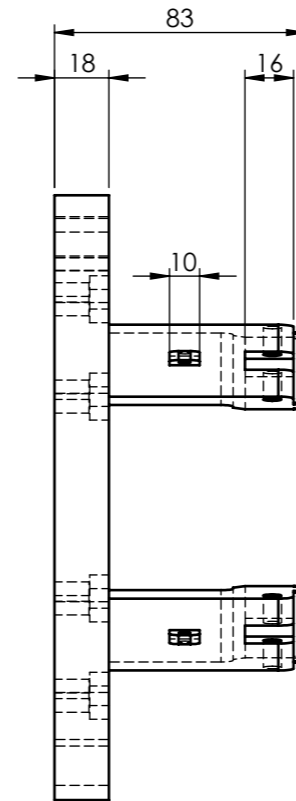
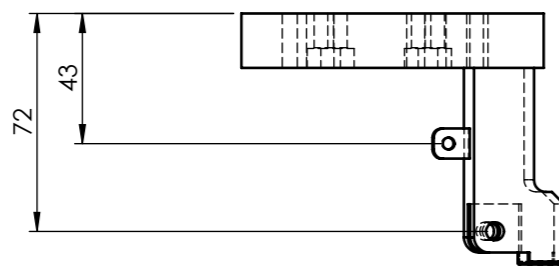
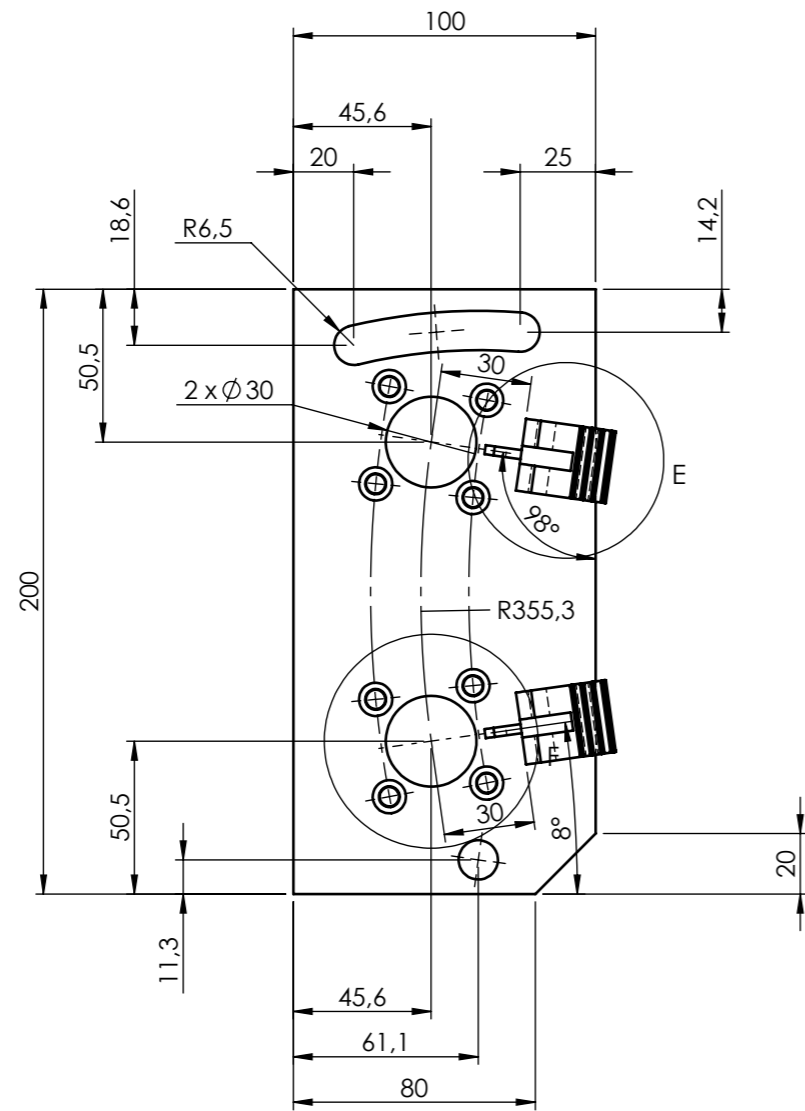


