



**Diseño y construcción de una maquina despresadora para gallina asada en la  
empresa “Asadero Doña Miryam”**

**Edwin Jair Pedraza Mora**

Código: 10431623080

**Diego Fernando Muñoz Ramírez**

Código: 10431629697

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2022

**Diseño y construcción de una maquina despresadora para gallina asada en la empresa  
“Asadero Doña Miryam”**

**Edwin Jair Pedraza Mora**

**Diego Fernando Muñoz Ramírez**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Electromecánico**

Director (a):

Doctor, Ingeniero. Carlos Arturo García Gómez

Codirector (a):

Doctor, Ingeniero. Juan Carlos Monroy Castro

Línea de Investigación:

Nombrar la línea de investigación en la que se enmarca el trabajo de grado.

Grupo de Investigación:

Nombrar el grupo en caso de que sea posible

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2022

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

Bogotá D.C., 29 octubre 2022.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
<b>Preliminares .....</b>	<b>13</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>18</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b>3. Planteamiento del problema .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Justificación .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Marco Teórico .....</b>	<b>25</b>
5.1 Cinta Sierra y Sierra Sinfín	25
5.1.1 Selección de cintas sierra .....	27
5.1.2 Tensión de montaje de la cinta .....	29
5.1.1 Características de la cinta .....	30
5.2 Acero inoxidable	34
5.3 Normas para maquinaria de manipulación de alimentos	35
5.3.1 Decreto 1500 del 2007 .....	35
5.3.2 Norma Española UNE-EN 12268 .....	35
5.3.3 Norma de seguridad y salud en la utilización de maquinaria: Recomendaciones prácticas por la OIT .....	36
<b>6. Desarrollo Metodológico</b>	<b>37</b>
6.1 Características de la gallina asada	39
6.2 Diseño y construcción de la máquina despresadora	42
6.2.1 Chasis y estructura base .....	42
6.2.2 Cálculo y selección de la cinta sierra .....	45
6.2.3 Selección Poleas y guías .....	47
6.2.4 Cálculo y selección de motorreductor .....	50
6.2.5 Dinámica de la cinta sierra (Fuerzas) .....	52
6.2.6 Sistema de potencia y corte .....	55
6.2.7 Sistema Eléctrico .....	55

6.2.8	Sistema de dislocación de huesos .....	57
6.2.9	Sistema de sujeción de la gallina y avance al corte .....	60
6.2.10	Protección y seguridad de la máquina .....	63
6.3	Prototipos .....	64
6.3.1	Prototipo I .....	64
6.3.2	Prototipo II .....	67
6.4	Pruebas de campo y resultados .....	71
6.5	Costos .....	75
6.6	Manual de mantenimiento y operación máquina despresadora .....	76
<b>7.</b>	<b>Análisis de Resultados .....</b>	<b>80</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>82</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>85</b>
<b>10.</b>	<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>92</b>

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1: Sierra sinfín vertical .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2. Sierra sinfín horizontal .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3. Modelo de las guías de la hoja .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 4. Relación del ancho de la hoja con el contorno de la pieza .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5. Partes de una cinta sierra .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 6. Dientes pico de loro .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7. Dientes pico de loro fondo plano .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8. Dientes Puntiagudos .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 9. Dientes Puntiagudos fondo plano .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 10. Diente rompedor .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 11. Diente Uniforme Sencillo o Scallop .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 12: Medidas laterales e inferiores de la gallina asada entre muslos y alas .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 13: Medidas laterales de la gallina asada. Altura desde la rabadilla al corte del cuello y longitud del muslo .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 14: Grueso del hueso de la gallina medido experimentalmente .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 15: Ensamblaje total de la despresadora y medidas del chasis .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 16: Medidas en cm placa base .....</b>	<b>43</b>

<b>Figura 17: Guarda y base carro de avance .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 18: Soporte Tensor Poleas .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 19: Esquema de la cinta sierra incorporada en la máquina despresadora. Medidas en cm .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 20: Esquema poleas conducida y motriz. Medidas en pulgadas .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 21: Vista original de la posición de la cinta junto a la polea .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 22: Guías tensoras cinta sierra inferiores .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 23: Guías de cinta sierra superiores en polímero .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 24: Placa motorreductor seleccionado .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 25: Diagrama de Fuerzas línea de contacto izquierdo de la cinta sierra ...</b>	<b>51</b>
<b>Figura 26: Diagrama de Fuerzas línea de contacto derecho de la cinta sierra ....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 27: Circuito de Potencia de la máquina despresadora .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 28: Circuito de control de la máquina despresadora .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 29: Isométrico sistema de dislocación y apertura de alas y muslos. Medidas en cm .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 30: Medidas en cm barras vista lateral .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 31: Sistema de carro de avance modelo SolidWorks .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 32: Multiplicador de Torque y caja de engranajes prototipo I .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 33: Esquema del ensamble final del sistema de potencia Prototipo I .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 34: Sistema eléctrico prototipo I .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 35: Vista lateral de la cinta para la inclinación del sistema de poleas y cinta .....</b>	<b>67</b>

