

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION “CEPI”

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
MECA-ELECTRÓNICAS**

INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



GRADUACIÓN MODALIDAD DIPLOMADO

**“DISEÑO DE UNA TROQUELADORA DE CUERO PARA UNA
FÁBRICA DE GUANTES DE SEGURIDAD TIPO CABRITILLA EN LA
CIUDAD DE SUCRE- BOLIVIA”**

POSTULANTE: Ignacio González Albis

“Trabajo presentado para obtener el título de licenciado en ingeniería Electromecánica, otorgado por la Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca”.

SUCRE - BOLIVIA

2024

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ignacio González Albis, autorizo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, para que haga uso de esta Monografía en opción al Diplomado en Diseño Mecánico Industrial, como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación. Cedo los derechos de mi Monografía, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Sucre, abril de 2024

IGNACIO GONZALEZ ALBIS

C.I.: 8463892 LP

AGRADECIMIENTO

 Mi más sincero agradecimiento al Ingeniero y querido amigo Marcelo Echeverría por el apoyo brindado en el proceso esta monografía, sin él no sería ni la mitad de lo que es ahora.

 Y a cada uno de aquellos docentes y flamantes profesionales que ejercen su función con amor y mucha dedicación desde lo más profundo de su ser, iluminándonos con toda su sabiduría y conocimientos.

Ignacio González Albis

DEDICATORIA

A mis queridos padres, María del Carmen y Mario y toda mi familia por acompañarme en esta etapa de mi vida, por su apoyo constante para concluir mi carrera, también por la formación, paciencia, aliento y apoyo incondicional en estos años de mis estudios.

A mis amigos y colegas de la Planta Solar de Uyuni y ENDE Tarija, por ser mis mentores y guías en los últimos días de mi carrera.

A mis queridos hermanos DeMolay por ayudarme a forjar todos los valores que me hicieron una persona de bien y llena de valores.

Ignacio González Albis

ÍNDICE TEMÁTICO

| | |
|--|------|
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR | i |
| AGRADECIMIENTO..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| RESUMEN | viii |
| CAPITULO I | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN GENERAL..... | 1 |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | 2 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.2.1. Formulación del problema..... | 4 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| 1.3.1. Justificación técnica | 4 |
| 1.3.2. Justificación económica | 5 |
| 1.3.3. Justificación social..... | 6 |
| 1.4. METODOLOGÍA | 6 |
| 1.4.1. Métodos | 6 |
| 1.4.1.1. Métodos teóricos | 7 |
| 1.4.1.2. Métodos empíricos | 9 |
| 1.4.1.2.1. Muestreo | 9 |
| 1.4.1.2.2. Población y muestra | 10 |
| 1.4.1.2.3. Enfoque de la investigación | 11 |
| 1.4.1.2.4. Tipo de investigación..... | 11 |
| 1.4.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS | 12 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.5.1. Objetivo general | 14 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 14 |
| CAPITULO II | 15 |
| 2. DESARROLLO | 15 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1. | MARCO CONTEXTUAL..... | 15 |
| 2.1.1. | Industria del cuero en bolivia..... | 15 |
| 2.1.2. | Equipos de protección personal en bolivia | 17 |
| 2.1.3. | Macro-micro localización..... | 18 |
| 2.2. | MARCO TEÓRICO | 19 |
| 2.2.1. | Troquelado..... | 19 |
| 2.2.2. | La troqueladora..... | 20 |
| 2.2.3. | Tipos de troqueladoras..... | 20 |
| 2.2.4. | Comparación de troqueladoras | 21 |
| 2.2.5. | Partes de una troqueladora..... | 22 |
| 2.2.6. | Principios fisicos..... | 23 |
| 2.3. | INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS | 25 |
| 2.4. | DIAGNÓSTICO..... | 27 |
| 2.5. | PROPUESTA DE DISEÑO | 30 |
| 2.6. | CONSIDERACIONES DE DISEÑO..... | 31 |
| 2.6.1. | Parámetros de diseño | 32 |
| 2.6.2. | Fuerza de corte del cuero..... | 35 |
| 2.6.3. | Pieza a troquelar | 36 |
| 2.6.4. | Selección y características del troquel..... | 38 |
| 2.6.5. | Configuración y dimensiones de la tira | 39 |
| 2.6.6. | Materiales a ser usados | 41 |
| 2.6.6.1. | Material del troquel..... | 41 |
| 2.6.6.2. | Material de la troqueladora..... | 42 |
| 2.6.7. | Sistema hidráulico | 43 |
| 2.6.8. | Selección de motobomba..... | 43 |
| 2.6.9. | Selección del aceite hidráulico | 44 |
| 2.6.10. | Selección de mangueras hidráulicas | 45 |
| 2.6.11. | Cilindro hidráulico..... | 46 |
| 2.6.12. | Análisis económico..... | 47 |

| | |
|---|----|
| CAPITULO III | 48 |
| 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 48 |
| 3.1. CONCLUSIONES | 48 |
| 3.2. RECOMENDACIONES | 49 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| ANEXOS | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2- 1: Mapa de ubicación de Sucre | 18 |
| Figura 2- 2: Troqueladora hidráulica para corte de cuero..... | 20 |
| Figura 2- 3: Comparación de diferentes tipos de troqueladoras | 21 |
| Figura 2- 4: Partes de una Troqueladora..... | 23 |
| Figura 2- 5: Corte de materiales bajo presión de una troqueladora | 24 |
| Figura 2- 6: Diversos usos del cuero..... | 27 |
| Figura 2- 7: Cartera crediticia departamental del complejo productivo del cuero | 28 |
| Figura 2- 8: Participación de las actividades económicas en el PIB..... | 28 |
| Figura 2- 9: Troqueladora Propuesta | 31 |
| Figura 2- 10: Diferentes tipos de cuchillas fabricadas..... | 33 |
| Figura 2- 11: Troqueladora antes de una limpieza..... | 34 |
| Figura 2- 12: Troqueladora después de una limpieza | 34 |
| Figura 2- 13: Ensayos para calcular la fuerza de corte del cuero | 35 |
| Figura 2- 14: Modelos principales de Guantes de Seguridad | 36 |
| Figura 2- 15: Dimensiones para el diseño del dorso del guante con pulgar incrustado..... | 37 |
| Figura 2- 16: Dimensiones generales y longitudes estructurales de la mano | 37 |
| Figura 2- 17: Dorso del guante con Pulgar Incrustado a fabricar | 38 |
| Figura 2- 18: Troquel Simple..... | 38 |
| Figura 2- 19: Cuatro clasificaciones de las periferias de piezas para tolerancias permitidas. | 39 |

| | |
|---|----|
| Figura 2- 20: Dimensiones a considerar dentro de la tira | 40 |
| Figura 2- 21: Dimensiones de la tira en mm. | 41 |
| Figura 2- 22: Propiedades del acero ASTM A569..... | 42 |
| Figura 2- 23: Propiedades del acero SAE 1020 | 42 |
| Figura 2- 24: Motobomba DOSTEC 40..... | 44 |
| Figura 2- 25: Mangueras Hidráulicas STFLEXO | 45 |
| Figura 2- 26: Cilindro doble efecto Cicrosa | 46 |

RESUMEN

El estudio y desarrollo de la presente monografía, es una investigación para el "Diseño de una Troqueladora de Cuero para una Fábrica de Guantes de Seguridad en la Ciudad de Sucre, Bolivia" presenta un análisis detallado de las consideraciones técnicas y funcionales las cuales deben ser tomadas en el diseño de una troqueladora de cuero que esté totalmente adaptada para las necesidades de una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia.

En esta investigación, se ha destacado la importancia de la precisión al momento de realizar el corte dentro del troquelado para que así se pueda garantizar una elevada calidad y consistencia de los guantes de seguridad producidos. Se profundizarán en varios puntos referidos al diseño y diferentes aspectos referidos a los guantes de seguridad y se analizará la flexibilidad en el diseño para adaptarse a diferentes tipos de diseños de guantes.

Además, se realizará una propuesta de diseño que facilite el mantenimiento y fácil acceso a piezas claves de la troqueladora para garantizar así un funcionamiento óptimo y duradero de la troqueladora a lo largo del tiempo. Todo esto, bajo el marco normativo y de estándares aplicables en materia de seguridad, asegurando el cumplimiento normativo de la troqueladora.

En conclusión, esta monografía ofrece una visión integral y detallada de las consideraciones de diseño esenciales para el desarrollo de una troqueladora de cuero eficiente, segura y de alta calidad, aportando a la economía local y competitividad de la fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia, el mercado nacional e internacional.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El troquelado es un proceso mecánico que es frecuentemente usado en la industria metalmeccánica. Se emplea para cortar, plegar y hacer orificios en diferentes tipos de materiales, como ser en superficies de metal y de plástico. Este proceso se realiza empleando máquinas llamadas troqueladoras, las cuales están compuestas por una prensa y un elemento de corte llamado troquel.

La prensa es la encargada de suministrar la presión necesaria para que el elemento de corte (troquel), conformado por un punzón y una matriz, también llamado “macho” y “hembra”. Cuando el troquel ejerce presión sobre el material, supera su límite elástico y actúa como fuerza para transformarlo, bien sea para cortar, doblar o conformar una forma previamente definida. (29)

La presente monografía, trata de abordar el diseño de una troqueladora para guantes de cuero, que esté adaptada al área de seguridad ubicada en la ciudad de Sucre, Bolivia. Ésta es una ciudad que demanda soluciones innovadoras y eficientes para competir en el mercado nacional y así fortalecer el sector industrial. El diseño de una troqueladora de cuero para guantes de seguridad se basa en un análisis minucioso de los procesos de producción, al igual que la identificación de las características técnicas esenciales para garantizar un rendimiento óptimo y una mayor eficiencia en la producción de guantes de seguridad. Además, se consideran aspectos importantes como la seguridad laboral.

A lo largo de esta monografía, se presentarán los fundamentos teóricos para el diseño de troqueladoras de cuero, se describirán los pasos que se deben seguir dentro del proceso del diseño, los resultados que se obtengan y las posibles mejoras que se puedan hacer en él diseño. En resumen, esta monografía se centra en fortalecer la diversificación de la industria del cuero en Sucre, en un intento de dar nuevas opciones de innovación tecnológica y proveer una nueva fuente de ingresos a nuestra ciudad.

1.1. ANTECEDENTES

Históricamente la industria del cuero en Bolivia ha sido un pilar muy importante dentro del desarrollo económico y cultural. Para Bolivia, la actividad económica en textiles, prendas de vestir y productos del cuero durante el 2016 alcanzó un valor de 221,7 millones de dólares en la economía nacional, enfocándose su actividad productiva-comercial principalmente dentro el eje troncal del país. (16)

Varios investigadores han realizado estudios sobre el diseño de troqueles para distintos artículos. Debido al complejo diseño, estos estudios se han centrado en el diseño de los troqueles. Un ejemplo de esto es la tesis de Álvaro Buitron Ortiz, titulada “Diseño y construcción de un troquel simple de embutido para la implementación del laboratorio de S.A.B.”, presentada en 2015. Este trabajo se enfoca en el diseño y la manufactura de un troquel con fines educativos.

Por otra parte, en lo que respecta a los procesos de corte del cuero dentro de nuestra región, se tiene como ejemplo el proyecto de Michelle Vargas Rojas, titulado “Diseño de una troqueladora para cortar y grabar cuero vacuno en la industria artesanal” presentada el año 2017, en la cual se presenta una propuesta de diseño para una máquina que corte y grave en el cuero vacuno, con la tentativa de una posible aplicación a futuro en el proceso de manufactura en una microempresa.

Uno de los aportes más recientes que se tiene en el diseño de una máquina troqueladora en nuestro país, es la que plantea el proyecto de grado de Joaquin Condori Paco, elaborado el año 2018, denominado “Diseño de una máquina troqueladora para la fabricación de recipientes en base a lámina metálica de acero inoxidable”, en el cual se busca diseñar una máquina que pueda realizar dichos recipientes, a base de cálculos de diseño mecánico y simulaciones en CAD.

Es así que la presente monografía busca abordar el diseño de una troqueladora de cuero diseñada para una fábrica de guantes de seguridad, buscando satisfacer las necesidades de la fábrica en cuestión y sentar las bases para el desarrollo de la industria del cuero en Sucre, promoviendo la innovación y el crecimiento económico en la región.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria del cuero a nivel internacional depende en gran medida de la eficiencia y sostenibilidad de sus procesos de producción. La demanda global de productos de cuero de alta calidad y la presión por mantener prácticas ambientalmente responsables han llevado a la necesidad de innovar en procesos de manufactura que sean tanto eficientes como sostenibles. (4) Este escenario requiere que las fábricas adopten tecnologías de fabricación avanzadas, como el de troqueladoras de cuero de alta precisión, para seguir siendo competitivas. La resistencia al cambio y la insistencia en los métodos tradicionales pueden provocar una disminución de participación de mercado y una imagen corporativa obsoleta.

La inversión en tecnología de automatización tiende a ser el último elemento las empresas manufactureras de cuero, debido a que este sector a nivel mundial en su mayoría está compuesto por empresas de mediano o pequeño tamaño. (12)

En Bolivia, los procesos de fabricación ineficientes debido al uso de maquinaria obsoleta pueden dar lugar a productos con plazos de entrega prolongados. Esto tiene un impacto en la capacidad de las empresas para satisfacer las demandas del mercado y mantener la lealtad de los clientes.

La industria del cuero en la región Sucre enfrenta importantes desafíos económicos que impactan directamente la producción y competitividad de la industria local. Uno de los principales problemas es la competencia de los productos importados, especialmente de países con producción masiva y costos más bajos. (32) Esto genera una presión constante sobre los precios y los márgenes de beneficio de los productores locales.

Además, la sobreproducción en el mercado internacional y la disminución de la demanda en mercados clave han provocado una caída de los precios del cuero, lo que ha tenido un impacto negativo en la industria local. Las fábricas deben abordar este cambio constante de precios en el mercado mientras mantienen la calidad y la sostenibilidad de sus productos.

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo optimizar el proceso de fabricación de guantes de seguridad industrial cumpliendo con estándares de calidad nacionales e internacionales que pueda competir con los productos importados?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia, no solo responde a una necesidad específica de la industria local, sino que también representa una contribución significativa al sector industrial del cuero en la región. Esta monografía busca aplicar los conocimientos adquiridos durante el diplomado para desarrollar un diseño mecánico que impulse el desarrollo tecnológico de las industrias locales. Al abordar este desafío, se pretende ofrecer una solución eficaz y sostenible que promueva el crecimiento económico en Sucre, demostrando así el potencial de la innovación tecnológica para mejorar la competitividad y eficiencia de las empresas locales.

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La troqueladora de cuero desempeña un papel crucial en la optimización de los procesos de corte de materiales para la fabricación de guantes de seguridad. Diseñar una troqueladora que cumpla con las necesidades específicas de una fábrica en Sucre permite implementar características y funciones que aseguren un corte más preciso y uniforme, mejorando así la productividad y eficiencia en la línea de producción. Cada fábrica tiene sus propias necesidades en cuanto a materiales, tamaños de productos y volúmenes de producción. Por lo tanto, un diseño personalizado para la fábrica de guantes de seguridad en Sucre puede incorporar ajustes específicos que se adapten a sus características únicas, garantizando un rendimiento óptimo. Además, el diseño de esta troqueladora ofrece la oportunidad de incluir tecnología avanzada y moderna que mejoren el rendimiento y la calidad del proceso de corte. Esto proporciona a la fábrica una ventaja competitiva en el mercado. Es fundamental que la troqueladora cumpla con las normativas y

estándares de calidad y seguridad de la industria del cuero y la fabricación de equipos de protección personal, incorporando características y dispositivos de seguridad adecuados para crear un entorno de trabajo seguro y minimizar los riesgos de accidentes y lesiones laborales.

La fundamentación técnica de esta monografía se centra en la necesidad de optimizar los procesos de corte, personalizar la maquinaria según las necesidades específicas de la fábrica y cumplir con las normativas de calidad y seguridad. Todo esto con el objetivo de lograr una alta eficiencia y calidad en la producción de guantes de seguridad, contribuyendo al desarrollo económico y social de la región.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La implementación de una troqueladora diseñada específicamente para una fábrica de guantes de seguridad en Sucre puede reducir significativamente los costos de producción al optimizar los procesos de corte, reduciendo desperdicios y minimizando el tiempo de producción. Esto mejora la eficiencia y productividad, permitiendo un corte más preciso y rápido sin comprometer la calidad, lo que aumenta los ingresos de la fábrica.

Además, una troqueladora personalizada puede mejorar la calidad de los guantes, reduciendo defectos y aumentando la satisfacción del cliente, lo que mejora la reputación en el mercado. La inversión en una troqueladora específica ofrece una ventaja competitiva, permitiendo a la fábrica competir mejor en el mercado nacional e internacional.

Aunque la inversión inicial puede ser alta, los beneficios económicos a largo plazo, como mayor eficiencia, productividad y calidad, permiten recuperar la inversión rápidamente y generar mayores ganancias. Esta investigación se enfoca en reducir costos, aumentar eficiencia y productividad, mejorar la calidad y competitividad, contribuyendo al crecimiento económico sostenible de la fábrica y la industria del cuero en la región.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La implementación de una troqueladora de cuero en una fábrica de guantes de seguridad en Sucre puede generar empleo para la comunidad local, mejorando la calidad de vida de los trabajadores y contribuyendo al desarrollo económico y social de la región. Diseñar una troqueladora que considere la seguridad laboral puede crear un entorno de trabajo más seguro y saludable, aumentando la satisfacción y bienestar de los empleados.

Además, producir guantes de seguridad confiables y accesibles es crucial para sectores como la construcción, la industria y la agricultura, donde la calidad de los equipos de protección personal es vital para la seguridad de los trabajadores. Una troqueladora eficiente y sostenible también puede reducir el impacto ambiental al minimizar el desperdicio de materiales y promover el uso responsable de los recursos naturales, apoyando los esfuerzos para combatir el cambio climático y proteger el medio ambiente.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia, será en base a los métodos y las técnicas e instrumentos que se detallan a continuación:

1.4.1. MÉTODOS

Para elaborar el presente diseño de una troqueladora, se emplearán los siguientes métodos, que proporcionen un enfoque sistemático y estructurado para el diseño de la troqueladora de cuero, desde la recopilación de información inicial hasta las posibles mejoras al diseño:

1.4.1.1. MÉTODOS TEÓRICOS

Esta monografía analiza el diseño de una troqueladora de cuero para la producción de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia. La metodología teórica se centra en el análisis de los principios de diseño mecánico, las propiedades del material de la piel que se usa en guantes de seguridad de cabritilla y la normativa de seguridad y salud en el trabajo aplicable:

- **Histórico Lógico:**

El método histórico lógico es un enfoque teórico que se utiliza para analizar y comprender fenómenos y procesos a lo largo del tiempo. En este método es importante comprender cómo los fenómenos han evolucionado a lo largo del tiempo y cuáles son los principios que los guían.

Dentro de esta investigación, este método permitirá el estudio de la evolución de las troqueladoras de cuero, desde las primeras herramientas manuales hasta las máquinas modernas automatizadas. Así como el cambio de las necesidades de producción de guantes de seguridad y cómo la tecnología ha respondido a estas demandas en el contexto internacional y local.

- **Análisis-Síntesis:**

El método de análisis-síntesis es una técnica de investigación que implica descomponer un objeto de estudio en sus partes para examinarlas individualmente (análisis) y luego integrar estas partes para comprender el objeto en su totalidad (síntesis). Este método permite identificar y entender los componentes y su interacción dentro de un sistema más amplio.