				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 0.01 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
				DIBUJÓ:	25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Perno Guia Rodamiento
				REVISÓ:	15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO	
				APROBÓ:	15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	ESCALA:
						HOJA 10 DE 17	5:1
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:

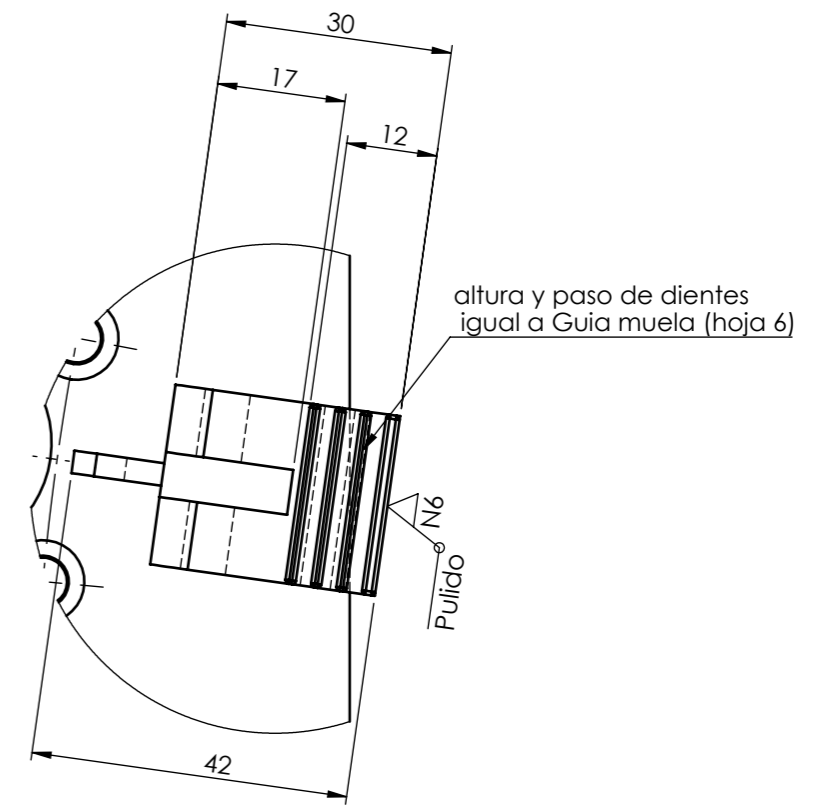


8	Perno M6 x 20		10			Adquirido	
2	Perno Guia Rodamiento	AISI 1020	9		0.00		
2	Perno Guia 01	AISI 1020	8		0.01		
2	Resorte		7			Adquirido	
8	C Ring B27.8M - 3FM1-6		6			Adquirido	
2	Rodamiento SKF - 618-6 - 10.SI.NC.10_68		5			Adquirido	
2	Muela 02	ASTM A36	4		0.18	Adquirido	
2	Ejecutor Roscado 02	AISI 1020	3		0.03		
2	Cilindro Neumático XCPC 32 x 25		2			Adquirido	
1	Guia Muela Doble	AISI 1020	1		2.93		
No. de Piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. De Orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso	Observaciones

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:		
±0.2		4.2 Kg		Varios		
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:		ESCALA:
DIBUJÓ: 25/05/2019		MARÍA PÉREZ		Ensamblaje Muela Doble		1:2.5
REVISÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO		N.º DE LÁMINA		REGISTRO:
APROBÓ: 15/07/2019		ING. CHRISTIAN CASTRO		HOJA 11 DE 17		◀ ⊕
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		