<b>Figura 36: Prototipo final simulado en SolidWorks con todos los sistemas .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 37: Prototipo final en campo vista frontal .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 38: Prototipo Final Vista Isométrica .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 39: Prueba de corte del salchichón .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 40: Corte de la salchicha sección transversal .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 41: Prueba de corte con salchicha .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 42: Muslos, contramuslos y alas después del corte en bandeja de retención</b>	
<b>Figura 43: Vista lateral de la gallina después del corte de las partes .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 44: Vista frontal de la gallina cortada .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 45: Estado final de la gallina en sus secciones laterales al corte de alas, muslos y contramuslos .....</b>	<b>81</b>



**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1:</b> Datos experimentales resistencia del hueso del pollo al corte .....	41
<b>Tabla 2:</b> Recolección de datos experimentales del tiempo de avance operativo hasta el corte de la gallina .....	60
<b>Tabla 3:</b> Conjunto y organización de datos recolectados en promedio .....	61
<b>Tabla 4:</b> Costos totales del proyecto .....	76

## **Preliminares**

*(Dedicatoria)*

*A mi madre*

*Edwin Jair Pedraza*

*A mi madre, padre y hermano*

*Diego Fernando Muñoz*

### **Agradecimientos**

A los Ingenieros Carlos Arturo García y Juan Carlos Monroy por el apoyo constante y acompañamiento en el desarrollo de este proceso. Así mismo con su paciencia y motivación constante en el logro y desarrollo de las capacidades propias y conocimientos compartidos.

Al Asadero Doña Miryam por su disposición para el desarrollo de esta labor y la prestación de sus espacios como medio de apoyo.

## Resumen

El diseño y la construcción de una maquina despresadora con un uso exclusivamente para gallina asada en la empresa “Asadero Doña Myriam” es un prototipo electromecánico que suple una necesidad operativa y de control en uno de sus segmentos de actividad humana en la manipulación del alimento. Puesto que el desarrollo de la maquina se genera a raíz de factores internos de la empresa también permite una proyección para la aplicación en industrias de similar competitividad. Durante los procesos de esquematización, diseño, construcción y pruebas de funcionamiento de la maquina se consignan factores financieros, sociales y políticos que permiten elaborar un sistema que cumpla los requisitos mínimos en la industria alimenticia. Es así como el proceso de desprese para la gallina asada se complementa con un proyecto más innovador y de menor trabajo humano teniendo en cuenta así la integración en un ambiente rural y urbano que constantemente está en inclusión tecnológica.

Los modelos de construcción de dicho prototipo fueron elaborados a raíz de criterios de diseño para la realización de pruebas con error y cambios constantes, ya sea en algunos de sus componentes o en modificaciones de sus sistemas principales garantizando la seguridad en la operación, la higiene en la manipulación alimenticia y el funcionamiento correcto de cada pieza. Los esquemas y figuras usados fueron así mismo plasmados con el apoyo de un software inteligente conocido como SOLIDWORKS especializado en el diseño 3D, guiando de manera correcta cada uno de estos cambios realizados en su construcción final.

Este trabajo tiene como finalidad el diseño y la construcción de una maquina despresadora para gallina asada que incorpora el proceso de desprese y corte sin lastimar o dañar el producto final al consumidor, como también desarrollar un prototipo que disminuye en gran cantidad tiempos de trabajo y operación en una labor fundamental para un asadero. Los resultados muestran el estado satisfactorio de mayor cumplimiento en cada uno de los objetivos propuestos y la implementación de herramientas de diseño que constantemente ayudan al mejor desarrollo de artefactos o dispositivos en una era de constante mejora.

Palabras clave: Despresadora, dislocación, prototipo electromecánico, gallina asada.