Dentro de esta investigación, este método permitirá estudiar los distintos componentes que conforman una troqueladora de cuero, al igual que las necesidades específicas de producción de guantes de seguridad tipo cabritilla, para integrar los conocimientos adquiridos y

así diseñar una troqueladora que responda eficazmente a las necesidades identificadas.

- **Inductivo-deductivo:**

El método inductivo-deductivo es una combinación de dos enfoques lógicos: el inductivo, que parte de observaciones específicas para llegar a generalizaciones, y el deductivo, que utiliza principios generales para llegar a conclusiones específicas. Este método permite tanto la generación de nuevas teorías como la comprobación de teorías existentes.

Dentro de esta investigación, este método permitirá observar de forma detallada las troqueladoras existentes y su funcionamiento en la producción de guantes de seguridad. Se identificarían patrones y problemas comunes que podrían mejorar con un nuevo diseño para analizar cómo éste podría resolver los problemas identificados y mejorar la eficiencia y calidad de la producción.

Se utilizarían los principios generales del diseño de maquinaria y las necesidades específicas de la fábrica para desarrollar un diseño conceptual de la troqueladora. Luego, se deducirían las implicaciones prácticas de este diseño y cómo se integraría en el proceso de producción existente.

- **Método Sistemático:**

El método sistemático es un enfoque de investigación que busca comprender y analizar un fenómeno dentro del contexto de un sistema más amplio. Se centra en identificar y entender cómo las diferentes partes de un sistema se relacionan entre sí y cómo estas relaciones afectan al funcionamiento general del sistema.

Dentro de esta investigación, este método permitirá definir el sistema de producción de guantes de seguridad tipo cabritilla, incluyendo todos los elementos involucrados, desde la materia prima hasta el producto final. Por otra parte, examinará cómo cada componente del sistema (materiales, mano de obra, tecnología, etc.) interactúa con

los demás y cómo estas interacciones pueden optimizarse para mejorar la eficiencia y calidad del proceso de producción, con el fin de realizar un diseño de troqueladora que no solo atienda a las necesidades individuales de cada parte del sistema, sino que también mejore el rendimiento del sistema de producción en su conjunto.

La metodología teórica propuesta permitirá desarrollar un diseño de máquina troqueladora eficiente, segura y adecuada para el procesamiento de cuero, contribuyendo así a mejorar la producción de guantes de protección en nuestro país.

1.4.1.2. MÉTODOS EMPÍRICOS

Los métodos empíricos de esta monografía se centran en el proceso de diseño y prueba de una máquina troqueladora de cuero para la producción de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia. Los métodos usados estarán centrados en la recopilación de datos, pruebas de campo y análisis estadístico para validar el diseño propuesto:

1.4.1.2.1. MUESTREO

El muestreo es un proceso utilizado en la investigación para seleccionar un grupo representativo de sujetos o elementos de una población más grande. Esto permite a los investigadores estudiar y analizar este subconjunto para hacer inferencias sobre toda la población.

Para desarrollar esta investigación se optó por un enfoque cualitativo, centrándose en el estudio de casos específicos en la industria de guantes de protección infantil en Sucre, Bolivia. El muestreo está diseñado para obtener una comprensión profunda de los requisitos operativos y los desafíos técnicos que enfrentan las fábricas locales.

El muestreo de esta investigación está dirigido a seleccionar un número adecuado de fábricas que representen la variedad y las condiciones de producción de guantes en la región. Esto incluye fábricas de diferentes tamaños, capacidades de

producción y métodos de operación, con el objetivo de comprender las necesidades específicas, los desafíos y las oportunidades de mejora en el proceso de troquelado, lo cual es esencial para diseñar una máquina que sea tanto eficiente como adecuada para el contexto local.

1.4.1.2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población se refiere al conjunto completo de elementos o individuos que son objeto de estudio en una investigación. Por otro lado, la muestra es un subconjunto de la población que se selecciona para ser analizado, con el fin de hacer inferencias o generalizaciones sobre la población completa.

La población dentro de esta investigación, serán todas las fábricas de guantes de seguridad tipo cabritilla en Sucre, sin embargo, ante la inexistencia de este tipo de fábricas, se estudiarán empresas representativas de la industria del cuero en Bolivia.

Para la muestra, se elegirá una cantidad representativa de estas fábricas para estudiar en detalle sus procesos de producción, principalmente la fábrica de guantes de seguridad en Sucre, que es la que requiere esta maquinaria, para analizar las necesidades de troquelado y desafíos operativos.

El análisis de la muestra permitiría identificar características comunes, necesidades y preferencias que podrían influir en el diseño de la troqueladora, asegurando que el producto final sea adecuado y eficiente para la industria local de guantes de seguridad.

Basándose en los datos recogidos, se harán generalizaciones sobre las características que debería tener la troqueladora ideal para mejorar la producción en las fábricas de la muestra.

1.4.1.2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque metodológico se utiliza para recopilar y analizar datos. Los dos tipos principales son la cuantitativa y la cualitativa.

El enfoque que se usará en esta investigación que se usará es la cualitativa, la cual se enfoca en entender las cualidades, atributos y la naturaleza de un fenómeno. No busca medir, sino describir y comprender. Es decir, se explorará las percepciones de los trabajadores sobre las troqueladoras actuales, y comprender los factores que afectan la calidad del producto final.

Se realizará a través de la recopilación de datos cualitativos, con entrevistas con los trabajadores de la fábrica, observaciones directas del proceso de producción y análisis de documentos internos; de análisis temático, para identificar temas y patrones dentro de los datos recopilados para descubrir aspectos clave que deben ser considerados en el diseño de la nueva troqueladora; desarrollo de diseños en borrador que aborden los temas identificados; iteración del diseño, para realizar ajustes iterativos en el diseño de la troqueladora, asegurando que se alinee estrechamente con las necesidades y preferencias de los usuarios finales.

1.4.1.2.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se aplica para conocer un asunto o problema en profundidad y generar nuevos conocimientos en un área específica. Existen varios tipos de investigación que se clasifican según su objetivo, profundidad del estudio, datos analizados y otros factores. Las más conocidas son, la investigación teórica, la investigación aplicada, la investigación exploratoria y la investigación descriptiva. En esta investigación, los tipos de investigación que se usan son tres:

La **Investigación Descriptiva**, la cual es un enfoque sistemático utilizado por los investigadores para recopilar, analizar y presentar datos sobre fenómenos de la vida real con el fin de describirlos en su contexto natural. Su objetivo principal es describir lo que existe, basándose en observaciones empíricas. Se usará este tipo de investigación con el fin de presentar las características y especificaciones técnicas

de la troqueladora, como su tamaño, capacidad de corte, y otros aspectos relevantes. Por otra parte, se analizará el contexto industrial en Sucre y las necesidades específicas de la fábrica de guantes de seguridad, al igual que las propiedades del cuero de cabritilla y cómo afectan el diseño de la troqueladora.

La **investigación aplicada**, que es un enfoque que busca resolver problemas prácticos y aplicar conocimientos teóricos en situaciones reales. Se usará este tipo de investigación para explicar la necesidad de la troqueladora en la fábrica de guantes de seguridad en Sucre, investigar sobre tecnologías de corte y troqueladoras existentes, diseñar y evaluar alternativas de diseño, desarrollar componentes clave y calcular costos.

Y por último la **investigación metódica**, que es un enfoque sistemático y estructurado para investigar un problema o desarrollar una solución. Se usará este tipo de investigación para analizar requisitos, desarrollar y seleccionar alternativas y un resumen de hallazgos y recomendaciones.

1.4.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para llevar a cabo la investigación y el diseño de la troqueladora de cuero para la fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia, se utilizarán las diversas técnicas e instrumentos, que se detallan a continuación:

- **Observación:** Se implementarán técnicas e instrumentos de observación para recopilar datos relevantes sobre el proceso de producción actual y los requisitos específicos en la producción de guantes de seguridad.

Se realizarán estudios en las fábricas de guantes de protección para observar el proceso de producción sin afectar las actividades diarias.

Esto para identificar puntos críticos en el proceso de troquelado actual.

Por otro lado, se tendrá una interacción directa con trabajadores y personal que tenga conocimiento sobre el área para comprender mejor los procesos y desafíos que enfrentan los empleados.

Finalmente, se realizan estudios para medir los tiempos de producción y los movimientos requeridos durante la producción para identificar oportunidades de mejora de la eficiencia y la ergonomía.

La aplicación de estas técnicas e instrumentos de observación proporcionará una base sólida para el diseño de una troqueladora de cuero que mejore la producción de guantes de seguridad tipo cabritilla.

- **Cuestionarios:** Los cuestionarios son una herramienta fundamental para recopilar información cuantitativa y cualitativa de manera estructurada. En el contexto de esta monografía, los cuestionarios permitirán obtener datos directamente de los usuarios finales u otros aspectos involucrados en el proceso de diseño y fabricación.

El uso de cuestionarios proporcionará información valiosa para el diseño de una troqueladora de cuero que no solo cumpla con los requisitos técnicos, sino que también mejore la experiencia del operador y la satisfacción del cliente, además de las tendencias actuales del mercado. Los resultados del análisis de los cuestionarios influirán directamente en las decisiones de diseño y en las estrategias de mejora continua.

- **Entrevistas:** Las entrevistas son una herramienta cualitativa esencial para obtener información profunda y detallada de los participantes. En esta monografía, las entrevistas permitirán explorar las experiencias, opiniones y conocimientos de los individuos involucrados en el proceso de troquelado.

Las entrevistas se estructurarán en torno a temas clave relacionados con el diseño y uso de la troqueladora.

Por otra parte, se tratará de discutir con ingenieros y diseñadores los aspectos técnicos que debe cumplir la nueva troqueladora, para así poder evaluar junto con personal clave cómo la troqueladora afectaría la eficiencia y calidad de la producción de guantes.

Las entrevistas proporcionarán una comprensión profunda de las necesidades y expectativas de los usuarios y todo tipo de personas involucradas en el proceso. Esta información será crucial para el diseño de una troqueladora de cuero que sea funcional, eficiente y aceptada por los usuarios finales.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una troqueladora de cuero que satisfaga de manera óptima las necesidades específicas de una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis detallado de los procesos de producción y las necesidades específicas de la fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia.
- Identificar los requisitos técnicos, operativos y de seguridad que debe cumplir la troqueladora de cuero para satisfacer las necesidades de la fábrica.
- Realizar una revisión exhaustiva de la bibliografía relacionada con el diseño de troqueladoras de cuero y las mejores prácticas en el campo.
- Realizar diseños preliminares para la troqueladora, teniendo en cuenta los requisitos identificados y las tecnologías disponibles.
- Seleccionar el diseño final de la troqueladora y desarrollar planos y especificaciones técnicas para una posible construcción e implementación.
- Evaluar el impacto del diseño de la troqueladora en los procesos de producción, la calidad de los productos y la seguridad laboral de los trabajadores

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONTEXTUAL

La ciudad de Sucre, capital de Bolivia, alberga una variedad de industrias, entre las cuales aún queda por desarrollar la elaboración de guantes de seguridad. Estos guantes son fundamentales en numerosos sectores, desde la construcción hasta la industria manufacturera, donde la protección de las manos es esencial para prevenir lesiones laborales. En este contexto, el diseño de una troqueladora de cuero adaptada a las necesidades específicas de una fábrica de guantes de seguridad en Sucre se convierte en una iniciativa estratégica para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en la producción de estos elementos de protección personal.

2.1.1. INDUSTRIA DEL CUERO EN BOLIVIA

Para entender el contexto boliviano de la industria del cuero, primero se dará una breve referencia, al estado mundial del comercio del cuero, desde el cuero como materia prima, hasta las manufacturas que se realizan a partir del cuero.

El comercio mundial de cueros, incluido el bovino, que constituye la materia prima más usada en las industrias demandantes de cuero, está confrontando cambios de sustentabilidad substancial en la cadena productiva, buscando priorizar buenas prácticas que resulten en soluciones sustentables y generando ventajas competitivas. El comercio mundial de cuero y sus manufacturas alcanzó durante el 2016 poco más de 96,8 millones de dólares, donde el 73% correspondió a la demanda de manufacturas de cuero. Siendo que de los 225 países destino, los principales 20 países representaron el 78% del valor importado. De igual manera, los 20 principales países de manufacturas de cuero han mostrado -en su mayoría tasas de crecimiento atractivo para ser potenciales mercados nuevos o de mayor concentración. La principal demanda de estos países destino se centran en

equipajes de viaje, bolsos/carteras y billeteras (58,6 mil millones de dólares); prendas de vestir, cinturones, guantes y complementos (7 mil millones de dólares), y artículos de piel (2,7 millones de dólares). (16)

Las exportaciones de cuero y sus manufacturas en Bolivia alcanzaron en el 2017 un valor de 35,4 millones de dólares equivalentes a casi 18 mil toneladas (mostrando un crecimiento del 5% en el volumen exportado). El destino más atractivo de las exportaciones fueron los países europeos, principalmente, Italia, España y Alemania absorbiendo el 66% del volumen exportado equivalentes a 23 millones de dólares. Asimismo, los países latinos demandaron casi 4 mil toneladas por un valor de 7,8 millones de dólares. Los principales productos exportados como los cueros de bovino y equino tratados como pieles curtidas o “crust” que representaron el 89% del total exportado, sumaron casi 28 millones de dólares y un crecimiento en el volumen vendido del 15% con respecto al 2016. Asimismo, las manufacturas de cuero mostraron una diversificación entre prendas de vestir, carteras, maletas, artículos de bolsillo, entre otros menores que sumaron 1,2 millones de dólares. Los centros productores de cuero en Bolivia se establecen principalmente en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, los cuales se enfocan en adquisición de la materia prima principalmente del Departamento de Santa Cruz y Beni. La demanda interna de cueros y sus manufacturas es creciente para varios sectores, incluyendo el incremento en el uso de cuero sintético y cuerina, para la elaboración de diversos productos con mayor valor agregado, que incluso muestran su potencial para la exportación. (16)

Por otra parte, según datos del Instituto Nacional de estadística, entre el año 2014 y el 2019, solo el 4% de las exportaciones fueron de manufacturas hechas a partir del cuero, frente a un 93% de cuero en forma de materia prima.

2.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EN BOLIVIA

El contexto de los equipos de protección personal (EPP) en Bolivia es significativo, ya que es de suma importancia dentro de la seguridad laboral en diferentes sectores industriales y comerciales del país. Bolivia cuenta con una variedad de industrias, como la minería, la construcción, la agricultura y la manufactura, donde el uso de EPP es crucial para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores.

Por otra parte, el sector de la construcción en Bolivia está en constante crecimiento, con numerosos proyectos de infraestructura en desarrollo en todo el país. Los trabajadores de la construcción enfrentan riesgos como caídas desde altura, lesiones por objetos contundentes, exposición a productos químicos y peligros relacionados con el manejo de maquinaria y herramientas. El uso adecuado de EPP como cascos, arneses de seguridad, calzado de protección y chalecos reflectantes es esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores en este sector.

La agricultura y la industria agropecuaria desempeña un papel importante en la economía de Bolivia, especialmente en las zonas rurales. Los trabajadores agrícolas están expuestos a riesgos como lesiones por herramientas agrícolas, exposición a pesticidas y productos químicos, y peligros asociados con la manipulación de maquinaria agrícola. El uso de EPP como guantes, botas de goma, gafas de protección y mascarillas respiratorias es fundamental para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores agrícolas.

La industria manufacturera en Bolivia abarca una amplia gama de sectores, incluyendo textil, alimentario, metalmecánico y productos químicos, entre otros. Los trabajadores de la manufactura están expuestos a diversos riesgos ocupacionales, como accidentes con maquinaria, exposición a productos químicos y lesiones por manipulación de materiales. El uso de EPP específicos para cada sector, como guantes resistentes al corte, delantales, protectores auditivos y respiradores, es esencial para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores en entornos de fabricación.

2.1.3. MACRO-MICRO LOCALIZACIÓN

Macro localización: Situada en el corazón de América del Sur, Bolivia limita con cinco países y ofrece una diversidad geográfica inmensa. La industria del cuero en Bolivia forma parte de un sector manufacturero que experimenta un crecimiento constante y contribuye al desarrollo económico del país. A nivel macroeconómico, Bolivia está integrada al mercado sudamericano como proveedor de cuero y productos derivados del cuero, compitiendo con países con industrias y economías de escala mucho más desarrolladas.

Micro localización: En el contexto específico de Sucre, capital de Bolivia, la industria del cuero se concentra principalmente en pequeñas y medianas empresas que operan tanto a nivel local como regional. Sucre, conocida por su rica historia y patrimonio cultural, quiere fortalecer su sector industrial para diversificar su economía y crear empleos. La fábrica que es objeto de estudio para el diseño de una troqueladora de cuero busca innovar sus procesos para aumentar la eficiencia y la sostenibilidad.



Figura 2- 1: Mapa de ubicación de Sucre

Fuente: (Bolivia en tus manos, s.f.)

2.2. MARCO TEÓRICO

El diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia, requiere considerar varios aspectos técnicos, operativos y de seguridad. A continuación, se presentan los principales conceptos y teorías relevantes para el desarrollo de esta monografía:

2.2.1. TROQUELADO

El troquelado es un proceso de fabricación que consiste en cortar o dar forma a materiales, como láminas metálicas o plásticas, utilizando un troquel o matriz. El troquel es una herramienta que contiene una forma específica, ya sea un corte, perforación o doblado, y se utiliza para cortar o conformar el material mediante una presión controlada. El troquelado se utiliza en una amplia variedad de industrias como: la industria automotriz, la electrónica, la fabricación de envases y la industria del papel, para crear piezas precisas y personalizadas con alta eficiencia. La precisión es uno de los principales beneficios del troquelado y gracias a diseños meticulosos y técnicas avanzadas, es posible obtener componentes con tolerancias adaptadas, asegurando un ajuste perfecto y una funcionalidad óptima. Esto resulta especialmente importante en sectores como la automoción, la electrónica y la industria aeroespacial, donde cada milímetro cuenta. Además de la precisión, el troquelado destaca por su eficiencia en la producción de piezas a gran escala. Con la automatización de los procesos y la capacidad de producir múltiples piezas simultáneamente, se logra una fabricación rápida y repetible. Esto se traduce en una mayor productividad y una reducción en los tiempos de entrega, satisfaciendo las demandas del mercado actual. (25)

La herramienta que se usa para el troquelado, se llama troqueladora.

2.2.2. LA TROQUELADORA

Las troqueladoras son herramientas con bordes afilados utilizadas para estampar o cortar diversos productos, como metal, cartón, cuero, papel y plástico, mediante la aplicación de una fuerza específica. Estas máquinas realizan operaciones mecánicas precisas para cortar o formar geometrías específicas en láminas o placas de diferentes materiales. (26)

Una troqueladora ejerce presión sobre una matriz o troquel para poder cortar un material determinado. Dado los troqueles no poseen el mismo tamaño, las troqueladoras pueden ser ajustadas a la altura que se desea. Para materializar los cortes son usados mecanismos que van desde simples por acción manual como mecánicas prensas de potencia muy alta. (17)



Figura 2- 2: Troqueladora hidráulica para corte de cuero

Fuente: (Made in China, s.f.)