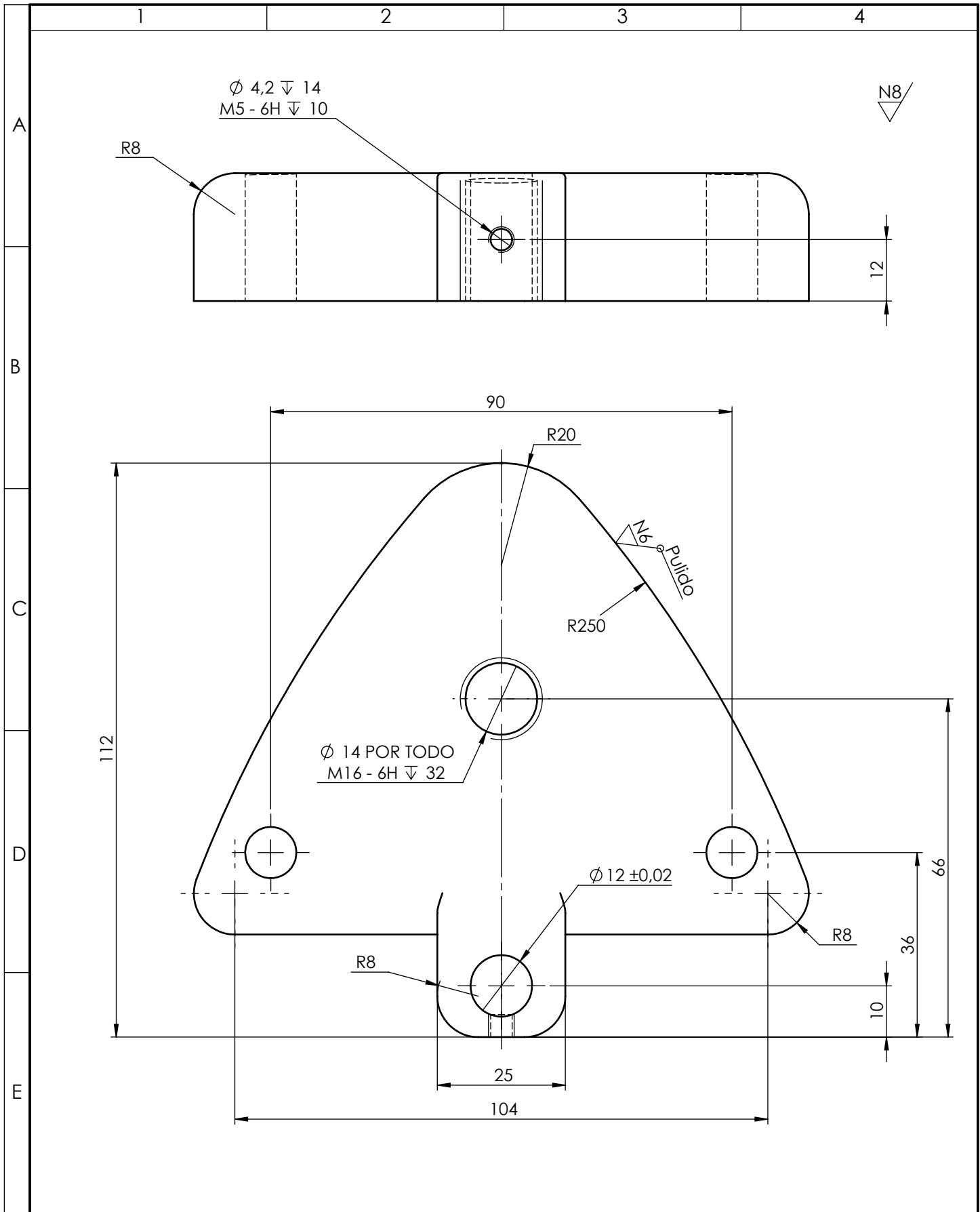


DETALLE F
ESCALA 1 : 1

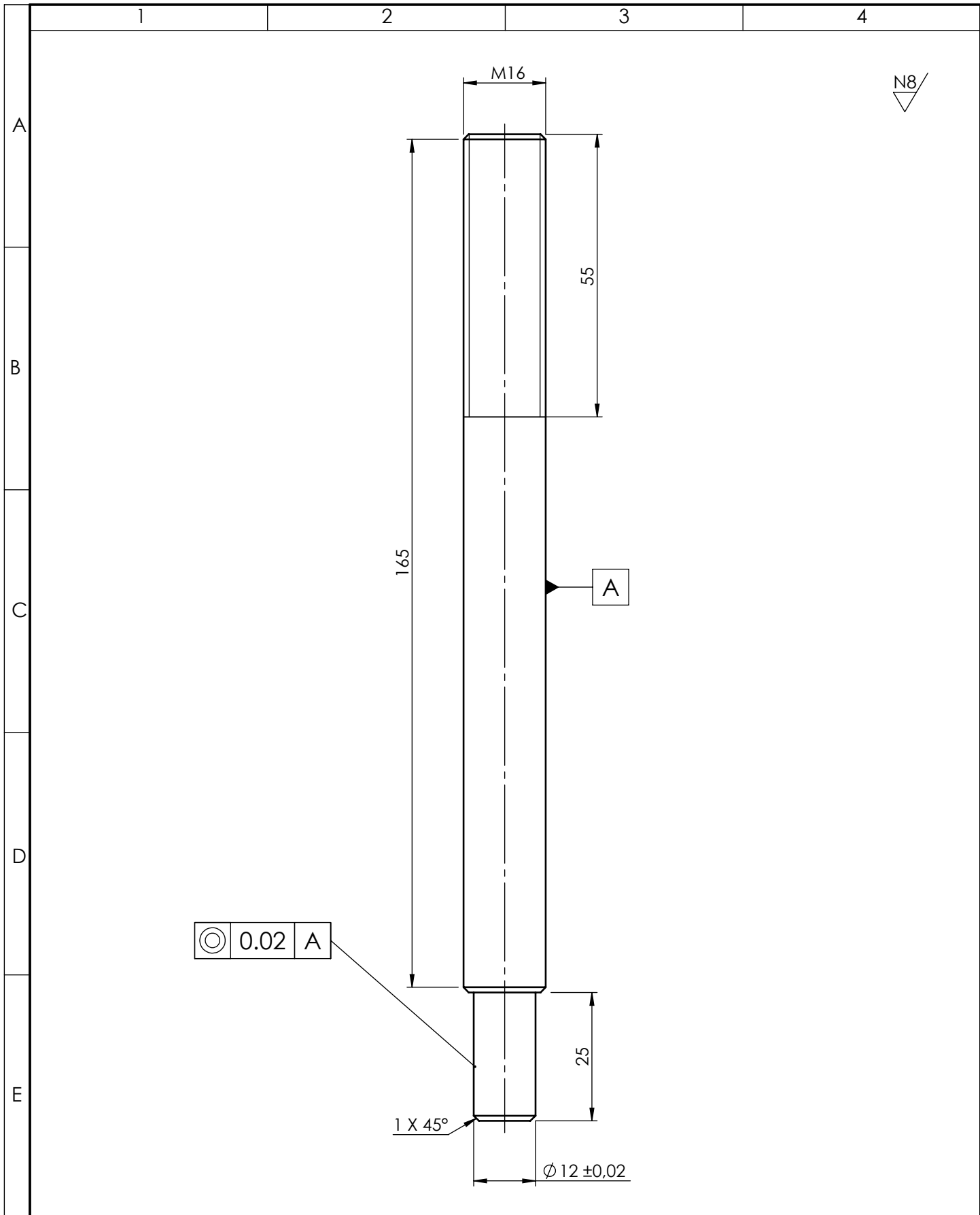


DETALLE E
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.2	3 Kg	ASTM A36	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Guia Muela Doble	
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA	ESCALA:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 12 DE 17	1:2.5
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:		REGISTRO:	



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±0.1	3 Kg	ASTM A36	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ	Actuador Central	1:1
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA	REGISTRO:
						HOJA 13 DE 17	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 0.5 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: Eje Guia Central	ESCALA: 1:1
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ		
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO	REGISTRO: 	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 14 DE 17	SUSTITUCIÓN:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:				