## Abstract

The design and construction of a depressing machine to be used exclusively for roast chicken in the company "Asadero Doña Myriam" is considered as an electromechanical prototype that meets an operational and control need in one of its segments of human activity in the handling of food. Since the development of the machine is generated as a result of internal factors of the company, it also allows a projection for application in industries of similar competitiveness. During the processes of schematization, design, construction and operation tests of the machine, financial, social and political factors are consigned that allow to elaborate a system that fulfills the minimum requirements in the food industry. Thus, the depressing process for roasted hen is complemented with a more innovative and less human labor project, taking into account the integration in a rural and urban environment that is constantly in technological inclusion. The construction models of this prototype were elaborated as a result of tests with errors and constant changes, either in some of its components or in modifications of its main systems, guaranteeing safety in the operation, hygiene in food handling and the correct functioning of each part. The diagrams and figures used were also captured with the support of an intelligent software known as SOLIDWORKS specialized in 3D design, guiding in a correct way each of these changes made in its final construction.

The purpose of this work is the design and construction of a depressing machine for roast chicken that incorporates the process of depressing and cutting without hurting or damaging the final product to the consumer, as well as developing a prototype that reduces a large amount of work and operation in a fundamental task for a barbecue. The results show the satisfactory state of greater compliance in each of the proposed objectives and the

implementation of design tools that constantly help the best development of artifacts or devices in an era of constant improvement.

Keywords: Depressing machine, dislocation, electromechanical prototype, roasted hen.

## 1. Introducción

El “asadero Doña Miryam” es un establecimiento con más de 20 años de operación en el manejo de productos alimenticios para el consumo humano. Durante todo su trayecto se han desarrollado distintos procesos para el ciclo de preparación de gallina asada desde su despacho por proveedor hasta su entrega al consumidor final como son lavado, cocinado, dorificación, desprese y empaque. Cada uno de estos procesos se realiza en un área específica y con un operario encargado principalmente de ejecutar el trabajo. Sin embargo, dicha labor también puede ser realizada por los demás operarios ya que ejecutan diversas tareas en cualquiera de los procesos mencionados.

Con la implementación de máquinas industriales en el área alimenticia se ven reflejados los cambios operativos y técnicos que se desarrollan constantemente a través del tiempo frente a la mejora de procesos en línea (grandes industrias) o de industrias pequeñas. La investigación en la historia desde la revolución industrial en el avance tecnológico para mejorar el proceso de partes específicas en el tratamiento de los distintos alimentos[2] es uno de los argumentos que evidencian dichos cambios. Como proceso fundamental de investigación para el desarrollo del proyecto se indago virtualmente varias empresas, cuyos procesos alimenticios se vieron correlacionados en el manejo, desprese y cocción, ya sea con máquinas de accionamientos manuales o automáticos. En estos equipos que cumplen una tarea específica de corte o desprese, se ven involucrados el tipo de proceso lineal y producción masiva que usan, como por ejemplo la empresa FAM y STUMABO INTERNACIONAL[3], que conserva durante sus 50 años de trayecto en la industria, el diseño y fabricación de cortadoras de precisión. Con todo esto se ven también involucrados distintos proyectos o trabajos realizados de diseños y construcciones de máquinas de corte



alimenticio o que usen el sistema de Sierra Sinfín para cortar algún producto. Unos ejemplos alusivos son el diseño y construcción de una picadora de lonja de cerdo[13] y el diseño y construcción de una sierra mecánica alternativa para corte de madera[4], destacando el sistema principal de corte con uso de cinta sierra.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

- Realizar el diseño y la construcción de una maquina despresadora para gallina mediana asada con corte en alas, muslos y contramuslos para empresas medianas y pequeñas de producción alimenticia.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar los factores que influyen en los cortes como son tiempos de corte y dislocación, y así mismo los materiales de fabricación que permitan el contacto directo con el producto y el fácil acceso en un área determinada.
- Diseñar y esquematizar una máquina de corte fino y suave para gallina asada en sus secciones laterales (muslos, contramuslos y alas) por medio de una cinta sierra sin fin ajustable y guías para la dislocación para el mínimo manejo de un operario y la adaptación del tamaño de la gallina.
- Aplicar las normas de gestión alimentaria a nivel nacional estableciendo los protocolos específicos tanto en mantenimiento como en producción para la sanidad, control y desarrollo de la máquina.
- Evaluar el funcionamiento de la máquina, así mismo como la cantidad de cortes en función del tiempo y su seguridad en espacios reducidos.
- Desarrollar un Manual de operación y mantenimiento que permita la sencilla accesibilidad y manejo por parte de un operario al momento del uso del prototipo.