2.2.3. TIPOS DE TROQUELADORAS

Dentro del mercado existen diversos tipos de troqueladoras, según la función y el trabajo que realizan, las más usadas son:

- **Máquinas troqueladoras automáticas:**

La introducción es totalmente automática con lo cual permiten altas velocidades de producción. Por contra la preparación y el ajuste suele ser más largo, por la cual cosa, son indicadas para aquellos fabricantes

con altas necesidades productivas. También pueden configurarse con estación de introducción, mesa de registro, sección de troquelado, sección de expulsión, sección de salida y separación de poses. Indicadas para clientes con elevadas necesidades productivas. (5)

- **Máquinas troqueladoras semi-automáticas:**

Son indicadas para una introducción manual (mediante impulsos) por lo que son indicadas para cualquier tipo de material en formato y gramaje, incluso aquellos que vienen con mala planimetría. Además, pueden configurarse con estación de expulsión y estación de salida. (5)

- **Máquinas troqueladoras manuales o de introducción manual:**

Son indicadas para aquellos fabricantes de envases y embalajes que requieren máxima versatilidad en cuanto materiales troquelados y también tienen necesidades productivas limitadas, es decir, tirajes cortos. (5)

2.2.4. COMPARACIÓN DE TROQUELADORAS

A continuación, se presenta una tabla comparativa, que muestra un resumen general de las características de los diferentes tipos de troqueladoras, calificándolas sobre 10 según la necesidad que se requiere en esta investigación. Esta tabla permitirá realizar una selección apropiada de la troqueladora para el tipo de trabajo en el que se le vaya a utilizar:

| TIPO DE TROQUELADORA | COSTO | COSTO MANT. | PRODUC. | FACIL CONSTR. | FACIL MANT. | MONTAJE TROQUEL | PUNT. |
|--------------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------|------------|
| Troqueladora autom. | Elevado | Elevado | Elevada | No | No | Fácil | 5.8 |
| Troqueladora hidráulica | Regular | Medio | Media/ Elev. | Si | Si | Fácil | 7.9 |
| Troqueladora manual | Regular | Bajo | Baja | Si | Si | Fácil | 6.3 |
| Troqueladora mecánica | Económico | Bajo | Baja | Si | No | Fácil | 6.5 |

Figura 2- 3: Comparación de diferentes tipos de troqueladoras

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.5. PARTES DE UNA TROQUELADORA

Las partes de una troqueladora son:

- **Matriz:** en esta parte es donde se ubica el material que se va a perforar.
- **Columnas de guía:** esta parte permite que la prensa se desplace exactamente.
- **Placa superior:** la placa superior es donde los componentes como los pistones son asegurados.
- **Placa inferior:** la placa inferior es la parte en que es fijado el cuerpo de la máquina.
- **Pistones:** previo a ser cortadas, las piezas deben ser aseguradas. Estos son resortes que están ubicados dentro de un cilindro con nitrógeno comprimido y dan seguridad al material.
- **Porta punzones:** es una placa donde se colocan los punzones para proporcionar que los materiales se mantengan rígidos, evitando las deformaciones.
- **Punzón:** esta es la parte que se encarga de la perforación de los materiales.
- **Cigüeñal:** su función hacer que el carro cabezal baje y pueda realizar el trabajo cuando se embraga en volante inercia a través de la cuña.
- **Soporte de la prensa:** sirve para soportar los elementos de la prensa de la máquina. (17)

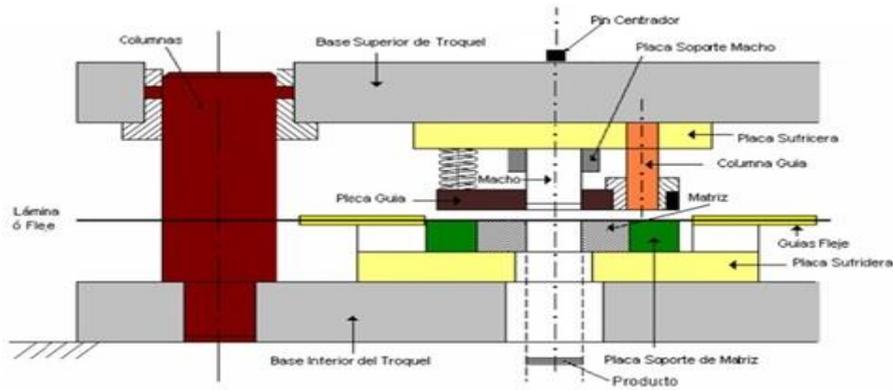


Figura 2- 4: Partes de una Troqueladora

Fuente: (Webmaster & Webmaster, 2023)

2.2.6. PRINCIPIOS FISICOS

El diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia, se fundamenta en varios principios físicos que rigen el funcionamiento y la eficiencia de la máquina. A continuación, se presentan algunos de los principales:

- **Mecánica de Materiales**

La mecánica de materiales es fundamental para comprender la resistencia y la deformación de los materiales utilizados en la troqueladora y en el proceso de corte. En este caso, se necesita comprender la resistencia y deformación del cuero para permitir calcular las fuerzas y las tensiones involucradas, asegurando que la troqueladora sea capaz de manejar cargas adecuadas sin deformaciones excesivas.

En síntesis, la mecánica de materiales es fundamental para asegurar que la máquina pueda soportar las cargas y tensiones asociadas con el proceso de corte del cuero.

- **Fuerza y presión**

La aplicación de fuerza es esencial para llevar a cabo el proceso de corte en la troqueladora. La fuerza ejercida por la troqueladora de corte debe ser suficiente para penetrar el material de cuero con precisión y eficiencia. Por otra parte, es necesario que la troqueladora, tenga una distribución adecuada de la presión sobre el troquel, con el fin de

garantizar un corte limpio y uniforme, aprovechando al máximo la energía que se usa y minimizando la generación de desechos y la necesidad de retrabajos.

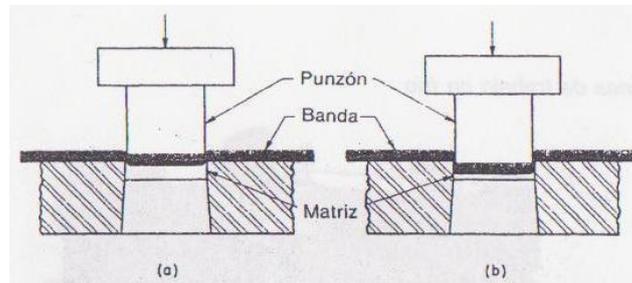


Figura 2- 5: Corte de materiales bajo presión de una troqueladora

Fuente: (Conformado de Piezas Mecánicas, s.f.)

- **Fractura y fisura**

La comprensión de los procesos de fractura y fisura es crucial para prevenir el agrietamiento o desgarre no deseado del cuero durante el proceso de corte.

Dentro del proceso de corte del cuero, existe un riesgo de que se pueda presentar la fractura frágil.

La fractura frágil tiene lugar sin una apreciable deformación y debido a una rápida propagación de una grieta. Normalmente ocurre a lo largo de planos cristalográficos específicos denominados planos de fractura que son perpendiculares a la tensión aplicada. (21)

Por otra parte, existe el riesgo de que se puedan formar fisuras, causadas por tensiones residuales o cargas cíclicas. Una fisura es una pequeña grieta en un material que puede propagarse bajo la acción de fuerzas externas.

Es por todo esto que es necesario comprender los conceptos de fractura para garantizar un corte limpio y eficiente del cuero en la troqueladora. Se debe diseñar troqueles y configuraciones de corte que minimicen el riesgo de daño al material, asegurando la calidad de los guantes de seguridad producidos.

2.3. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

Durante el desarrollo de esta monografía para el diseño de una troqueladora de cuero destinada a una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia, se recopiló una variedad de información y datos relevantes. Estos datos se obtuvieron a través de revisión de literatura y análisis de requisitos, con el objetivo de comprender las necesidades específicas de la fábrica y los requisitos técnicos del diseño de la troqueladora. A continuación, se presentan algunos de los principales hallazgos obtenidos:

- **Necesidades y Requisitos del Cliente**

A través de entrevistas con el personal que desea elaborar la fábrica de guantes de seguridad en Sucre Bolivia, se identificaron las necesidades específicas del cliente en cuanto al diseño de la troqueladora. Se obtuvo información sobre las características y funcionalidades deseadas en la máquina, así como los requisitos de producción, calidad y seguridad establecidos por la fábrica.

- **Normativas y Estándares Aplicables:**

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de las normativas y estándares nacionales e internacionales aplicables al diseño y fabricación de equipos de corte y troquelado, así como a la seguridad laboral en el sector manufacturero. Esta información fue fundamental para garantizar que el diseño de la troqueladora cumpla con los requisitos legales y de seguridad establecidos.

Es el caso de la norma **NTS 009/23** cuya finalidad es prevenir los riesgos laborales, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, a través de la gestión e implementación de mecanismos y medidas en el marco de la normativa legal vigente que garanticen condiciones seguras y saludables para las y los trabajadores en el desarrollo de su actividad laboral. (28)

Así como también se estudió los requisitos específicos para la fabricación y operación segura de equipos industriales, incluidas las troqueladoras, como ser la **ISO 12100**.

La EN ISO 12100 ofrece a los diseñadores una vista general completa de la fabricación de máquinas que son seguras para su uso previsto.

El concepto de la seguridad de máquinas contempla la aptitud de una máquina para ejecutar las funciones previstas en el curso de su vida útil, habiéndose reducido adecuadamente el riesgo. La primera parte de la norma EN ISO 12100 tiene por objeto describir los peligros básicos y facilitar al diseñador la identificación de peligros relevantes y significativos. (20)

- **Características del Material de Cuero:**

Se recopiló información sobre las propiedades físicas y mecánicas del cuero utilizado en la fabricación de guantes de seguridad.

Los productos hechos con cuero de vaca suelen ser flexibles y transpirables, se pueden teñir o dejar con su acabado natural; además, rechazan la humedad, retienen su forma y son resistentes al daño del sol y el calor, lo que los hace idóneos para el exterior. Las características que presenta, como cierta rigidez, pero sin dejar de ser adaptable, además es suave al tacto, muy resistente, y de excelente calidad, todo esto y sin mencionar que es excelente aislante del agua y su versatilidad de transpiración siendo ideal tanto para temporadas de invierno como para verano. (10)

Las propiedades físicas del cuero de vaca son:

Resistencia a la tracción alta, resistencia al desgarró, muy alta resistencia a la flexión, alta resistencia a la punción, buen aislamiento térmico, el cuero es caliente en invierno y fresco en verano, resistencia a la abrasión húmeda y seca, resistente a los hongos, resistente al ataque químico. (10)



Figura 2- 6: Diversos usos del cuero

Fuente: (Cuero Usos, 2016)

2.4. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de esta monografía tiene como objetivo evaluar la situación actual de la industria de guantes de seguridad industrial en la ciudad de Sucre, Bolivia, con especial atención al proceso de troquelado del cuero. Se analizan los factores que influyen en la eficiencia productiva, la calidad del producto final y la sostenibilidad de las operaciones.

La industria local del cuero se caracteriza por su dependencia de los procesos de producción tradicionales, donde requiere un uso significativo de mano de obra y maquinaria que no siempre cumple con los estándares modernos de eficiencia y precisión.

Lamentablemente, dentro de toda la elaboración, comercialización y exportación del cuero, ya sea como materia prima o como manufactura, casi la totalidad se realiza entre los tres departamentos del eje troncal, es decir, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, abarcando cerca del 80% de empresas que se encuentran registradas para la elaboración y comercialización de materias en base al cuero. Si hablamos del departamento de Chuquisaca, solamente abarca poco más del 1%:

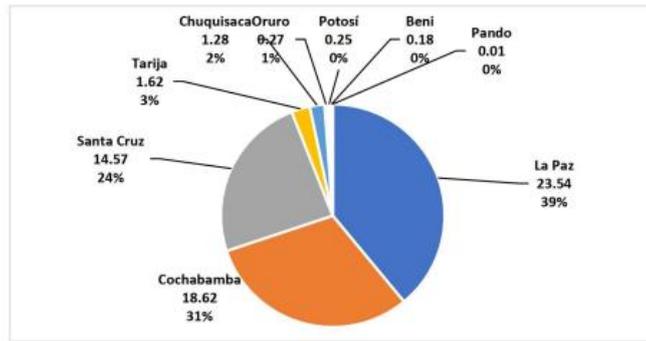


Figura 2- 7: Cartera crediticia departamental del complejo productivo del cuero

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, 2020)

Por otra parte, dentro de las actividades económicas dentro de nuestro país, las más significativas e importantes requieren imperativamente el uso de equipos de protección personal.

A continuación, se muestran datos sobre la participación de actividades económicas dentro del Producto interno de nuestro país:

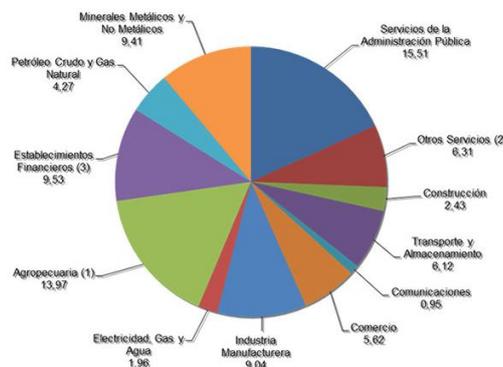


Figura 2- 8: Participación de las actividades económicas en el PIB

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, 2018)

Como se puede evidenciar, dentro de todas las actividades económicas del país, cerca del 50%, son actividades que, si o si requieren equipos de protección personal, entre los cuáles, el más esencial son los guantes de seguridad, como, por ejemplo:

La industria minera es una de las principales actividades económicas en Bolivia, representando cerca del 10% del Producto Interno Bruto, según datos del INE. La explotación de minerales como el estaño, el zinc, el plomo y el litio presenta riesgos

significativos para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a la exposición a sustancias tóxicas, accidentes en la operación de maquinaria pesada y peligros relacionados con la infraestructura minera. En este contexto, el uso de EPP como cascos, gafas de protección, guantes, botas y respiradores es esencial para prevenir accidentes y enfermedades laborales.

Entre los principales desafíos detectados se encuentran:

- **Ineficiencia Operativa:** La maquinaria obsoleta y los métodos de producción manual resultan en tiempos de producción prolongados y una menor capacidad de respuesta a la demanda del mercado.
- **Calidad del Producto:** La falta de precisión en el corte del cuero puede llevar a una variabilidad en la calidad de los guantes producidos.
- **Sostenibilidad Ambiental:** Las prácticas actuales no optimizan el uso del cuero, generando un mayor desperdicio de material, provocando un impacto ambiental negativo.
- **Costos Operativos:** La ineficiencia en el proceso de producción se traduce en costos operativos más altos.

El uso de una moderna troqueladora de cuero ofrecerá una importante oportunidad para mejorar la eficiencia y la calidad del producto, lo que podría conducir a un aumento de la competitividad en el mercado nacional e internacional.

El diagnóstico muestra la urgente necesidad de innovaciones en el proceso de troquelado para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad de la producción de guantes de protección en Sucre. El uso de tecnologías avanzadas en el desarrollo de una nueva máquina troqueladora de cuero es fundamental para superar los desafíos identificados y explotar las oportunidades existentes para fortalecer la industria.

2.5. PROPUESTA DE DISEÑO

La presente propuesta de diseño se enfoca en el desarrollo de una troqueladora de cuero que optimice la producción de guantes de seguridad tipo cabritilla en la ciudad de Sucre, Bolivia. Este diseño busca una gran eficiencia, seguridad y la ergonomía en el proceso de troquelado.

La troqueladora propuesta tiene como objetivos:

- **Maximizar la eficiencia de producción:** Reducir los tiempos de producción y aumentar la tasa de esta sin comprometer la calidad del producto.
- **Mejorar la seguridad operativa:** Incorporar características de seguridad que protejan al operario y minimicen el riesgo de accidentes.

Es en ese sentido que la troqueladora incluirá un sistema de corte de alta precisión, con cuchillas de acero de alta calidad y mecanismos de ajuste fino para garantizar cortes precisos y consistentes; un motor eléctrico adecuado que ofrezca un equilibrio entre potencia y consumo energético.

El proceso de diseño seguirá una metodología a partir de un estudio detallado de las necesidades de producción y las expectativas de los usuarios.}

Bajo estos estándares las características de la propuesta de diseño de la troqueladora de cuero para guantes de seguridad es la sgte.:

- **Número de piezas por cada stroke:** 8 piezas
- **Tipo de cuero aceptado:** Cuero Vacuno
- **Dimensiones de la mesa de corte:** 634x387mm.
- **Tipo de troquel:** Troquel simple
- **Material del troquel:** ASTM A569
- **Material del cuerpo de la troqueladora:** SAE 1020
- **Sistema hidráulico:** 4 pistones

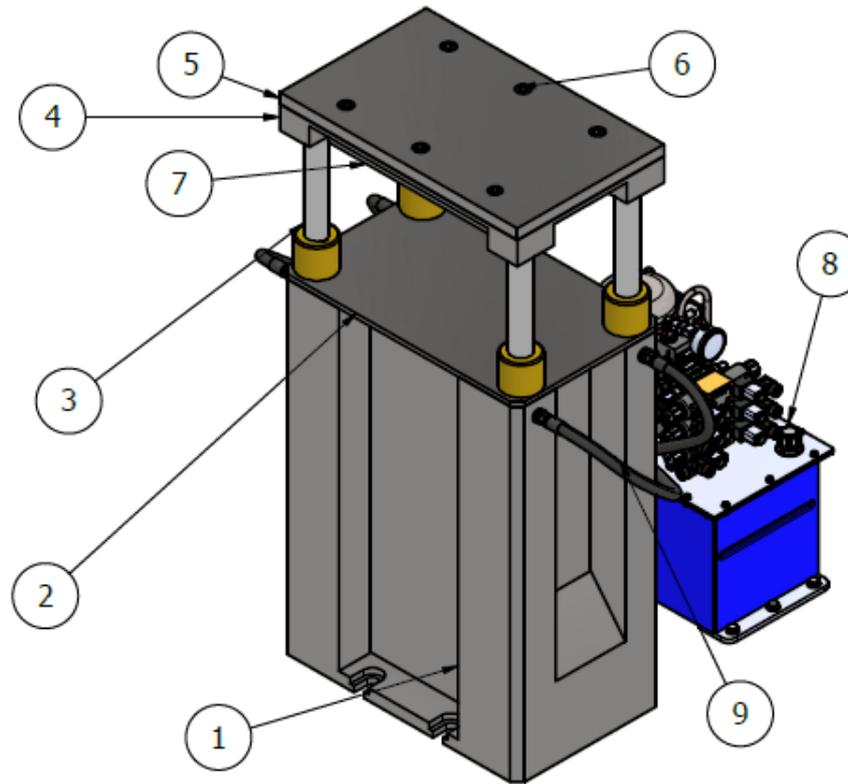


Figura 2- 9: Troqueladora Propuesta

Fuente: (Elaboración Propia)

2.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia, requiere tener en cuenta una serie de consideraciones técnicas, operativas y de seguridad para asegurar su eficiencia y funcionalidad. A continuación, se presentan algunas consideraciones clave que deben ser tomadas en cuenta durante el proceso de diseño:

- La troqueladora debe ser capaz de elaborar diferentes partes del guante de seguridad de una forma rápida y eficiente para así dejarlas listas para la zona de costura
- Utilizar energía eléctrica como fuente de energía
- Tener un rendimiento aceptable

2.6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad en Sucre, Bolivia, implica una serie de consideraciones técnicas y funcionales que son fundamentales para asegurar un proceso de corte eficiente, seguro y de alta calidad. A continuación, se detallan las principales consideraciones de diseño a tener en cuenta:

- **Precisión de Corte:**

Una de las consideraciones más importantes es la precisión de corte. La troqueladora debe ser capaz de realizar cortes precisos y uniformes en el cuero para garantizar la calidad y el acabado de los guantes de seguridad. La precisión del troquelado está relacionada con muchos factores, como el material de la hoja, el proceso de fabricación de la hoja, el uso o métodos de conservación, etc. (23)

Dentro del proceso de troquelado, existen varios factores que son cruciales para conseguir un corte preciso:

- **Impacto de las palas:**

La cuchilla es un componente muy importante dentro del proceso de troquelado. El uso que se le dé, el afilado de la cuchilla, así como su desgaste, afectará directamente a la precisión y la eficiencia del troquelado.