1

2

3

4

N8

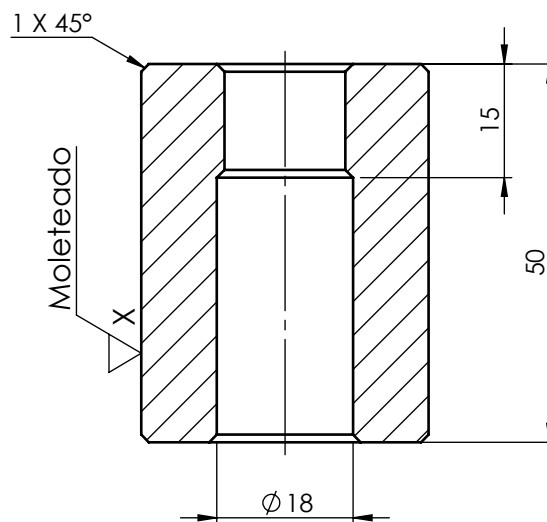
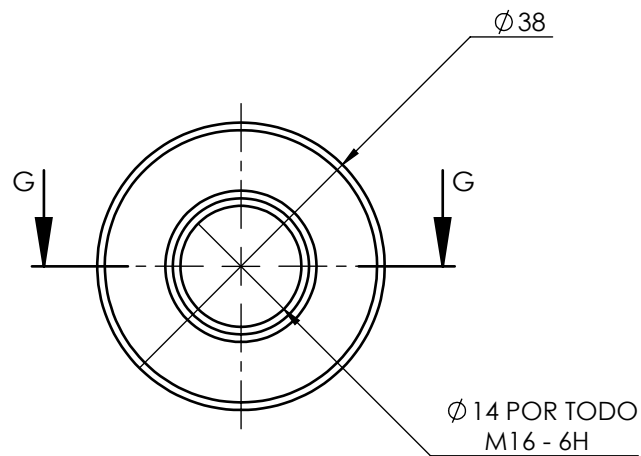
A

B

C

D

E



SECCIÓN G-G

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 0.45 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
						TÍTULO: Tuerca Regulación	ESCALA: 1:1
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ		
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 15 DE 17	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