### **3. Planteamiento del problema**

Durante el trayecto de los procesos de lavado, cocinado, dorado, desprese y empaque es de gran importancia la manipulación manual y constante por parte de los trabajadores de la empresa para realizar estas labores. Muchos de sus procesos son estrictamente realizados por sus trabajadores evitando el uso de tecnologías alternativas que colaboran y mejoran las técnicas de producción ya desarrolladas a gran escala. Entre esto se destaca la complejidad del trabajo del desprese, el cual no solo requiere un cuchillo para su corte sino fuerza humana para ocasionar dislocación en la zona de conexión entre el muslo y contramuslo para ejecutar los cortes de la manera más fina posible.

A raíz de la ejecución de estas funciones en el desprese se destaca el hecho que, para maximizar la entrega de gallina asada hasta el empaque, se requiere un trabajo en un tiempo determinado evitando retrasos operativos. Esto depende del día de la semana y la hora del flujo de ventas que se generen. En los fines de semana, con un volumen de ventas más alto entre las franjas de almuerzo y cena, se despresan aproximadamente 70 gallinas en el día, requiriendo un trabajador experto en el área que ejecute el desprese en el menor tiempo posible. Durante solo esta fase de trabajo, el operario se demora aproximadamente 3 minutos por cada gallina asada realizando los cortes, dislocación y desprese; se tiene en cuenta que la labor primero se efectúa realizando un corte transversal por toda la sección media de la gallina permitiendo tenerla dividida para finalizar los cortes y facilitar el proceso de empaque.

Gracias a este gran desarrollo manual por parte de un operario para todos los despreses, a pesar de la gran experiencia adquirida y los años de trabajo en el área, es uno de los procesos que más agotamiento físico y mental generan en los empleados del

establecimiento. Por esta razón automatizar y llegar a un equipo que disminuya y mejore considerablemente la ejecución del desprese, optimizaría totalmente el trabajo y mejoraría la calidad laboral de los empleados

Esto conlleva a asimilar y plantear una máquina que cumpla las especificaciones por parte del Asadero mejorando su operación.

#### **4. Justificación**

Los motivos fundamentales de la investigación para la construcción de la maquina despresadora, se centran en el uso de elementos electromecánicos que permiten la posibilidad de automatizar un proceso constante visto en muchas de las empresas descritas y definidas en la Ley 590[27] de Colombia para manipulación de alimento avícola. A raíz de la búsqueda de mejores tecnologías constantemente, el artefacto para el corte de la gallina asada es una máquina de elaboración limitada por la baja existencia de prototipos similares en restaurantes e industrias pequeñas. Así mismo el no encontrar similitud en máquinas que cumplan la funcionalidad descrita por la despresadora del proyecto lo hace un factor viable para la construcción continua de la máquina y su rentabilidad en varias compañías.

La máquina despresadora de corte para alas, muslos y contramuslos de gallina asada es un prototipo electromecánico que permite la menor manipulación por parte de una persona que trabaje en el restaurante. A raíz de que en la empresa “Asadero Doña Miryam” depende de sus trabajadores para ejecutar la mayoría de los trabajos manualmente, el corte constante por parte de un operario no les ha resultado beneficioso al generar incapacidad o enfermedades laborales a largo plazo y así en consecuencia el tiempo de operación realizado se afecta directamente e inhabilita la posibilidad de aumentar las ventas por retrasos.

La construcción de la maquina permitirá evaluar y diferenciar la complejidad del trabajo realizado manualmente en los cortes de la gallina asada frente a la facilidad automática de los cortes por el dispositivo sin necesidad de manos operativas que infieran únicamente al encendido y apagado de ésta. Sin embargo, esto también implica la disminución de los tiempos por corte y el fácil manejo de la máquina. Este nivel de eficiencia

se mide desde una perspectiva matemática al comparar los tiempos de corte y dislocación en todo el proceso de manera cronométrica.

## 5. Marco Teórico

### 5.1. Cinta sierra y sierra sinfín

La sierra de cinta es una de las herramientas más populares, comunes y usadas en industrias como el aserrado y producción en líneas alimenticias. Puede hacer cortes rectos curvos y en ángulo y de acuerdo con esta posición son denominadas como horizontales o verticales. La hoja de sierra o cinta sierra tiene una tira metálica dentada que se desplaza continuamente en bucle por 2 o 3 ruedas giratorias conocidas como volantes o poleas. En este sistema básico la cinta va montada sobre dichos volantes y pueden o no estar separados por un bastidor[7].