El material de la hoja es crucial, y el material de la hoja que es beneficioso para la precisión del troquelado depende del material utilizado. El acero es muy bueno, tiene características como alta dureza y durabilidad. (23)

- **Calidad del afilado de cuchillos:**

La calidad del afilado determina la vida útil de la cuchilla. Una cuchilla de alta calidad tiene una larga vida útil y la calidad y precisión del producto cortado también son altas. Después de afilar el cuchillo, debemos dejarlo enfriar en el momento oportuno. Si necesitamos que sea más nítido, con

un borde más brillante y un brillo más alto, podemos pulirlo cuidadosamente sobre la piedra de aceite. Por lo general, necesitamos aplicar un poco de parafina o jabón graso en el borde del cuchillo, lo que hará que la hoja sea más duradera y el objeto cortado será más adecuado, más suave y sin rebabas. Si hay papel tirando del borde de corte, significa que es hora de reemplazar la hoja o afilar la hoja. (23)



Figura 2- 10: Diferentes tipos de cuchillas fabricadas

Fuente: (Fabricación y Afilado de Cuchillas | Santa Barbara S.A.S, s. f.)

- **Ángulo de la pala:**

El ángulo de la hoja tiene requisitos. El material que cortamos varía y el ángulo también varía. Cuando cortamos, el ángulo de la hoja suele ser fijo, y pocas personas eligen el ángulo de la hoja adecuado en función del material que cortan. En realidad, esto no es bueno, ya que puede dañar fácilmente la hoja de troquelado y la calidad del corte será deficiente. Se volverá muy aburrido en un corto período de tiempo debido a los diferentes materiales. El tamaño del ángulo de la hoja también es diferente y el material del papel afecta seriamente la hoja. Es necesario elegir una cuchilla con diferentes ángulos en función del material de corte. (23)

- **Velocidad y Eficiencia:**

La troqueladora también debe ser diseñada para operar a una velocidad óptima que permita una producción eficiente de guantes de seguridad. Para esto es necesario la optimización de los parámetros de corte, la selección de sistemas de accionamiento adecuados y la implementación

de mecanismos de alimentación y descarga eficientes para minimizar los tiempos de ciclo y maximizar la productividad.

- **Mantenimiento y Durabilidad:**

El diseño de la troqueladora debe considerar el mantenimiento preventivo y correctivo que se hará a la máquina para garantizar un buen funcionamiento a lo largo del tiempo. Se deben utilizar materiales y componentes de alta calidad que sean resistentes al desgaste y a la corrosión, y se deben proporcionar accesos fáciles para mantenimiento.



Figura 2- 11: Troqueladora antes de una limpieza

Fuente: (Vilarnau, 2024)

Para realizar una buena limpieza, es necesario eliminar todas las fibras y los desechos que quedaron atrapados en los troqueles y en todos los elementos de la troqueladora, así como en la bandeja de residuos.



Figura 2- 12: Troqueladora después de una limpieza

Fuente: (Vilarnau, 2024)

Por otra parte, es necesario una buena inspección regular de las troqueladoras, para detectar problemas leves antes de que pasen a ser problemas mayores.

Para esto, se debe hacer una inspección visual de todas las cadenas y ruedas que existan, realizando un engrase si es necesario; al igual de todas las soldaduras en busca de grietas, al igual que en la caja de cambios para detectar fugas y también una revisión de los sistemas eléctricos.

2.6.2. FUERZA DE CORTE DEL CUERO

Para que la troqueladora pueda cortar el cuero con facilidad, es necesario que los troqueles apliquen la fuerza suficiente para obtener un corte limpio y eficiente.

Para obtener la fuerza necesaria, se recopiló la información necesaria de varias fuentes en las que se realizó el cálculo de la fuerza de corte a través de diferentes ensayos, pudiendo rescatar el ensayo que se muestra a continuación:

La fuerza W que se necesita aplicar para realizar el corte del cuero se la determinó en base a ensayos. En los ensayos se aplicó probetas de cuero de 1cm de ancho por 15cm de largo, con un espesor de 1,7mm, las cuales fueron sometidas a la presión de una cuchilla de 1cm colocada sobre la cinta de cuero, lo que permitió realizar cortes en varios lugares. (Juiña, 2016)



Figura 2- 13: Ensayos para calcular la fuerza de corte del cuero

Fuente: (Juiña, 2016)

Como resultado de este ensayo, se obtuvo que, a partir de una fuerza de 123,000 N/cm se obtiene un corte parcial del cuero, sin embargo, es a partir de los 140,628 N/cm se obtiene un corte total del cuero.

Al realizar la conversión a metros de 140,628 N/cm = 14062,8 N/m es la fuerza de corte mínima.

2.6.3. PIEZA A TROQUELAR

Para realizar el análisis de la pieza que se desea realizar en el troquelado, se debe comprender, que, dentro del área de guantes de seguridad, existen diferentes tipos de diseño de guantes de seguridad, permitiendo diferentes tipos de movilidad y costuras.

Dentro de los diferentes tipos de guantes de seguridad son 3 los principales:

- Con pulgar en ala
- Con pulgar recto
- Con pulgar incrustado

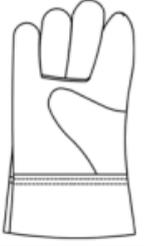
| Pulgar en ala (wing) | Pulgar recto (straight) | Pulgar incrustado (keystone) |
|---|---|--|
|  |  |  |
| Circunferencia: 270 mm | Circunferencia: 273 mm | Circunferencia: 293 mm |
| Longitud: 259 mm | Longitud: 252 mm | Longitud: 258 mm |

Figura 2- 14: Modelos principales de Guantes de Seguridad

Fuente: (Iconofacto, 2015)

La troqueladora debe ser capaz de adaptarse a los diferentes tipos de cortes de guantes que se requiera en la empresa, siendo capaz de adaptarse al troquel que se quiera usar, sin embargo, para el diseño de todos los componentes, se usará como

base el dorso de la mano del diseño del guante con pulgar incrustado, siendo éste la pieza más grande que se pueda realizar en el troquelado y se muestra a continuación:

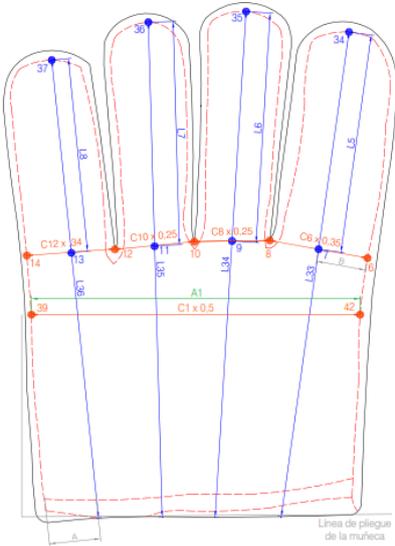


Figura 2- 15: Dimensiones utilizadas para el diseño del dorso del guante con pulgar incrustado

Fuente: (Rincón, 2014)

Las longitudes representadas por letras de la imagen anterior, corresponden a las longitudes de la mano que se muestran a continuación:

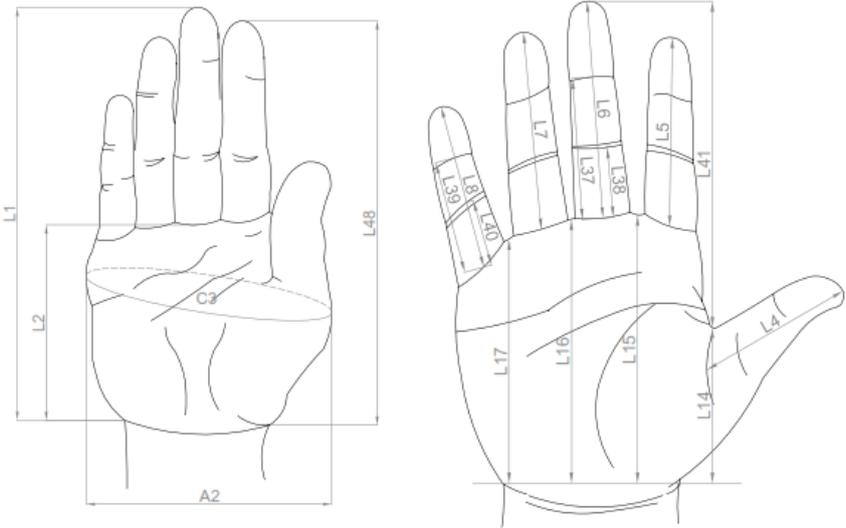


Figura 2- 16: Dimensiones generales y longitudes estructurales de la mano

Fuente: (Rincón, 2014)

Usando estas figuras que se acaban de mostrar y usando las medidas de una mano promedio, se obtiene que la pieza a fabricar tendrá las siguientes medidas:

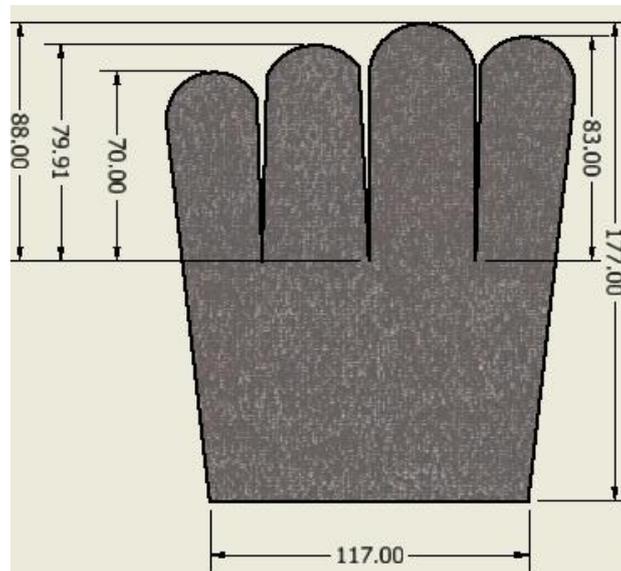


Figura 2- 17: Dorso del guante con Pulgar Incrustado a fabricar

Fuente: (Elaboración Propia)

2.6.4. SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TROQUEL

Para el presente proyecto se utilizará un troquel simple, que llega a ser el tipo más sencillo de troquel y permite realizar una sola operación con cada golpe de la troqueladora, que es así como se requiere para este proyecto.

Se procedió a la elección de este tipo de troquel debido a su alta productividad.

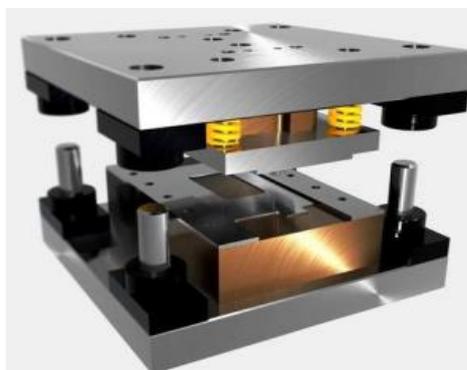


Figura 2- 18: Troquel Simple

Fuente: (Condori, 2018)

2.6.5. CONFIGURACIÓN Y DIMENSIONES DE LA TIRA

Para diseñar un troquel es necesario dibujar la tira metálica exactamente como aparecerá después de que todas las operaciones de troquelado han sido realizadas. Se le llamará tira de desecho o sobrante. Para que tenga éxito, el diseño de la tira debe seguir un procedimiento definido que nos asegura que nada ha sido omitido o dejado a la suerte. (13)

Para la configuración de la tira, se establece que serán dos filas de 4 piezas, colocadas lado a lado.

Para establecer las dimensiones y distancias entre las piezas, existen tolerancias determinadas, las cuales se detallan a continuación:

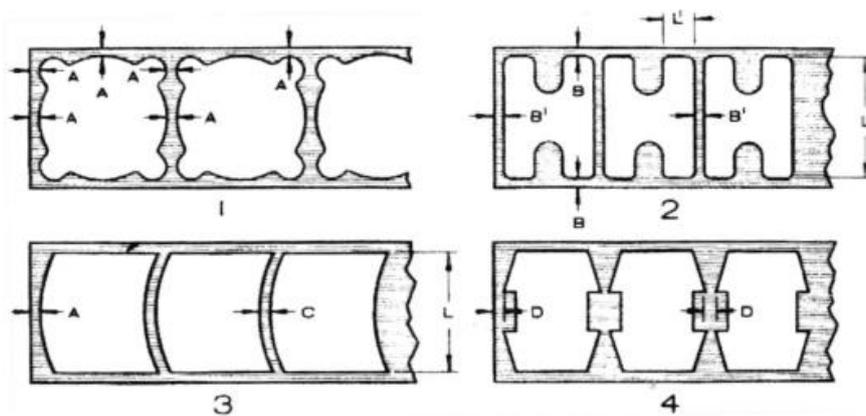


Figura 2- 19: Cuatro clasificaciones de las periferias de piezas para tolerancias permitidas.

Fuente: (Boljanovic & Paquin, 2006)

1. Líneas curvadas. Para estas, dimensiones **A** están dadas por una mínima distancia del 70% del espesor de la tira **T**. (13)

2. Orillas rectas. Las dimensiones **B** y **B'** dependen de las dimensiones **L** y **L'**, respectivamente:

Donde **L** o **L'** es menos que 2 ½ pulgadas (63.5 mm), **B** o **B'** = 1**T**, respectivamente.

Donde **L** o **L'** es de 2 ½ a 8 pulgadas (63.5 a 203 mm), **B** o **B'** = 1 ¼ **T**, respectivamente.

Donde **L** o **L'** es mayor 8 pulgadas (203 mm), **B** o **B'** = 1 ½ **T**, respectivamente. (13)

3. **Curvas paralelas.** Para trabajar con curvas paralelas, aplica la misma regla que orillas rectas:

Donde **L** es menos de 2 ½ pulgadas (63.5 mm), **C** = 1**T**.

Donde **L** es de 2 ½ a 8 pulgadas (63.5 a 203 mm), **C** = 1 ¼ **T**.

Donde **L** es mayor a 8 pulgadas (203 mm), **C** = 1 ½ **T**. (13)

4. **Curvas agudas adyacentes.** Esto genera un punto focal para fracturas. La distancia

mínima **D** permitida es 1 ¼ **T**. (13)

La pieza a elaborar tiene mayormente líneas curvas dentro de su estructura, es por eso que se usará el criterio número 1 de la figura recién mostrada.

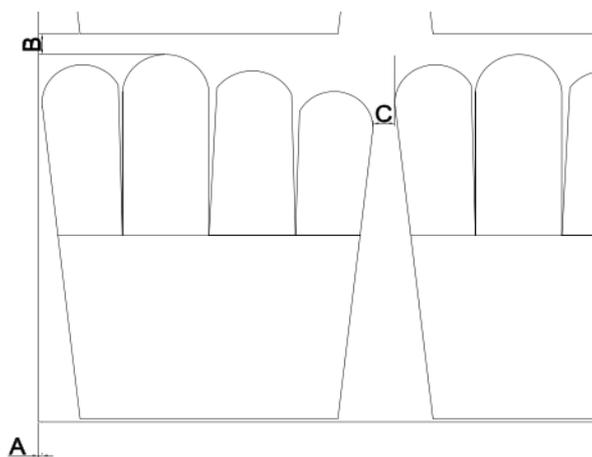


Figura 2- 20: Dimensiones a considerar dentro de la tira

Fuente: (Elaboración propia)

Es por esto que, considerando que el cuero a ser utilizado tiene un espesor aproximado de $T= 1.7 \text{ mm}$, tenemos que las distancias A, B y C deben tener un mínimo de 70% de T:

$$A_{\text{min.}} = 0.7(1.7\text{mm}) = 1.19; B_{\text{min.}} = 0.7(1.7\text{mm}) = 1.19; C_{\text{min.}} = 0.7(1.7\text{mm}) = 1.19$$

Tomando en cuenta estas consideraciones, se toma por conveniente, y para facilitar las dimensiones en la fabricación de troquel, se toma como medidas:

$$A = 1.72 \text{ mm}$$

$$B = 10 \text{ mm}$$

$$C = 10 \text{ mm}$$

Quedando como medidas definitivas de la tira:

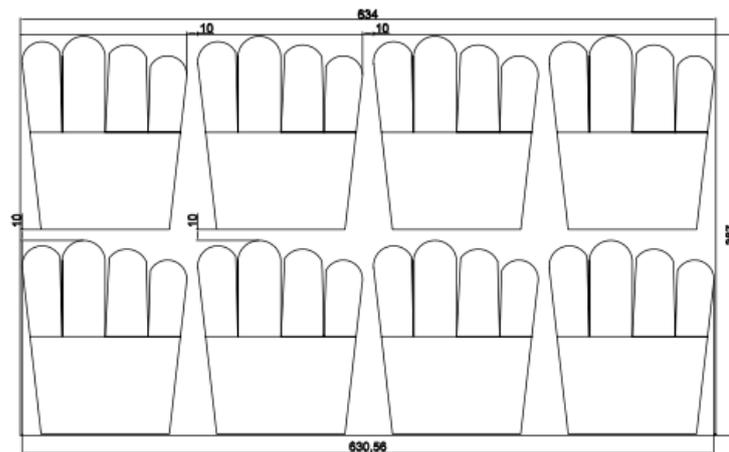


Figura 2- 21: Dimensiones de la tira en mm.

Fuente: (Elaboración propia)

2.6.6. MATERIALES A SER USADOS

2.6.6.1. MATERIAL DEL TROQUEL

El material que se usará para la fabricación del troquel será acero al carbono, debido a que sus características son apropiadas para el trabajo que se requiere, si bien, se podría usar otro material como el aluminio, en este proyecto se busca garantizar una vida útil larga a esta troqueladora.