1

2

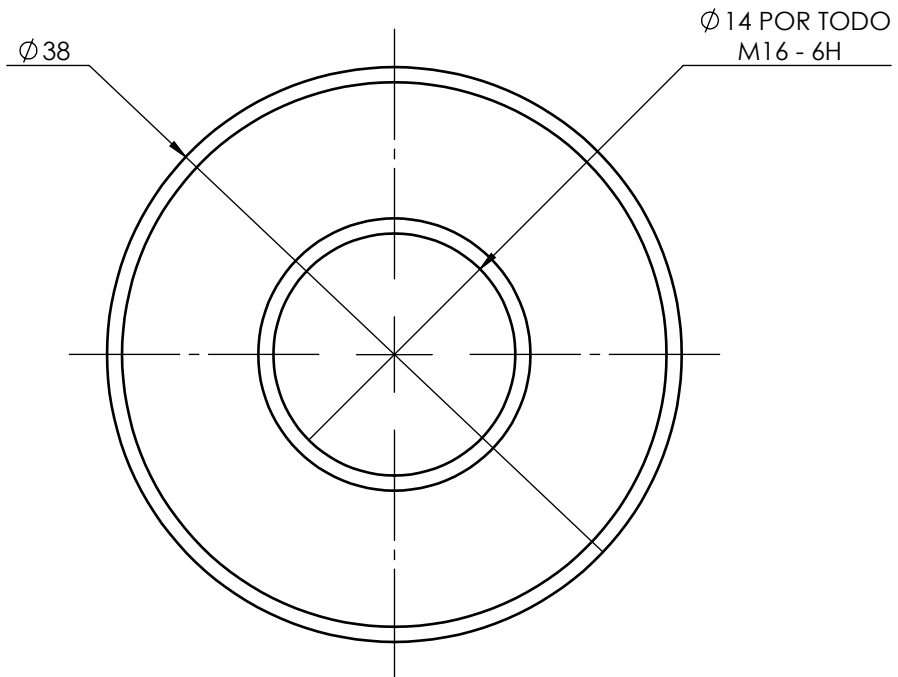
3

4

A

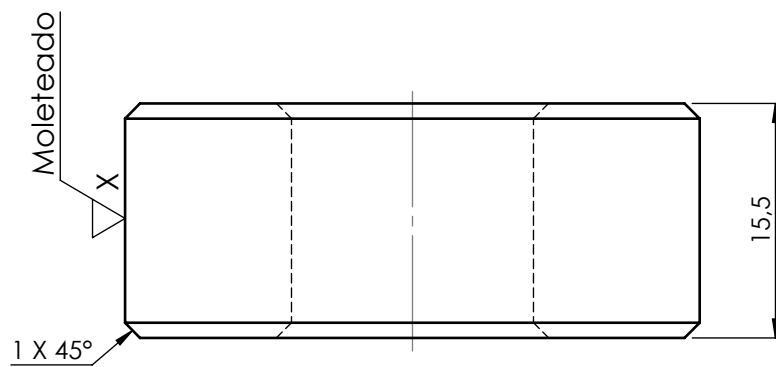
N8/

B



C

D



E

				TOLERANCIA: ±0.1	PESO: 0.2 Kg	MATERIAL: AISI 1020	
						TÍTULO: Contratuerca Reg	ESCALA: 2:1
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ		
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 16 DE 17	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

1

2

3

4

N8/

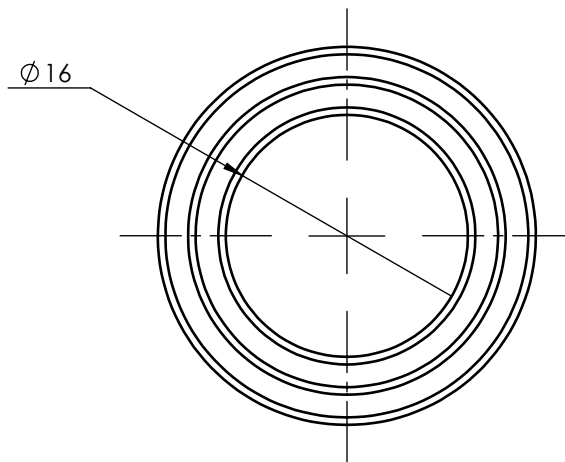
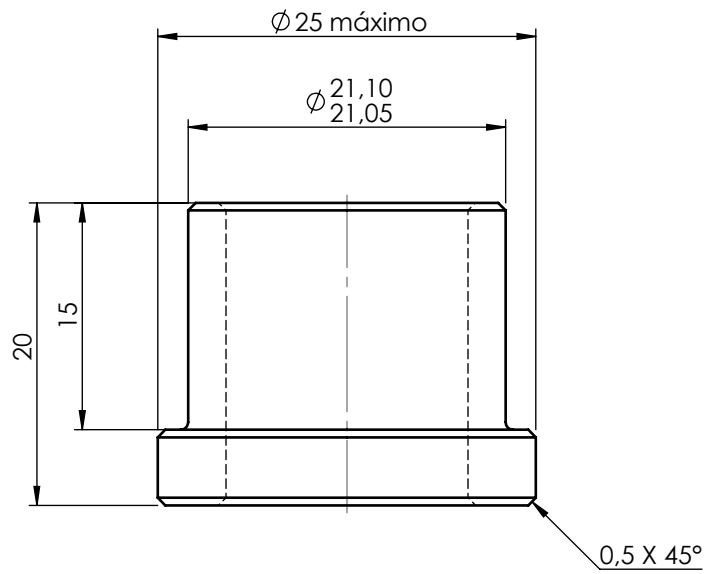
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ±0.1	PESO: 0.1 Kg	MATERIAL: Bronce	
						TÍTULO: Bocin	ESCALA: 2:1
				DIBUJÓ: 25/05/2019	MARÍA PÉREZ		
				REVISÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				APROBÓ: 15/07/2019	ING. CHRISTIAN CASTRO		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA HOJA 17 DE 17	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