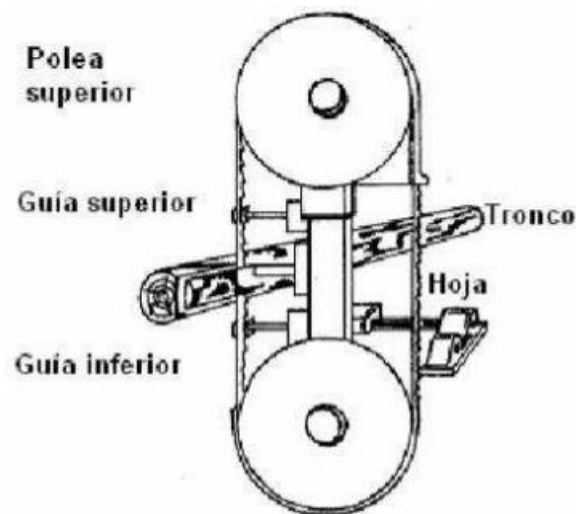


Figura 1. Sierra sinfín vertical[7]

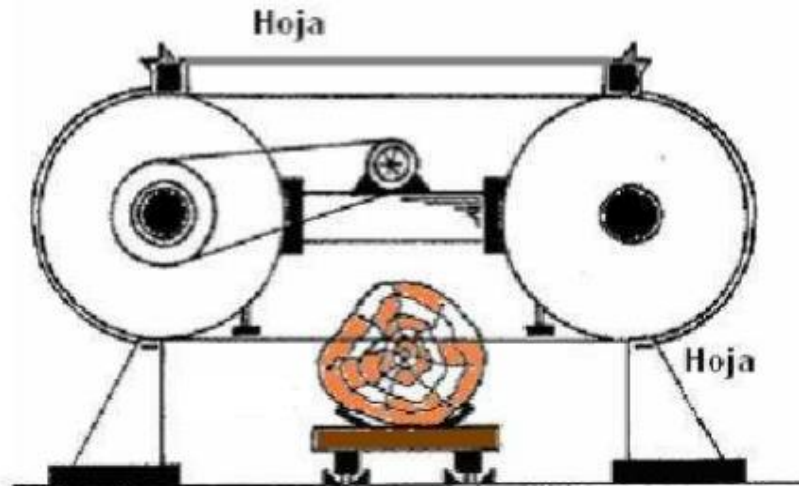


Figura 2. Sierra sinfín horizontal[7]

Entre las ventajas más destacables se encuentran las pocas pérdidas en la vía del corte, la capacidad de una regulación en su velocidad a través de distintos mecanismos eléctricos o mecánicos y la facilidad de adaptación en tamaño del material a cortar. Así mismo como desventajas se destacan su posible elevado costo debido al material de fabricación, la gran necesidad de un espacio ya sea para su instalación o adecuación y el mantenimiento riguroso de la hoja o cinta sierra[4]. Entre sus partes o componentes más importantes se encuentran los volantes o poleas, las guías de sujeción o tensión y el sistema de arranque, siendo importante que el volante superior sea liviano. Algunos volantes pueden poseer rayos o espacios elevados en su borde que disminuyen la resistencia al contacto con la cinta[17].

Como principio de ensamble y corte en sierras sin fin hay que considerar que la cinta sierra sobresalga 5 mm desde el fondo de su garganta hasta el borde interior de volante; es decir, 5mm fuera de la superficie del volante para evitar desgaste al contacto entre estos. El volante inferior al ser el motriz o conductor debe ser de mayor peso y un poco más macizo



que el conducido[7]. Las guías de sujeción de la cinta son fundamentales ya que deben permitir el desplazamiento de la cinta en su movimiento y se regulan de tal manera que haya libertad en ese movimiento sin desvíos alternos como se ve en la figura 3, evitando el desvío lateral de la cinta al momento que un material entra en contacto para el corte. Las guías también se utilizan como tensores de la cinta sierra ajustando el mecanismo de sección de corte para el material a trabajar y disminuyendo el efecto de oscilación de la cinta generando estabilidad al sistema. La separación de las guías debe ser de 0.2 a 0.5 mm en ambos lados de la cinta sierra y estas pueden ser fijas o telescópicas[7].