Se usará específicamente el acero **ASTM A569**, que tiene un 0.15% de contenido de carbono y cuyas características son las siguientes:

| Grado | Carbono | Manganeso | Fosforo | Azufre | Cobre | Niquel | Cromo | Molibdeno | Vanadio | Niobio | Titanio |
|--------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Tipo A | máx. 0,10% | máx. 0,60% | máx. 0,030% | máx. 0,035% | máx. 0,20% | máx. 0,20% | máx. 0,15% | máx. 0,06% | máx. 0,008% | máx. 0,008% | máx. 0,008% |
| Tipo B | 0,02 - 0,15% | máx. 0,60% | máx. 0,030% | máx. 0,035% | máx. 0,25% | máx. 0,20% | máx. 0,15% | máx. 0,06% | máx. 0,008% | máx. 0,008% | máx. 0,025% |
| Tipo C | máx. 0,08% | máx. 0,60% | máx. 0,10% | máx. 0,035% | máx. 0,25% | máx. 0,20% | máx. 0,15% | máx. 0,06% | máx. 0,008% | máx. 0,008% | máx. 0,025% |

Propiedades Mecánicas

| Grado | Punto de Fluencia | | Resistencia a la Tracción | | Elongación |
|--------|-------------------|-----|---------------------------|-----------|------------|
| | ksi | Mpa | ksi | Mpa | 50mm |
| Tipo A | - | - | 30 - 50 | 205 - 345 | 25% |
| Tipo B | - | - | 30 - 50 | 205 - 345 | 25% |
| Tipo C | - | - | 30 - 50 | 205 - 345 | 25% |

Figura 2- 22: Propiedades del acero ASTM A569

Fuente: (La Campana Servicios de Acero S.A, 2022)

2.6.6.2. MATERIAL DE LA TROQUELADORA

Para el resto de la troqueladora, se usará un acero **SAE 1020**, ya que sus propiedades se adecúan a este proyecto, es fácil de conseguir, económico y es ideal para la fundición o cualquier otro proceso mecánico que se requiera hacer al momento de fabricar la troqueladora. La cantidad de carbono que tiene es de un 0.20% y sus características son:

Propiedades mecánicas.

Material Recocido a 870° C

| | |
|---------------------------------|-------|
| Resistencia a la tracción (Mpa) | 394.7 |
| Limite elástico (Mpa) | 294.8 |
| Elongación (%) | 36.5 |
| Reducción de área (%) | 66.0 |
| Dureza (HB) | 111 |
| Tenacidad (J) | 123.4 |

Propiedades físicas.

Temperatura ambiente

| | |
|---|-------------|
| Gravedad específica | 7,83 |
| Módulo de elasticidad Gpa | 190 -200 |
| Coefficiente de Poisson's | 0,27 – 0,30 |
| Expansión térmica (10 ⁻⁶ /°C) 20 – 700°C | 14.8 |

Figura 2- 23: Propiedades del acero SAE 1020

Fuente: (Europer, s. f.)

2.6.7. SISTEMA HIDRÁULICO

Para el sistema hidráulico, se usarán 4 pistones distribuidos uniformemente en la placa de corte.

La entrada del sistema hidráulico, que estará conectado a la motobomba será de un cilindro de 4 cm. de diámetro. Y la salida, conectada al troquel, será de 8 cm.

Entonces, aplicando el principio de Pascal:

$$F_{in} = \frac{A_{in}}{A_{out}} * F_{out}$$

$$F_{in} = \frac{(2 \text{ cm})^2 * \pi}{(4 \text{ cm})^2 * \pi} * F_{out}$$

$$F_{in} = 0.25 * 14062.8 \text{ N}$$

$$F_{in} = 3515.7 \text{ N}$$

Donde:

F_{in} : Fuerza de entrada del pistón

F_{out} : Fuerza de salida del pistón

2.6.8. SELECCIÓN DE MOTOBOMBA

Para la selección del motor, previamente se calculó la fuerza que se requerirá para realizar el proceso, sin embargo, necesitamos saber cuál es la presión necesaria que suministrará la motobomba:

$$P_{mb} = F_n / A_t$$

$$P_{mb} = 3515.7 \text{ N} / 0.005024 \text{ m}^2$$

$$P_{mb} = 699 \text{ 781.5 Pa}$$

$$P_{mb} = 6.998 \text{ Bares}$$

Donde:

P_{mb} : Presión de la motobomba

F_n : Fuerza necesaria

A_t : Área total

Por lo tanto, escogeremos el motor que sea más cercano a este requerimiento:

BOMBA DOSIFICADORA PISTÓN DOSTEC 40

Presión: 8 Bar

Potencia: 130 W

Caudal: 100 l/h



Figura 2- 24: Motobomba DOSTEC 40

Fuente: (Catálogo DOSTEC 40, 2019)

2.6.9. SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRÁULICO

Para la selección del aceite hidráulico, se deberá seleccionar un aceite que sea capaz de trabajar ante las especificaciones de la máquina, principalmente que sea capaz de trabajar a 8 Bares y que sea no compresible.

Se tomarán en cuenta 3 parámetros:

- **Bajo o alto índice de viscosidad.**
- **Con o sin detergente.**
- **Con o sin antidesgaste.**

El índice de viscosidad de un aceite describe cómo la temperatura afecta a su viscosidad, sin embargo, para equipos hidráulicos que están en constante trabajo, se considera suficiente el uso de aceites de bajo índice de viscosidad. Por su parte, los detergentes ayudan a eliminar los contaminantes de los sistemas hidráulicos, sin embargo, estos son recomendados para trabajos con lodo o barniz. Los aditivos anti-desgaste ayudan a reducir los daños causados por el contacto metal con metal de los componentes hidráulicos como los pistones y las válvulas.

Es así, que, siguiendo estos 3 parámetros, además de las características de la bomba, se escoge el siguiente aceite:

ACEITE HIDRÁULICO SAE 80W90

Índice de viscosidad: 108

Temperatura de inflamación: 226 °C

Temperatura min. de fluidez: -18 °C

En caso de no encontrarse este aceite, deberá usarse aceites similares al SAE 80W90 y que además cumplan los parámetros mencionados.

2.6.10. SELECCIÓN DE MANGUERAS HIDRÁULICAS

Para la selección de mangueras hidráulicas, se seleccionará una que sea capaz de trabajar a la presión que estará sometida el sistema, que en este caso son 8 bares, entonces, la manguera seleccionada es la siguiente:

MANGUERA HIDRÁULICA STFLEXO ST1SN-32

Características: Tubo interior de goma sintética resistente al aceite hidráulico, reforzado con trenza de alambre de acero de alta resistencia y tapa exterior de goma sintética resistente al aceite y clima.

Diámetro int.: 50.8 mm

Diámetro ext.: 63.1 mm

Máx. presión de trabajo: 40 bar



Figura 2- 25: Mangueras Hidráulicas STFLEXO

Fuente: (Catálogo STFLEXO, 2021)

2.6.11. CILINDRO HIDRÁULICO

Los cilindros hidráulicos serán 4, y estos deberán ser capaces de trabajar según las especificaciones a la que trabajará la máquina, considerando principalmente la presión, que es de 8 bares, el diámetro de entrada, que es de 4 cm. y el diámetro de salida, que es de 8 cm.

Los cilindros hidráulicos se conseguirán dentro del mercado, según lo ya mencionado, entonces, los cilindros hidráulicos son los siguientes:

CILINDRO DOBLE EFECTO CICROSA SERIE 705/2

Presión de trabajo máx: 200 bar

Velocidad de utilización máxima: 0.5m/s

Temperatura de utilización: -30 °C a +90 °C.

• **Aceite:** hidráulico mineral.

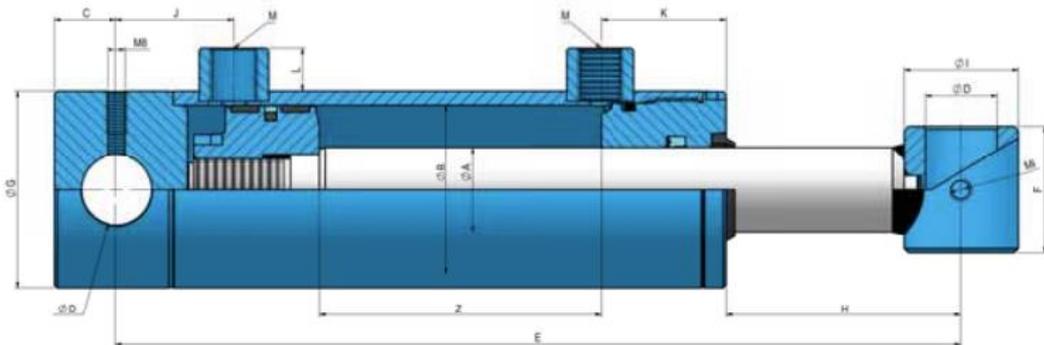


Figura 2- 26: Cilindro doble efecto Cicrosa

Fuente: (Catálogo CICROSA, 2022)

2.6.12. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico del diseño de una troqueladora de cuero para una fábrica de guantes de seguridad tipo cabritilla en Sucre, Bolivia, se basa en varios factores clave.

En primer lugar, se tiene los costos del material, en este caso el costo del cuero tipo cabritilla, el cual el metro cuadrado de cuero de buena calidad se puede encontrar a 30 Bs, proveniente del departamento de Tarija, una región con varios antecedentes de actividad económica en base al cuero. De cada metro cuadrado pueden salir hasta 4.5 pares de guantes de seguridad. Por otra parte, sabemos que la capacidad máxima de la troqueladora a construir es de 96 pares/día. Entonces, se requeriría 21.3 m/día de cuero tipo cabritilla, es decir, 639 Bs/ día solo en el material.

Partiendo de estos datos podemos calcular parámetros importantes que nos permitan analizar la viabilidad de la troqueladora. Para calcular el costo de producción partimos de que:

Costo de producción = costo primo + gastos indirectos.

Costo primo = materia prima + mano de obra directa.

Sabiendo el precio de la materia prima por día, y que el costo de la mano de obra mínima necesaria para la fábrica es de 390 Bs/día, tenemos que:

$$\text{Costo primo} = 639 \text{ Bs/día} + 390 \text{ Bs/día} = \mathbf{1029 \text{ Bs/día}}$$

$$\text{Costo de producción} = \mathbf{1235 \text{ Bs/día}}$$

Y como se producirán 96 pares/día, podemos calcular el costo de producción por guante, dándonos como resultado que:

$$\text{Costo de producción} = \mathbf{12.86 \text{ Bs/par}}$$

Partiendo de estos cálculos, y sabiendo que en el mercado el precio del par de guantes de seguridad tipo cabritilla podemos encontrar entre 35 a 40 Bs, podemos afirmar que la fabricación de la troqueladora es totalmente viable. Por otra parte, podemos calcular otros parámetros como la ganancia por guante y tiempo de recuperación de la inversión, que se detallan en la parte de ANEXOS 4.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

En conclusión, es posible desarrollar un diseño que permita la elaboración de una troqueladora de cuero destinada a una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, Bolivia.

Por otra parte, después de realizar un estudio detallado, se llega a la conclusión de que es necesaria la elaboración de una fábrica de guantes de seguridad en la ciudad de Sucre, debido a la poca explotación que existe en este sector dentro de nuestro país y a la necesidad urgente que existe en nuestra ciudad de desarrollar fuentes de trabajo, hacer crecer la escasa industria y así permitir el desarrollo intelectual y tecnológico en Sucre, capital de Bolivia.

Dentro de los requisitos técnicos que se necesita para elaborar una troqueladora de guantes de cuero, el único requisito indispensable, es que la troqueladora debe ser capaz de adaptarse a cualquier tipo de corte en el guante que requiera la fábrica. Esto dependerá del estilo de guante que necesite, ya que existen diferentes tipos de corte en los cuales varían la flexibilidad, comodidad o facilidad de costurado.

Dado que la fabricación de guantes de seguridad es un campo poco explorado en nuestra región, se trató de proponer un diseño que sea lo más sencillo posible para que sirva como punto de partida a quien decida realizar una fábrica de guantes de seguridad desde cero, incluyendo los componentes más esenciales de una troqueladora.

Sin embargo, considerando los materiales que se utilizarán, se puede afirmar que se consiguió un diseño robusto y que tendrá una larga vida útil, además que se tiene un diseño en el que fácilmente se puede acceder a los componentes principales.

Finalmente, este modelo propuesto, permite realizar mejoras futuras con facilidad, además de aumentar la cantidad de producción, como por ejemplo sustituyendo las planchas de aluminio por rodillos que permita una producción constante.

3.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar un programa de mantenimiento predictivo y preventivo de la troqueladora, así como la limpieza constante de cada componente que constituye la troqueladora, al igual que una capacitación del personal que operará la misma, para garantizar que los operadores estén familiarizados con el funcionamiento de la máquina y así puedan realizar ajustes y mantenimiento básico de manera efectiva.
- Antes de implementar la troqueladora, se sugiere realizar pruebas para identificar posibles mejoras o ajustes que pueda requerir la máquina.
- Es esencial realizar un seguimiento continuo y recopilar datos sobre la producción para evaluar cómo está funcionando la troqueladora. Esto ayudará a identificar áreas de mejora y posibilitará la realización de actualizaciones necesarias.
- Conforme la fábrica se expanda y la demanda de guantes aumente, será importante considerar la automatización de la troqueladora para mejorar la productividad y asegurar una calidad uniforme, reduciendo al mismo tiempo la necesidad de trabajo manual.
- Debido a que los requisitos para los guantes de seguridad evolucionan, es crucial actualizar regularmente los diseños y materiales de los guantes. Esto podría incluir la creación de guantes más especializados y adaptados a las necesidades específicas de diferentes trabajos.
- Se sugiere adecuar el diseño del guante a más normativas internacionales para así obtener un mayor alcance proyectando una futura exportación de este.
- Por otra parte, la troqueladora debe ser sometida constantemente a inspecciones de las normas de seguridad, ya que estas pueden ir cambiando con el tiempo, se aconseja mantenerse actualizado y seguir cumpliendo con las regulaciones para garantizar la seguridad y calidad de los productos fabricados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EUROPER. ACERO SAE 1020 [en línea]. [Consulta: 7 abril 2024]. Disponible en: <https://europer.cl/wp-content/uploads/2021/10/FICHAS-TECNICA-ACERO-SAE-1020.pdf>
2. VILARNAUCART. Troquelado: Como prolongar vida útil de tu máquina troqueladora [en línea]. 1 febrero 2024. [Consulta: 3 abril 2024]. Disponible en: <https://vilarnaucart.com/mantenimiento-como-prolongar-vida-util-de-tu-maquina-troqueladora/>
3. MECANIZADOS Y TROQUELADOS. Troqueles y Troquelado: Para la producción de series de piezas [en línea]. 28 enero 2019. [Consulta: 9 abril 2024]. Disponible en: <https://mecaytro.com.co/troqueles-troquelado-produccion-piezas/>
4. ALTAMIRANO, I. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO [en línea]. Universidad Técnica de Ambato-Ecuador, 2017. [Consulta: 12 abril 2024]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25708/1/Tesis_t1255id.pdf
5. ATB CONSULTECH. TROQUELADO [en línea]. [Consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://atbconsultech.com/troquelado/>
6. BOLIVIA: Exportaciones de cueros y sus manufacturas [en línea]. [Consulta: 5 abril 2024]. Disponible en: <https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/documento.php?n=2784>
7. CHINA troqueladora hidráulica para el corte de cuero Fotos e Imágenes - Made-in-china.com [en línea]. [Consulta: 1 abril 2024]. Disponible en: https://es.made-in-china.com/co_zbyoungyhxj/image_Hydraulic-Die-Cutting-Machine-for-Cutting-Leather_eiinohrg_2f1j00VSITZKDBMeks.html
8. MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO. Complejo Productivo del Cuero [en línea]. 2020. [Consulta: 11 abril 2024]. Disponible en: https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_28042020df9e5_cuero.pdf
9. CONDORI, J. "DISEÑO DE UNA MÁQUINA TROQUELADORA PARA LA FABRICACIÓN DE RECIPIENTES EN BASE A LÁMINA METÁLICA DE ACERO

- INOXIDABLE” [en línea]. Universidad Mayor de San Andrés, 2018. [Consulta: 8 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18652/PG-2084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. CURTIDOS MENACHO. Cuero de vaca: ¿Conoces todo lo que necesitas saber? [en línea]. 23 diciembre 2020. [Consulta: 10 abril 2024]. Disponible en: <https://curtidosmenacho.com/es/blog/informacion/cuero-de-vaca-conoces-todo-lo-que-necesitas-saber>
11. ICONOFACO. Definición de dimensiones antropométricas en la construcción de guantes a partir de requerimientos de diseño [en línea]. 2015. [Consulta: 4 abril 2024]. Disponible en: [URL de la referencia]
12. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. DISEÑO DE UNA TROQUELADORA PARA CORTAR y GRABAR CUERO VACUNO EN LA INDUSTRIA ARTESANAL [en línea]. 2017. [Consulta: 13 abril 2024]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/8825/SuarezGaonaMiguelAngel2018.pdf;jsessionid=082818AFF198E9CF8C6E6E715A9DDA01?sequence=1>
13. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN TROQUEL DE CORTE CON FINES DIDÁCTICOS [en línea]. 2015. [Consulta: 2 abril 2024]. Disponible en: [URL de la referencia]
14. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DE ECUADOR. Diseño y Simulación de una troqueladora semi automática para corte de cuero de res [en línea]. 2014. [Consulta: 15 abril 2024]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9252/3/CD-6118.pdf>
15. INE. El Producto Interno Bruto trimestral de Bolivia registró una tasa de crecimiento de 4,44% [en línea]. 23 enero 2020. [Consulta: 6 abril 2024]. Disponible en: <https://www.ine.gob.bo/index.php/el-producto-interno-bruto-trimestral-de-bolivia-registro-una-tasa-de-crecimiento-de-444/>
16. INSTITUTO BOLIVIANO DEL COMERCIO EXTERIOR. El mercado del cuero y sus manufacturas [en línea]. 2018. [Consulta: 7 abril 2024]. Disponible en:

https://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/Perfil-cueros-y-manufacturas-de-cueros.pdf

17. PARTESDEL.COM. Partes de una troqueladora [en línea]. 8 agosto 2019. [Consulta: 8 abril 2024]. Disponible en: https://www.partesdel.com/partes_de_una_troqueladora.html
18. MONOGRAFIAS.COM. Tipo de fracturas mecánicas en los materiales [en línea]. 12 marzo 2021. [Consulta: 9 abril 2024]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos46/fracturas-mecanicas/fracturas-mecanicas2>
19. METALMECANICA SANTA BARBARA S.A.S. Fabricación y afilado de cuchillas [en línea]. [Consulta: 10 abril 2024]. Disponible en: <https://msb.com.co/fabricacion-y-afilado-de-cuchillas/>
20. PILZ ES. EN ISO 12100. Guía para la fabricación de máquinas seguras [en línea]. [Consulta: 11 abril 2024]. Disponible en: <https://www.pilz.com/es-ES/support/law-standards-norms/iso-standards/mechanic-construction/en-iso-12100>
21. LA CAMPANA SERVICIOS DE ACERO S.A. NORMA ASTM A569 [en línea]. 15 marzo 2022. [Consulta: 12 abril 2024]. Disponible en: <https://lacampana.co/normas-tecnicas/norma-astm-a569/>
22. SCRIBD. INDUSTRIA DEL CUERO EN BOLIVIA.docx [en línea]. [Consulta: 13 abril 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/404318523/INDUSTRIA-DEL-CUERO-EN-BOLIVIA-docx>
23. DAPENG. ¿Cómo mejorar la precisión del procesamiento de troquelado? [en línea]. 26 julio 2023. [Consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://es.slittingrewinder.com/info/how-to-improve-the-accuracy-of-die-cutting-pro-85282171.html>
24. DABA. Tipos de máquinas troqueladoras [en línea]. 11 septiembre 2019. [Consulta: 1 abril 2024]. Disponible en: <http://www.dabaimpresora.com/info/types-of-die-cutting-machines-44801845.html>

25. METALMECÁNICA. Troquelado: Transformando la industria con avances tecnológicos [en línea]. 17 julio 2023. [Consulta: 2 abril 2024]. Disponible en: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/sistemas-de-troquelado-que-cumplen-con-nuevas-demandas-de-la-industria-automotriz>
26. METALMECÁNICA. Troqueladoras: Definición y tipos de aplicaciones [en línea]. 27 febrero 2024. [Consulta: 3 abril 2024]. Disponible en: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/troqueladoras-guia-y-tipos-de-aplicaciones>
27. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Diseño de sistema de tallaje de guantes de protección basado en la antropometría [en línea]. 2014. [Consulta: 4 abril 2024]. Disponible en: [URL de la referencia]
28. SCRIBD. NTS 009-23 Resumen [en línea]. [Consulta: 5 abril 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/661720713/NTS-009-23-Resumen>
29. SCRIBD. TESIS troqueladora [en línea]. [Consulta: 6 abril 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/668597816/TESIS-troqueladora>
30. CONFORMADO MECANICO DE PIEZAS. Troquel [en línea]. [Consulta: 7 abril 2024]. Disponible en: <https://conformadomecanicodepiezas.weebly.com/troquel.html>
31. CENSA INDUSTRIAL. Datos básicos: Troqueladora [en línea]. 18 julio 2023. [Consulta: 8 abril 2024]. Disponible en: <https://censaindustrial.com/datos-basicos-troqueladora/>
32. Contexto Ganadero. (2015). La industria del cuero está en crisis. [en línea]. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/reportaje/la-industria-del-cuero-esta-en-tesis>. [Consultado el 15 de abril de 2024].

ANEXOS

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

| TROQUELADORA DE GUANTES DE CUERO | | |
|----------------------------------|---------|-----------------|
| CARACTERÍSTICA | VALOR | UNIDAD |
| Máx. Área de trabajo | 634x387 | mm. |
| Máx. Velocidad de trabajo | 8 | piezas/stroques |
| Potencia motobomba | 130 | W |
| Presión de la bomba | 8 | Bar |

ANEXO 2: COSTOS DE FABRICACIÓN DEL EQUIPO

| TROQUELADORA DE GUANTES DE CUERO | |
|--|----------------|
| Descripción | Costo en \$ |
| Materiales+costos terceros | 2600 |
| Costos indirectos materiales (11%) | 286 |
| Máquina y mano de obra | 300 |
| Costo indir. Maq. y mano de obra (25%) | 75 |
| Subtotal | 3261 |
| Imprevistos (3%) | 97.83 |
| Costos de ingenierías (10%) | 326.1 |
| TOTAL | 3684.93 |

ANEXO 3: COMPARACIÓN DE COSTOS



Información Básica.

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| No. de Modelo. | YHA4 |
| fuelle de alimentación | hidráulico |
| voltaje | 3 fase 220v/ 380v |
| plazo | fabricante |
| peso | en consecuencia |
| protección | opcional |
| tipo | prensa hidráulica de cuatro columnas |
| Paquete de Transporte | Wooden Case Package. |
| Marca Comercial | YIHUI |
| Código del HS | 8462919000 |

| MARCA | INDUSTRIA | ÁREA DE TRABAJO | PRECIO |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------|
| YIHUI | Dongguan, China | 450x450 mm | 4000 \$ |
| Diseño propio | Bolivia | 640x390 mm | 3684 \$ |

ANEXO 4: ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA MÁQUINA

- COSTO DE PRODUCCIÓN

| CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN POR DÍA | |
|---|---------------------|
| Capacidad de la máquina | 96 pares/día |
| Precio del m. cuadrado de cuero | 30 Bs |
| Cantidad de cuero por guante | 4.5 pares/m |
| Cantidad de cuero requerido | 21.3 m/día |
| Precio del cuero por día | 639 Bs/día |
| Mano de obra por día | 390 Bs/día |
| Costo Primo | 1029 Bs/día |
| Costo de Producción por día | 1235 Bs/ día |

| CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN POR GUANTE | |
|--|---------------------|
| Costo de producción por día | 1235 Bs/ día |
| Cantidad de guantes por día | 96 pares/día |
| Costo de Producción por guante | 12.86 Bs/par |

- GANANCIA POR GUANTE

| GANANCIA POR GUANTE | |
|--|-----------------|
| Costo de producción por guante (solo el cuero) | 13 Bs |
| Costo de producción por guante | 18 Bs |
| Costo en el mercado de un guante importado | 35-40 Bs |
| Posible costo de venta | 30 Bs. |
| Ganancia por guante | 12 Bs. |
| Ganancia por día | 1152 Bs. |
| Ganancia por día en \$us | 164 \$ |

- TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DE LA MÁQUINA

| RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN | |
|---------------------------------------|----------------|
| Ganancia por día en \$us | 233 \$/ día |
| Costo de Fabricación de la máquina | 3684 \$ |
| Costo de Producción por guante | 23 días |

ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS DE MOTOBOMBA SELECCIONADA

*Modelos y presión máxima / Models and maximum pressure /
Modèles et pression maximale / Modelli e pressione
massima*

 Pistón / Piston / Pistone

| CODIGO CODE CODICES | 130W | | | | 300W | | | |
|---------------------------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | l/h | GPH | bar | PSI | l/h | GPH | bar | PSI |
| 60- * P33-P24 | 17 | 4.5 | 15 | 217 | - | - | - | - |
| 60- * P34-P24 | 27 | 7.1 | 15 | 217 | - | - | - | - |
| 60- * P44-P24 | 50 | 13.2 | 15 | 217 | - | - | - | - |
| 60- * P44-P34 | 100 | 26.4 | 8 | 116 | 110 | 29 | 15 | 217 |
| 60- * P53-P49 | 144 | 38 | 5 | 72 | - | - | - | - |
| 60- * P44-P49 | 200 | 53 | 3.5 | 51 | 205 | 54 | 10 | 145 |
| 60- * P44-P61 | - | - | - | - | 315 | 83 | 6 | 87 |
| 60- * P44-P77 | - | - | - | - | 500 | 132 | 4 | 58 |

ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE SAE 80W90

PROPIEDADES TÍPICAS

| PRUEBAS | MÉTODO ASTM | VALOR TÍPICO |
|-------------------------------------|-------------|--------------|
| Grado de Viscosidad SAE | | 80W 90 |
| Categoría de Servicio API | | GL-5 |
| Gravedad Específica @ 20°C, gr/ml | D1298 | 0.8852 |
| Viscosidad Cinemática @ 40 °C, cSt | D445 | 156.5 |
| Viscosidad Cinemática @ 100 °C, cSt | D445 | 16.20 |
| Índice de Viscosidad | D2270 | 108 |
| Temperatura de Inflamación COC, °C | D92 | 226 |
| Temperatura mínima de fluidez, °C | D97 | -18 |
| Espumación, Tendencia / Estabilidad | D892 | |
| Secuencia I | | 0 / 0 |
| Secuencia II | | 10 / 0 |
| Secuencia III | | 0 / 0 |
| Color ASTM | D1500 | 2.5 |
| Apariencia | Visual | Brillante |
| Fósforo, ppm | D4951 | 410 |
| Corrosión en lámina de cobre | D130 | 1 A |

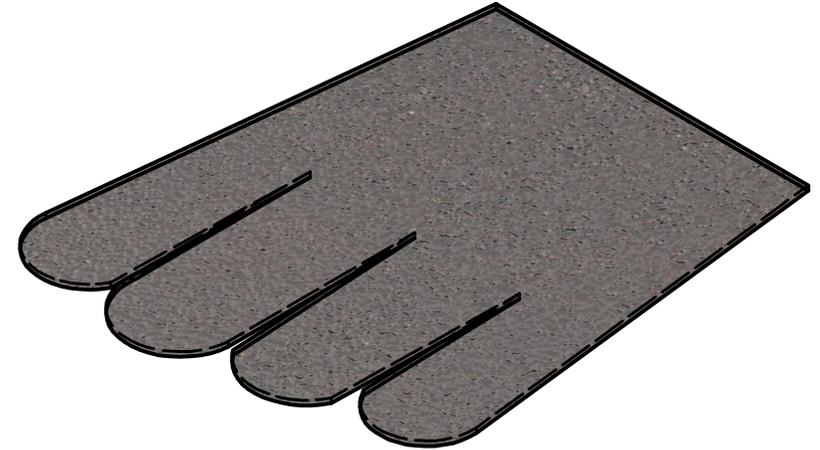
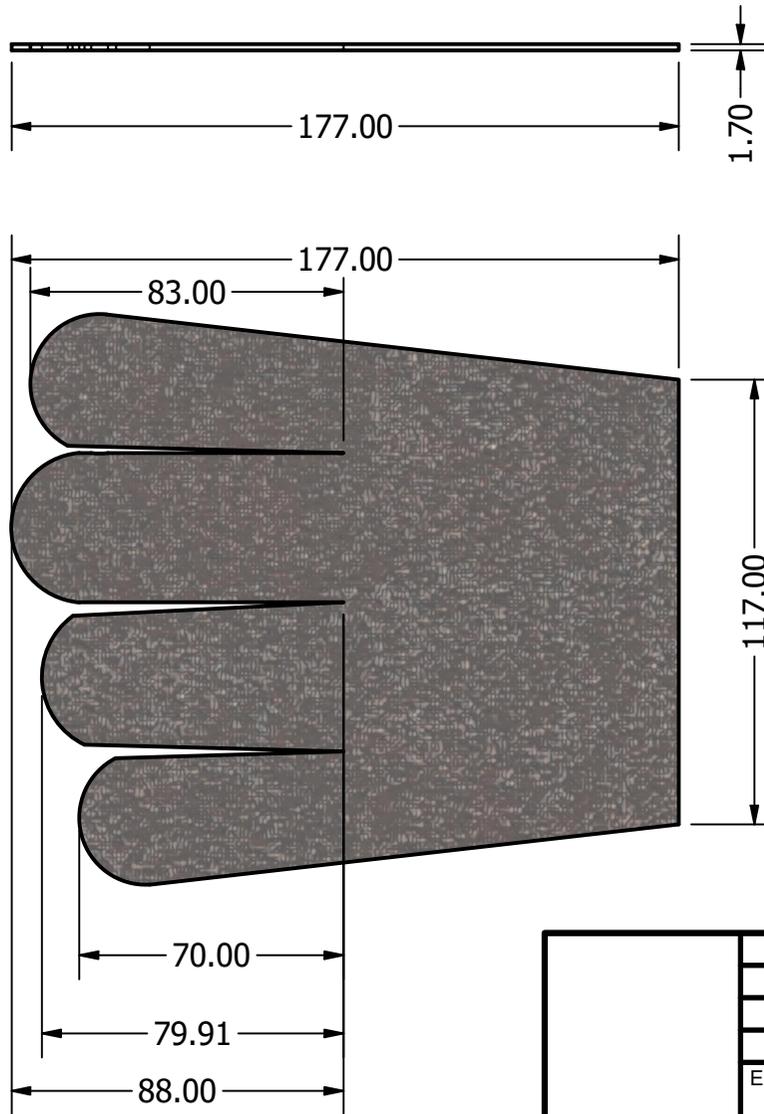
ANEXO 7: CARACTERÍSTICAS DE LAS MANGUERAS HIDRÁULICAS

| CÓDIGO | INTERIOR DE LA MANGUERA Ø | | EXTERIOR DE LA MANGUERA Ø | | MÁXIMA PRESION DE TRABAJO | | MÍNIMO RADIO DE COBERTURA | PESO KG/M |
|----------|---------------------------|--------|---------------------------|------|---------------------------|------|---------------------------|-----------|
| | MM | INCH | MM | INCH | BAR | PSI | MM | |
| ST1SN-03 | 4.8 | 3/16" | 11.5 | 0.45 | 250 | 3620 | 89 | 0.185 |
| ST1SN-04 | 6.4 | 1/4" | 13.2 | 0.52 | 225 | 3260 | 100 | 0.220 |
| ST1SN-05 | 7.9 | 5/16" | 14.8 | 0.58 | 215 | 3110 | 114 | 0.270 |
| ST1SN-06 | 9.5 | 3/8" | 17.1 | 0.67 | 180 | 2610 | 127 | 0.340 |
| ST1SN-08 | 12.7 | 1/2" | 20.1 | 0.79 | 160 | 2320 | 178 | 0.400 |
| ST1SN-10 | 15.9 | 5/8" | 23.3 | 0.92 | 130 | 1880 | 200 | 0.490 |
| ST1SN-12 | 19.0 | 3/4" | 27.3 | 1.07 | 105 | 1520 | 240 | 0.610 |
| ST1SN-16 | 25.4 | 1" | 35.1 | 1.38 | 88 | 1270 | 300 | 0.920 |
| ST1SN-20 | 31.8 | 1.1/4" | 43.3 | 1.70 | 63 | 910 | 419 | 1.260 |
| ST1SN-24 | 38.1 | 1.1/2" | 49.7 | 1.96 | 50 | 720 | 500 | 1.470 |
| ST1SN-32 | 50.8 | 2" | 63.1 | 2.48 | 40 | 580 | 630 | 2.040 |
| ST1SN-40 | 63.5 | 2.1/2" | 76.5 | 3.01 | 40 | 580 | 760 | 2.540 |
| ST1SN-48 | 76.2 | 3" | 88.5 | 3.48 | 35 | 508 | 900 | 2.715 |

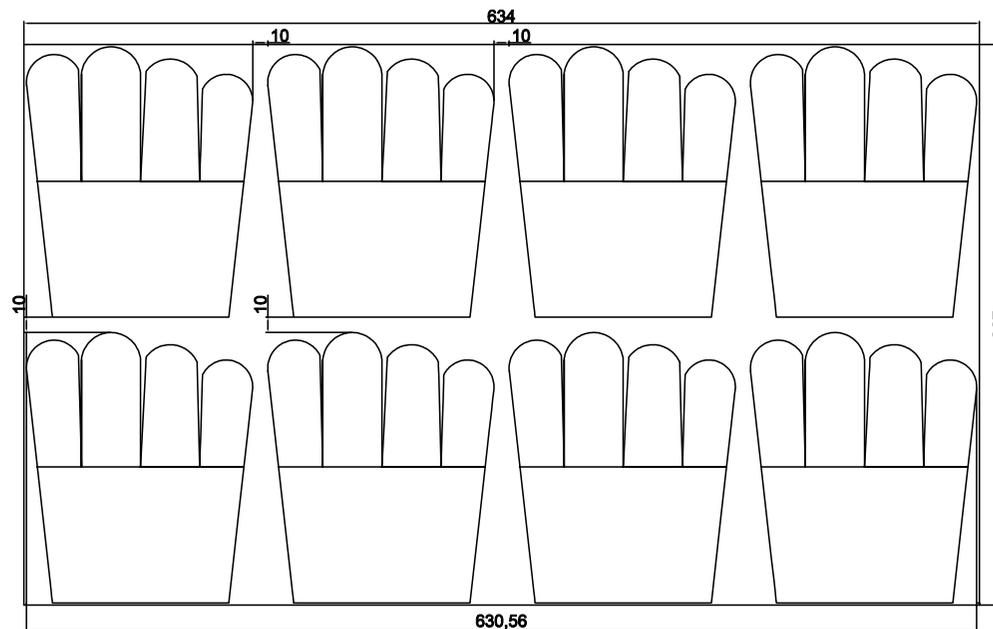
ANEXO 8: CARACTERÍSTICAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS

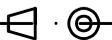
| SERIE 700 / SERIES 700 / SÉRIE 700 / SERIE 700 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|---------------------|------|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|----------------|----------------|
| REF. | ØA | ØB | CARRERA STROKE INCH | E | C | D | F | G | H | I | J | K | L | M BSP | VOL (L) | RES. PRES. MPA | RES. PRES. PSI |
| 703/1100 | 30 | 60 | 1100 | 1300 | 22 | 25.25 | 45 | 70 | 83 | 40 | 42 | 45 | 15 | 3/8 | 3.11 | J73N | 19.1 |
| 703/1200 | 30 | 60 | 1200 | 1400 | 22 | 25.25 | 45 | 70 | 83 | 40 | 42 | 45 | 15 | 3/8 | 3.40 | J73N | 20.5 |
| 703/1300 | 30 | 60 | 1300 | 1500 | 22 | 25.25 | 45 | 70 | 83 | 40 | 42 | 45 | 15 | 3/8 | 3.68 | J73N | 21.9 |
| 703/1400 | 30 | 60 | 1400 | 1600 | 22 | 25.25 | 45 | 70 | 83 | 40 | 42 | 45 | 15 | 3/8 | 3.96 | J73N | 23.2 |
| 703/1500 | 30 | 60 | 1500 | 1700 | 22 | 25.25 | 45 | 70 | 83 | 40 | 42 | 45 | 15 | 3/8 | 4.24 | J73N | 24.6 |
| 704/100 | 40 | 70 | 100 | 310 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 0.39 | J74N | 8.4 |
| 704/2 | 40 | 70 | 200 | 410 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 0.77 | J74N | 10.0 |
| 704/250 | 40 | 70 | 250 | 460 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 0.96 | J74N | 11.2 |
| 704/3 | 40 | 70 | 300 | 510 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 1.15 | J74N | 11.9 |
| 704/350 | 40 | 70 | 350 | 560 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 1.35 | J74N | 12.9 |
| 704/4 | 40 | 70 | 400 | 610 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 1.54 | J74N | 13.7 |
| 704/450 | 40 | 70 | 450 | 660 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 1.73 | J74N | 15 |
| 704/5 | 40 | 70 | 500 | 710 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 1.92 | J74N | 15.6 |
| 704/550 | 40 | 70 | 550 | 760 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 2.12 | J74N | 16.9 |
| 704/6 | 40 | 70 | 600 | 810 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 2.31 | J74N | 17.5 |
| 704/7 | 40 | 70 | 700 | 910 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 2.69 | J74N | 19.4 |
| 704/800 | 40 | 70 | 800 | 1010 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 3.08 | J74N | 21.5 |
| 704/900 | 40 | 70 | 900 | 1110 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 3.46 | J74N | 23.6 |
| 704/1000 | 40 | 70 | 1000 | 1210 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 3.85 | J74N | 25.3 |
| 704/1100 | 40 | 70 | 1100 | 1310 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 4.23 | J74N | 27.4 |
| 704/1200 | 40 | 70 | 1200 | 1410 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 4.62 | J74N | 29.3 |
| 704/1300 | 40 | 70 | 1300 | 1510 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 5.00 | J74N | 31.2 |
| 704/1400 | 40 | 70 | 1400 | 1610 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 5.39 | J74N | 33.1 |
| 704/1500 | 40 | 70 | 1500 | 1710 | 28 | 30.5 | 55 | 80 | 82 | 50 | 48 | 49 | 15 | 3/8 | 5.77 | J74N | 35.0 |
| 705/100 | 40 | 80 | 100 | 310 | 28 | 30.5 | 55 | 90 | 70 | 50 | 48 | 54 | 15 | 3/8 | 0.50 | J75N | 10.4 |
| 705/2 | 40 | 80 | 200 | 410 | 28 | 30.5 | 55 | 90 | 70 | 50 | 48 | 54 | 15 | 3/8 | 1.01 | J75N | 12.0 |
| 705/250 | 40 | 80 | 250 | 460 | 28 | 30.5 | 55 | 90 | 70 | 50 | 48 | 54 | 15 | 3/8 | 1.26 | J75N | 13.0 |
| 705/3 | 40 | 80 | 300 | 510 | 28 | 30.5 | 55 | 90 | 70 | 50 | 48 | 54 | 15 | 3/8 | 1.51 | J75N | 14.0 |