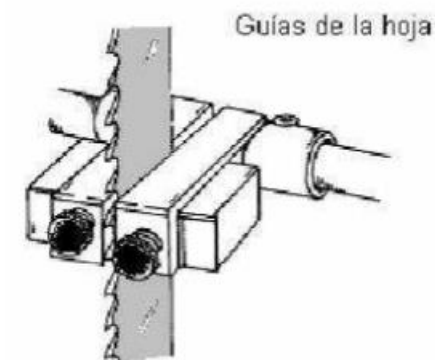


Figura 3. Modelo de las guías de la hoja[7]

### 5.1.1. Selección de Cintas sierra

Paso 1: Selección del tipo de cinta determinando el material de acuerdo con el producto que se va a cortar y las aplicaciones en general[4].

Paso 2: Determinar dimensiones específicas o requeridas de acuerdo con la maquina construida. Tener en cuenta la distancia entre centros de las poleas. El ancho de la hoja es la distancia entre la punta del diente a lo ancho de la cinta. Hay que tener en cuenta los

parámetros de sobresalida de la cinta entre el volante. Para cortar contornos se usa la hoja más ancha que pueda cortar dicho contorno requerido. Use la figura 4 para hallar esta relación[4].

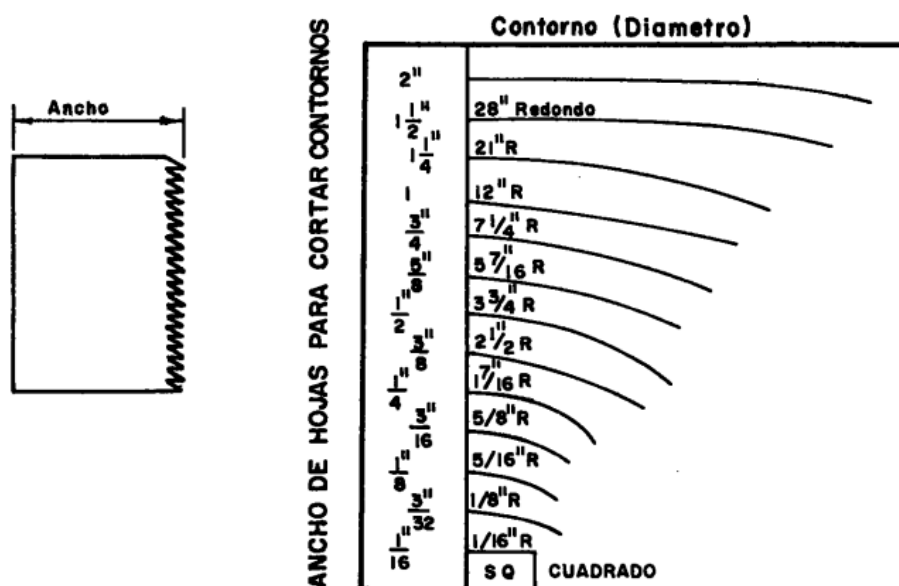


Figura 4. Relación del ancho de la hoja con el contorno de la pieza[4]

Paso 3: Seleccionar el número de dientes por pulgada teniendo en cuenta el espesor del material a cortar. Una cinta de paso fino se usa para materiales delgados requiriendo un mayor número de dientes por pulgada. Mínimo dos dientes deben estar en contacto con la pieza a cortar en todo momento[4].

Paso 4: Seleccionar el calibre de la cinta. Se denomina calibre al espesor de la hoja y se varia cuando el ancho de ésta es limitado por la capacidad de la maquina usándose uno mayor al de fabricación[4].

Las hojas para sierra se fabrican en acero ya sea al tungsteno, acero rápido o alguna aleación de estas tanto en cintas duras como flexibles. Sus medidas están entre 12, 14, 17, 18, 21 y 24 pulgadas de largo y 0.032, 0.049 y 0.065 pulgadas de espesor dependiendo el material a corte y las medidas específicas de aplicación. Para cintas de longitud corta se fabrican con un ancho de 5/8 a una pulgada y para longitudes largas entre 1-1/2 y 2 pulgadas. Las cintas de longitud cortas consideradas como no mayores a 12 pulgadas pueden tener una cantidad de dientes por pulgada entre 18, 14, 10 y 6; asimismo las cintas de longitud larga consideradas como no mayores a 24 in pueden tener una cantidad de dientes por pulgada entre 10, 6 y 4[4]. Todas estas medidas fueron consideradas por la norma NBS R90-46 desarrollada en Estados Unidos de América, la norma española UNE- EN 12268: Requisitos de seguridad e higiene para maquinaria de industria alimenticia con sierras de cinta[15] y la norma de seguridad y salud en la utilización de la maquinaria desarrollada por la OIT (Oficina Internacional del trabajo ) en Ginebra con la participación de más de 50 personas de todo el mundo[14] (Sección 5.3).

### 5.1.2. Tensión de montaje de la cinta

La tensión mínima de montaje permitida a que se someten las cintas sierra para que trabajen es de 350 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, este valor de tensión solo funciona de base y guía para algunas maquinas debido a que los avances en maquina modernas permiten tracciones y fuerza mayores a esta cifra[7]. La tensión de montaje se puede calcular de la siguiente manera:

$$Et = \frac{F}{S} \text{ donde } F = \frac{Tm}{2}, S = a * e \quad (1)$$

$$\text{Se tiene: } Et = \frac{Tm}{2*a*e} \quad (2)$$

$$\text{Por lo tanto: } Tm = 2 * a * e * Et \quad (3)$$

Donde:

- **F** = Fuerza en Kg
- **S**= Superficie en cm<sup>2</sup>
- **Tm** = Tensión de montaje en Kg
- **a** = ancho de la Sierra en cm
- **e** = espesor de la hoja de la sierra en cm
- **Et** = Esfuerzo de tracción de la cinta en kg/cm<sup>2</sup>

### 5.1.3. Características de la cinta

La cinta sierra al fabricarse de acero posee propiedades como dureza Brinnel superior a los 250 HB[33], tenacidad, resistencia a la oxidación, etcétera. El ancho de este elemento se relaciona con el ancho del volante en las que será usada. Para ello se considera emplear cintas mayores de 15 mm que el ancho de los volantes o también cintas de un ancho menor de 10 mm que el ancho de los volantes, permitiendo que en el proceso de re afilado de la cinta sierra la disminución del material no afecte el volante directamente al contacto de nuevo en movimiento. Se debe descartar la cinta cuando su ancho ya está reducido a la tercera parte del ancho original[7]. El cálculo del espesor se obtiene mediante la formula:

$$e = \text{Diámetro del volante(mm)}/1000 \quad (4)$$

Las hojas más delgadas requieren dientes con más cuerpo y mientras menor sea su espesor se tiende a aumentar su ancho para mantener estabilidad en los cortes[7].

El largo de la cinta en general es de 6 a 8 veces el diámetro de los volantes; sin embargo, hay que considerar disminuir esta relación cuando un volante es de gran diámetro. La longitud de la cinta se mide una vez tensada y se pueden emplear métodos como cuerdas sogas o dispositivos mecánicos como tensiómetros[7].

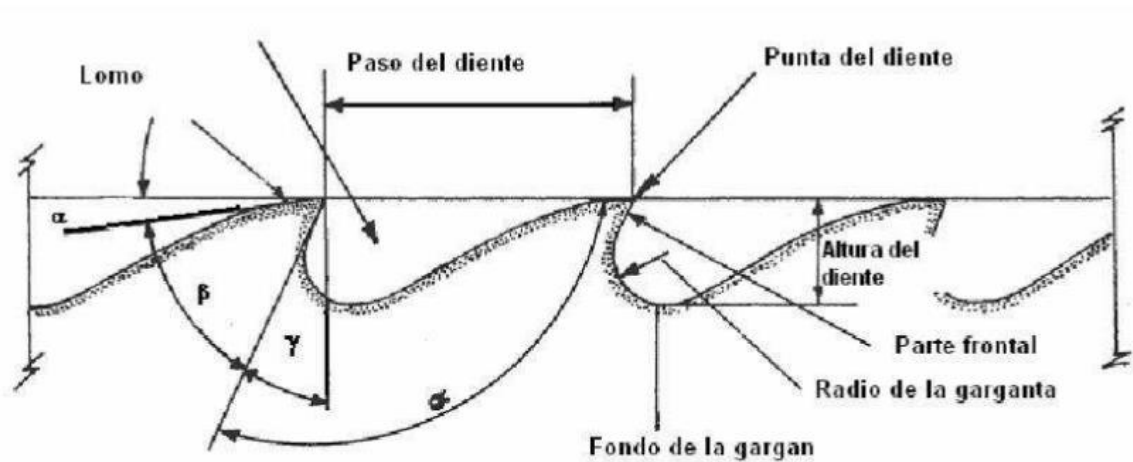


Figura 5. Partes de una cinta sierra[7]

El paso de un diente es la distancia que hay entre dos dientes sucesivamente y para determinarlo se considera la velocidad de corte, la velocidad de avance, el perfil del diente, el tipo de material de corte y finalmente el ancho y espesor de la cinta[18].