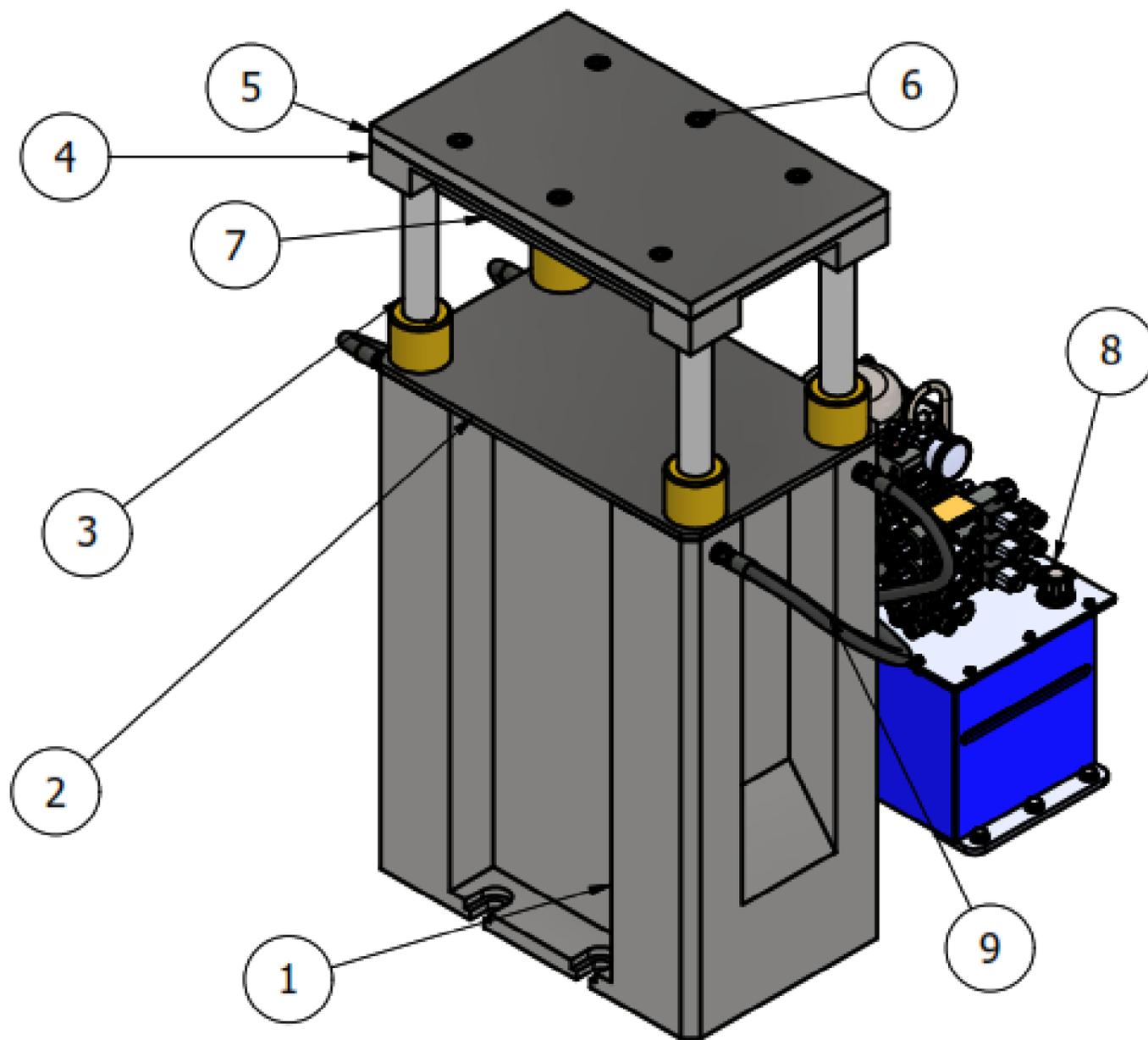
ANEXO 9: PLANOS DEL EQUIPO



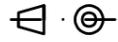
| | | Fecha | Nombre | Guantes |  | |
|---|-------|----------|------------------|---------|---|--|
| Dib. | | 15/03/24 | Ignacio González | | | |
| Rev. | | 15/03/24 | Ignacio González | | | |
| Apr. | | | | | | |
| Esc. | 1 : 2 | | Torso del guante | | Cuero | |
|  | | | | | | |
| Toler. | | | | | | |
| Rug. | | | | | | |

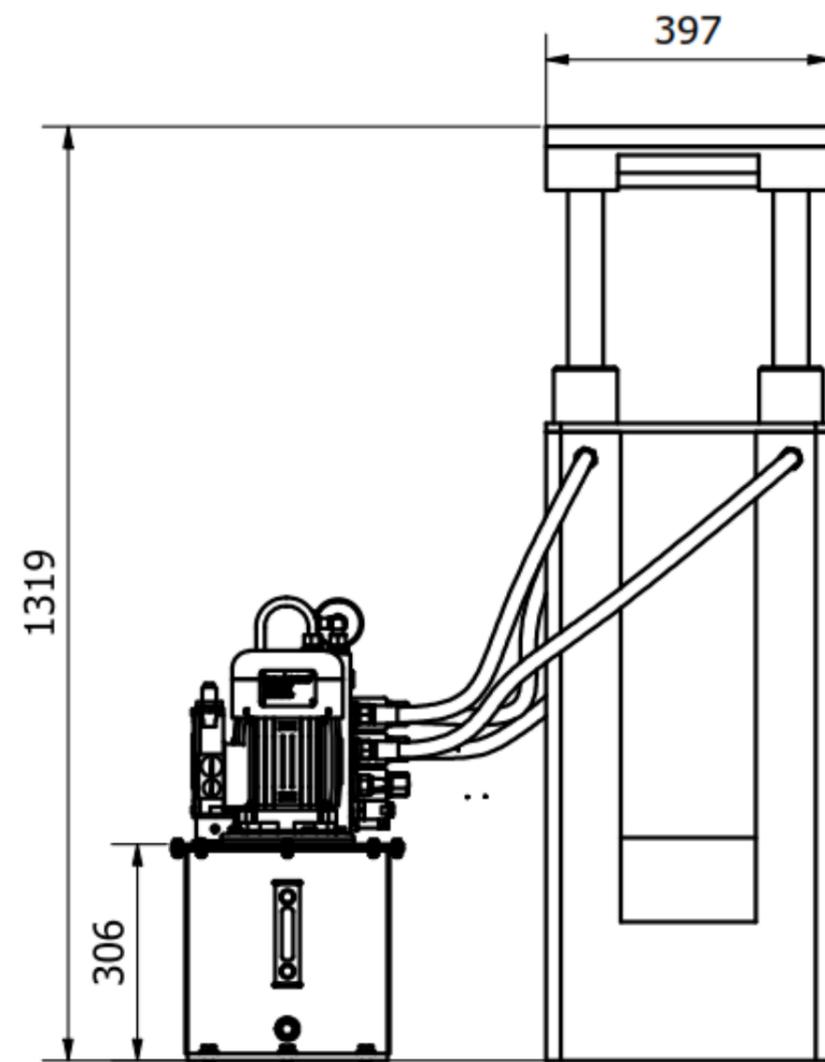
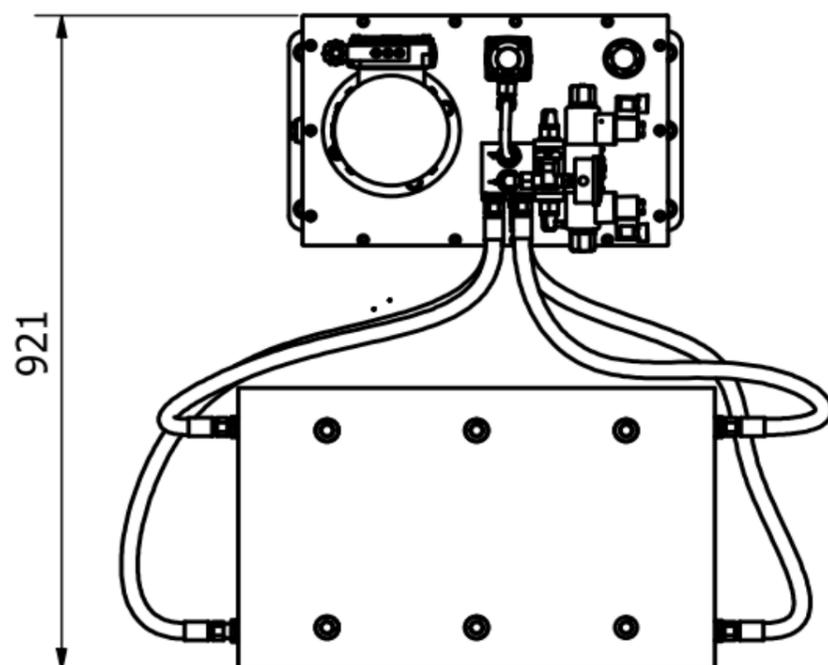
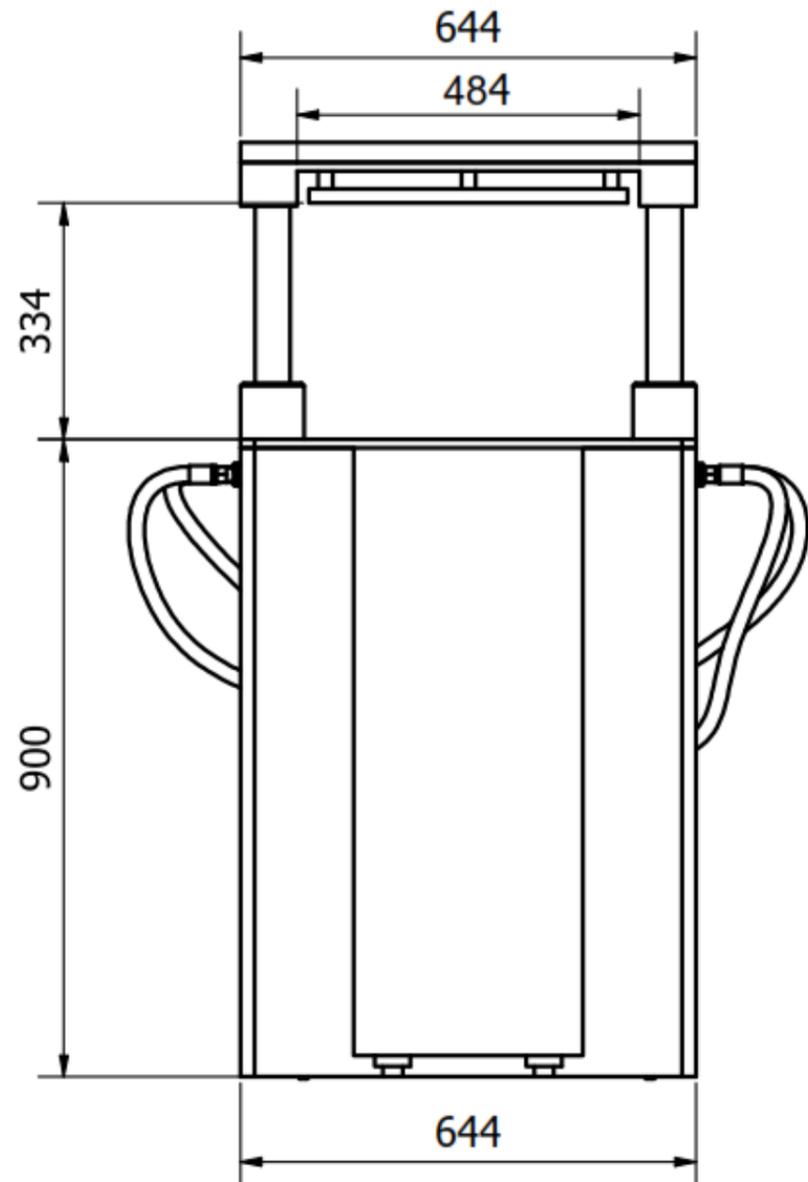


| | | | | | |
|---|-------|--|------------------|------------------------|---|
| | | Fecha | Nombre | Dimensiones de la tira |  FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA- ELECTRONICAS <small>U. N. N. P. S. F. H. C. H.</small> |
| | Dib. | 08/04/23 | Ignacio González | | |
| | Rev. | 08/04/23 | Ignacio González | | |
| | Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 5 | Distancias entre piezas y medidas de la tira | | Cuero | |
|  | | | | | |
| Toler. | Rug. | | | | |

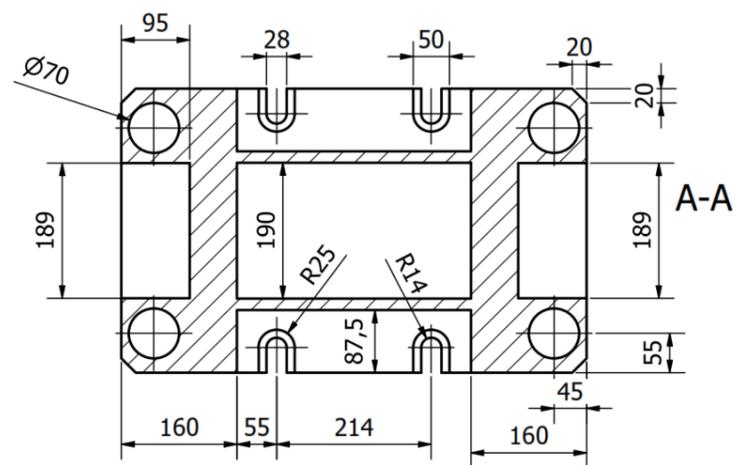
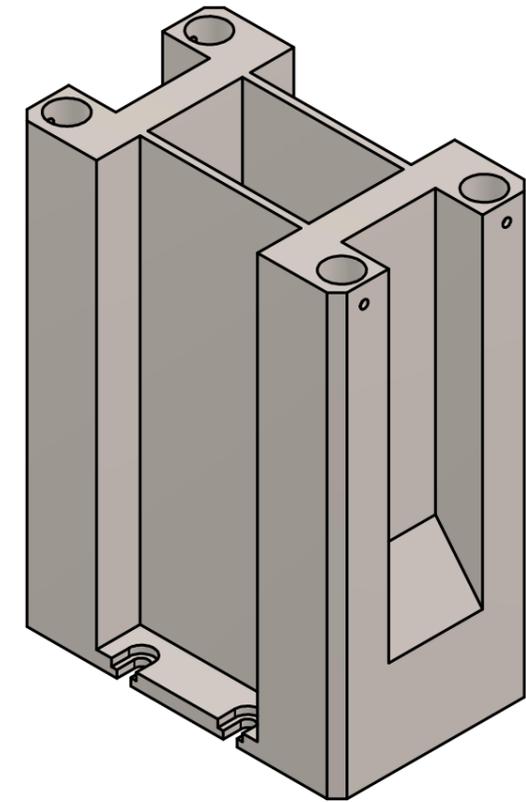
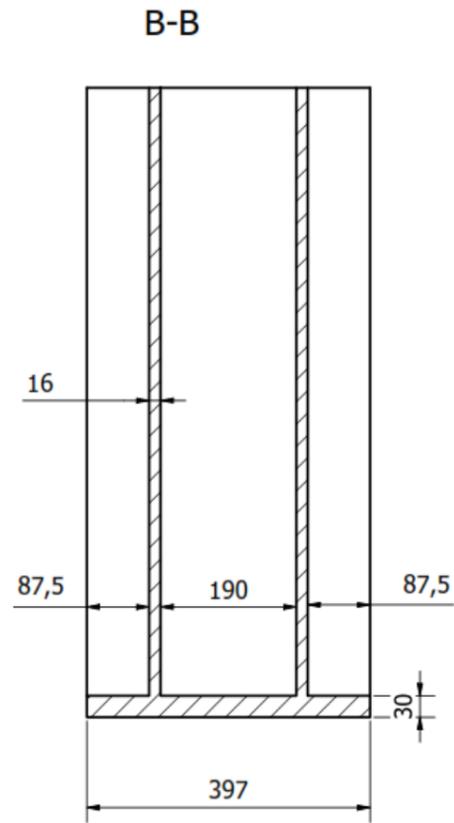
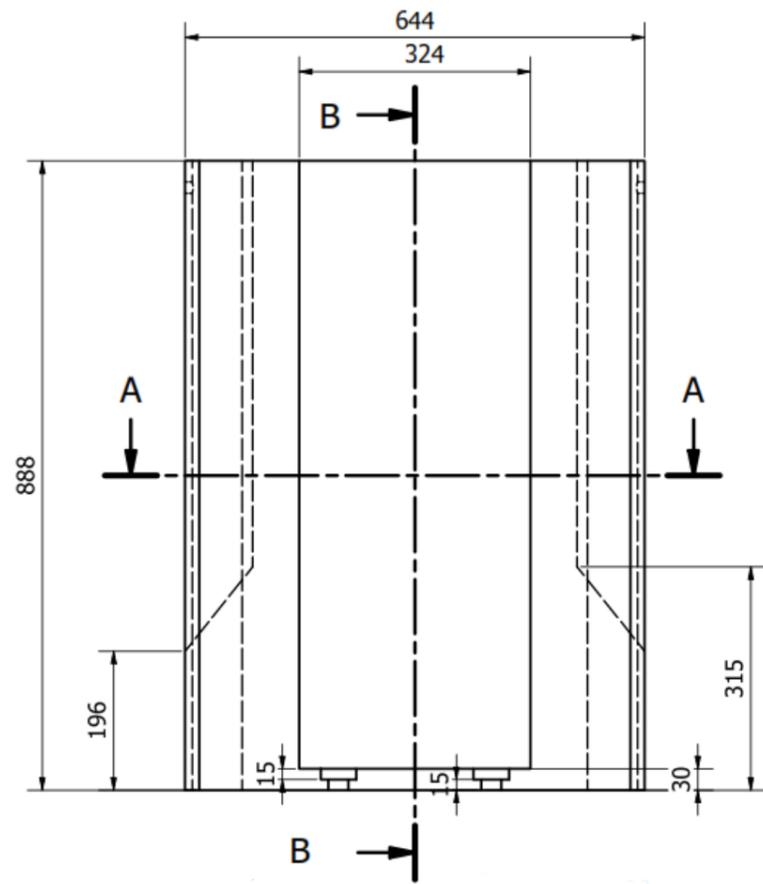


| LISTA DE PARTES | | | |
|-----------------|-------|---|-------------|
| ITEM | CANT. | ELEMENTOS | DESCRIPCION |
| 1 | 1 | BASE TROQUEL | |
| 2 | 1 | PLACA BASE | |
| 3 | 4 | Cilindro Hidraulico | |
| 4 | 1 | PLACA SUPERIOR1 | |
| 5 | 1 | PLACA SUPERIOR2 | |
| 6 | 6 | Tornillo de cabeza hueca_iso(ISO 4762 M10 x 30 - 30N) | |
| 7 | 1 | PLACA TROQUELADORA | |
| 8 | 1 | Máquina de bomba de aceite hidráulico | |
| 9 | 4 | Manguera Hidraulica | |

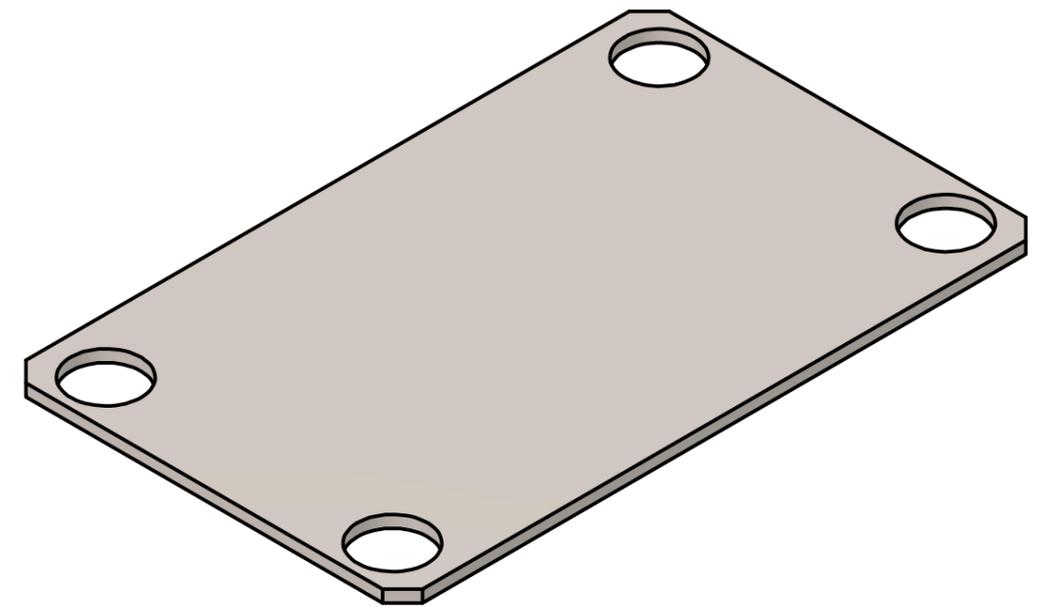
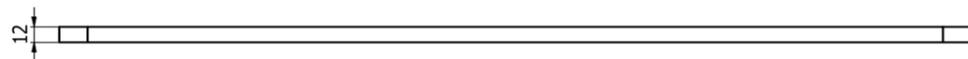
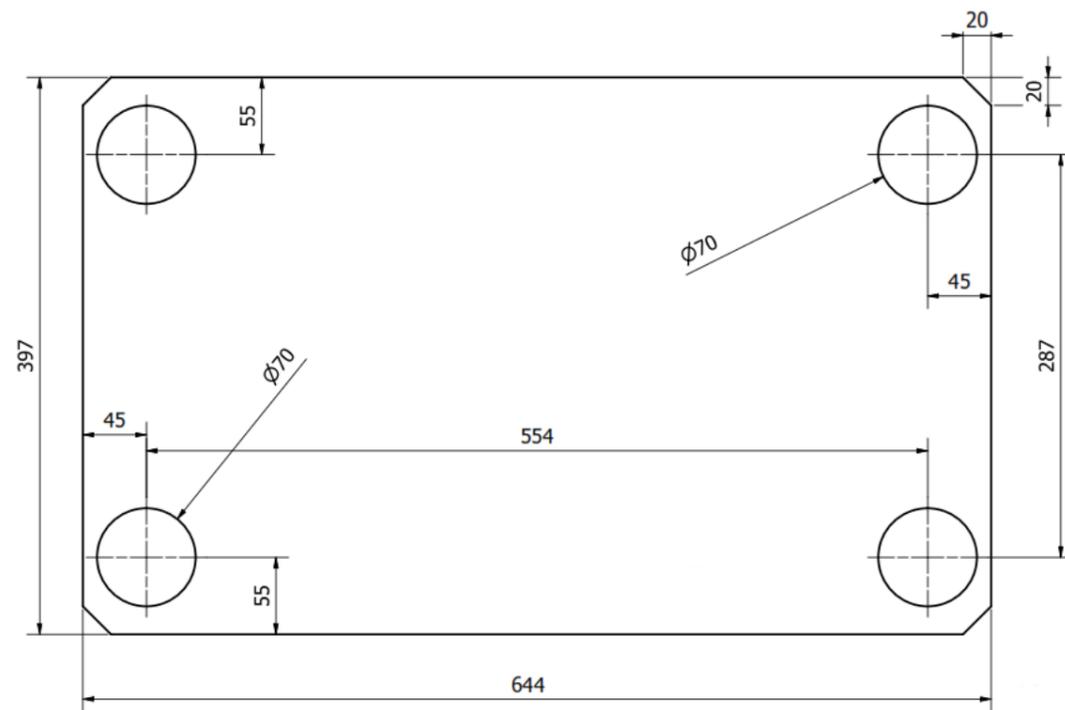
| | | | | | |
|---|--------|----------|---------------|---|------------------|
| | Fecha | Nombre | Troqueladora |  | |
| | Dib. | 15/03/24 | | | Ignacio González |
| | Rev. | 15/03/24 | | | Ignacio González |
| | Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 10 | | Vista General | Acero | |
|  | | | | | |
| Toler. | Rug. | | | | |



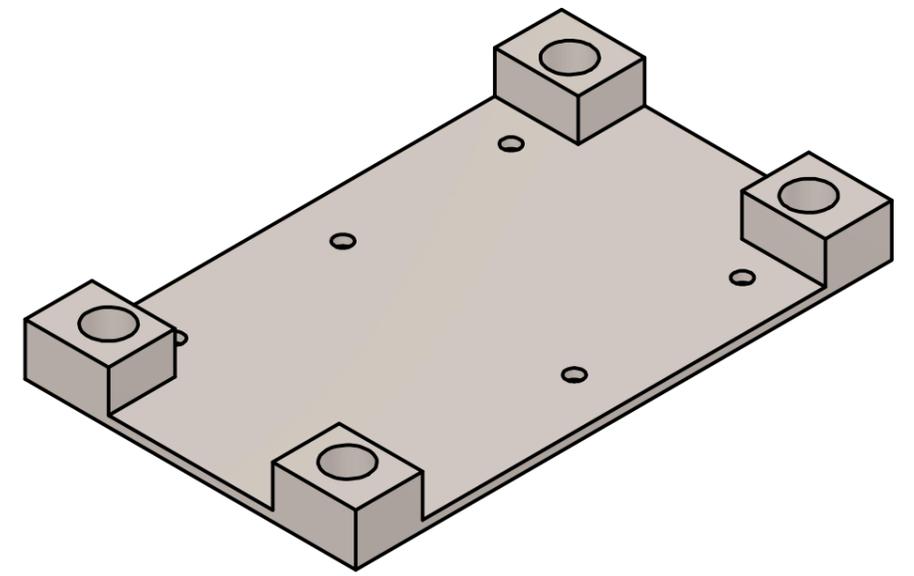
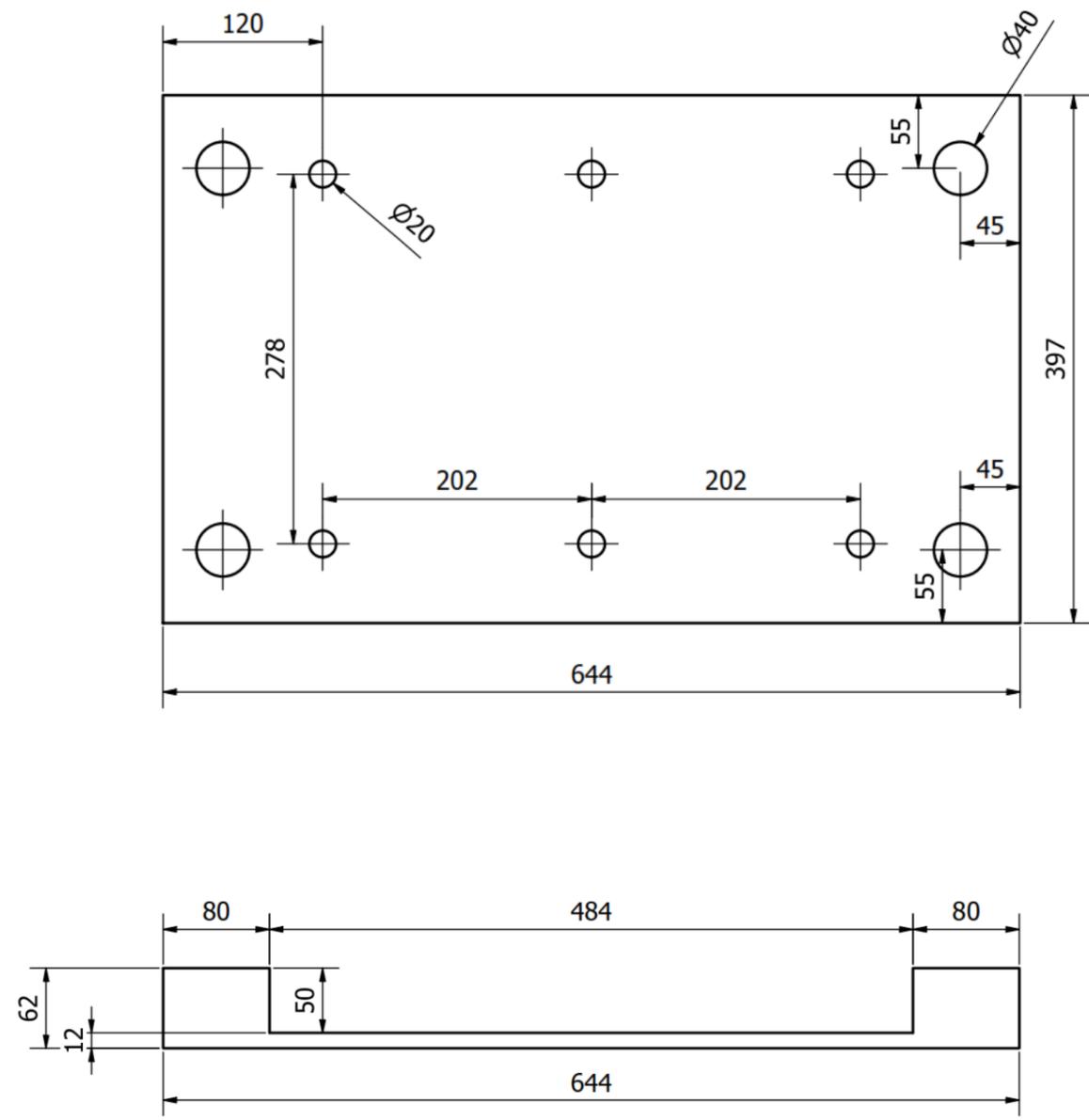
| | | | | | |
|---|-------------------|----------|------------------|--------------|---|
| Esc. 1 : 10 ⊕ ⊖ Toler. Rug. | Dib. | Fecha | Nombre | Troqueladora |  |
| | Rev. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| | Apr. | | | | |
| | Medidas Generales | | | Acero | |
| | | | | | |



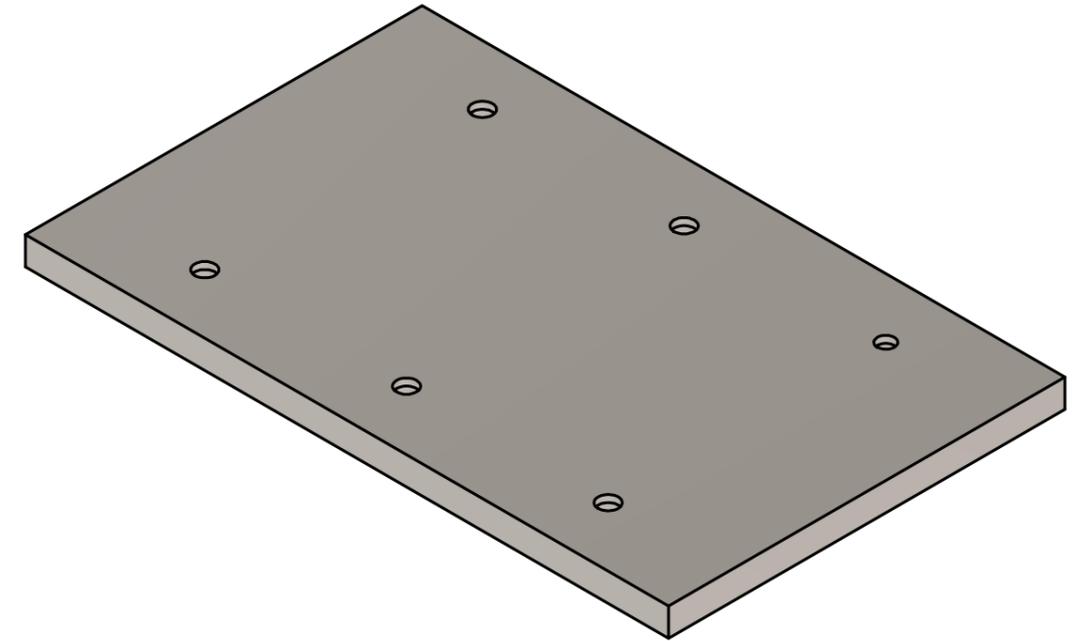
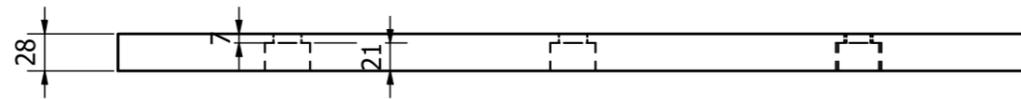
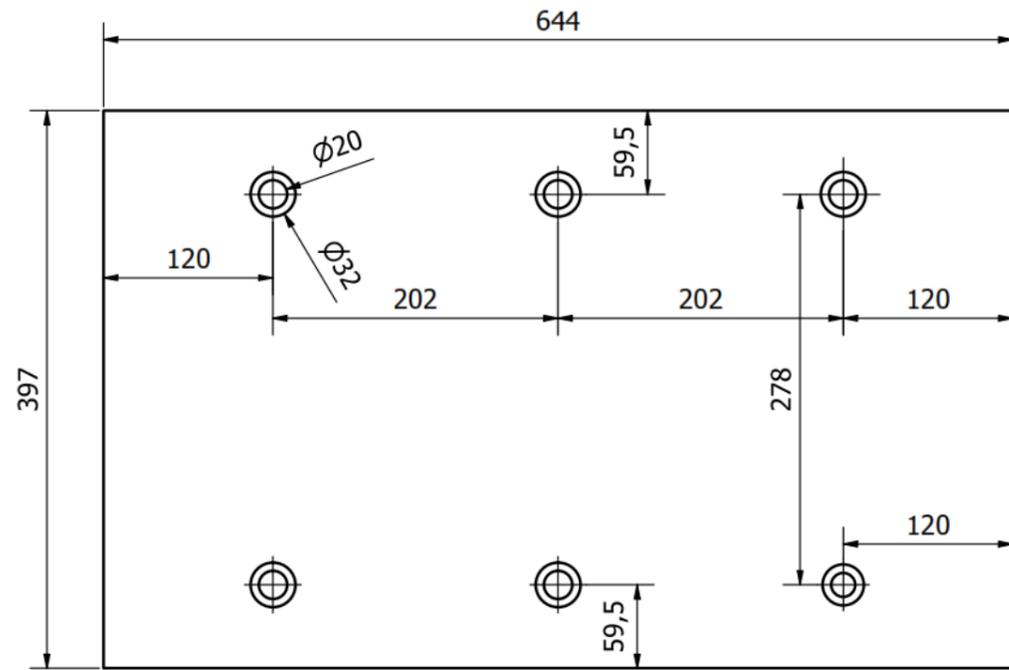
| | | | | | |
|----------------|----------------------|----------|------------------|--------------|---|
| Esc. 1 : 10 | Dib. | 15/03/24 | Ignacio González | Troqueladora |  FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA - ELECTRONICAS M.M.P.F.P.H. |
| | Rev. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| | Apr. | | | | |
| | Apr. | | | | |
| Toler. Rug. | Base de Troqueladora | | | SAE 1020 | |
| | | | | | |



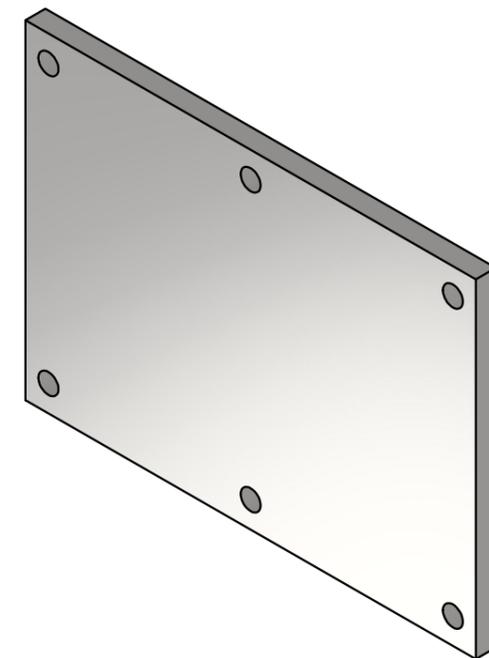
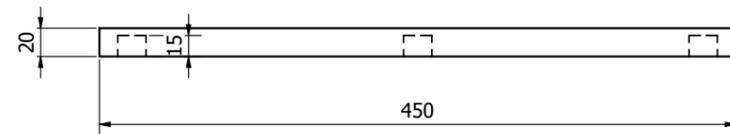
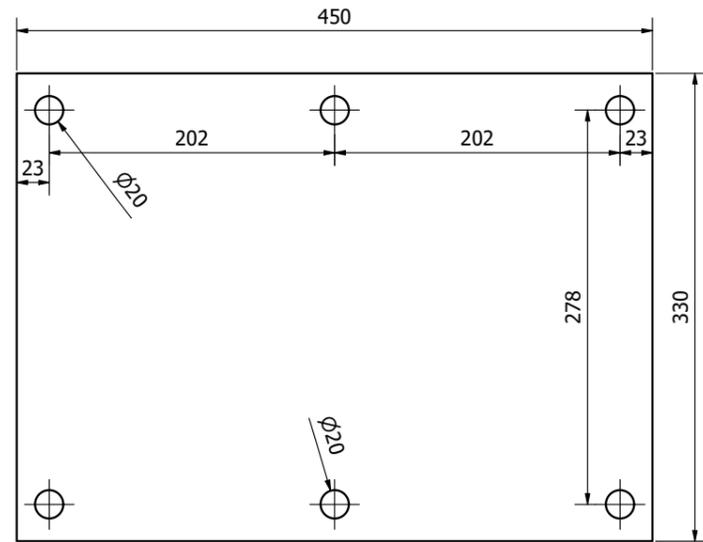
| | | | | |
|---|----------|------------------|--------------|---|
| | Fecha | Nombre | Troqueladora |  |
| Dib. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| Rev. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 5 | | Placa Base | SAE 1020 |
|  | | | | |
| Toler. Rug. | | | | |



| | | | | | |
|---|----------|------------------|------------------|---|------------------|
| Dib. | Fecha | Nombre | Troqueladora |  | |
| | 15/03/24 | Ignacio González | | | |
| | Rev. | 15/03/24 | | | Ignacio González |
| | Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 5 | | Placa Superior 1 | SAE 1020 | |
|  | | | | | |
| Toler. | | | | | |
| Rug. | | | | | |



| | | | | | |
|---|-------|----------|---------------------|---|------------------|
| | Fecha | Nombre | Troqueladora |  | |
| | Dib. | 15/03/24 | | | Ignacio González |
| | Rev. | 15/03/24 | | | Ignacio González |
| | Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 5 | | Placa Superior 2 | SAE 1020 | |
|  | | | | | |
| Toler. Rug. | | | | | |



| | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------------|---|
| | Fecha | Nombre | Troqueladora |  |
| Dib. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| Rev. | 15/03/24 | Ignacio González | | |
| Apr. | | | | |
| Esc. | 1 : 5 | | Placa Troqueladora | SAE 1020 |
|  | | | | |
| Toler. Rug. | | | | |