Hay distintas variaciones en la forma o perfil de los dientes de acuerdo con el método de aplicación o elemento a cortar como lo son[7]:

- Pico de loro: Tiene una garganta amplia y emplea ángulos de ataque elevados hacia un sentido asegurando rigidez y estabilidad. es el más usado en la actualidad para cintas anchas[7].

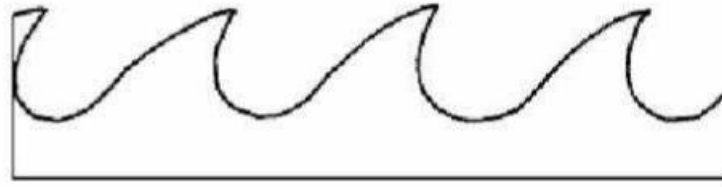


Figura 6. Dientes pico de loro[7]

- Pico de loro fondo plano: similar al pico del oro clásico, pero con garganta plana mejorando la salida del material en corte.[7]

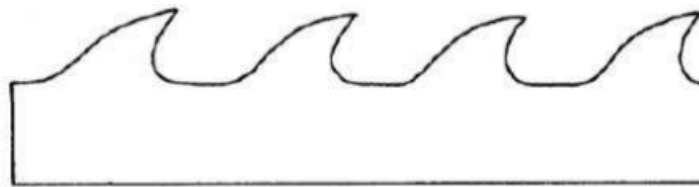


Figura 7. Dientes pico de loro fondo plano[7]

- Diente puntiagudo: Uso exclusivo para cintas angostas menores a 60 mm de ancho. es bastante resistente, pero con baja garganta[7][17].



Figura 8. Dientes Puntiagudos[7]

- Puntiagudo de fondo plano: posee un ángulo de desprendimiento amplio y una garganta igualmente de amplia que permite la evacuación del material. debido a esto se sacrifica el cuerpo del diente dejándolo más reducido usado principalmente en materiales blandos y de alto contorno[7].

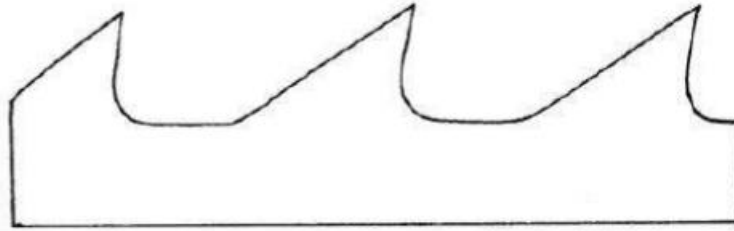


Figura 9. Dientes Puntiagudos fondo plano[7]

- Diente rompedor: presenta una garganta amplia que permite quiebre en el material y fácil evacuación sin embargo presenta dificultades al afilado con máquinas automáticas[7].



Figura 10. Diente rompedor[7]

- Diente Uniforme sencillo: Presenta una garganta corta pero un corte de doble sentido perfecto para materiales que abarcan un corte más fino. Posee una facilidad en el afilado, pero con más rigurosidad para el rompimiento de sus dientes[7].



Figura 11. Diente Uniforme Sencillo o Scallop[10]

Para el ángulo de afilado se tiene en cuenta la superficie del dorso del diente y el pecho de este. Se consideran ángulos de  $56^\circ$  a  $60^\circ$  para materiales duros superiores a 7 HB y de  $48^\circ$  a  $52^\circ$  para materiales blandos menores o iguales a 7 HB. Esta dureza es permisible de

acuerdo con el material de fabricación de la cinta y teniendo en cuenta la equivalencia en dureza Brinell del material a cortar[33]. Es importante tener en cuenta las siguientes fórmulas para calcular velocidades y características de la cinta y la sierra[7].

$$RPM\ Volante = \frac{\phi\ Polea\ Motor * RPM\ Motor}{\phi\ Polea\ Volante} \quad (5)$$

$$Velocidad\ de\ Corte\ (Vc) = \frac{\phi\ Volante * RPM\ Volante * \pi}{60\ segundos} \quad (6)$$

$$Dientes\ en\ trabajo\ (Det) = \frac{Velocidad\ del\ avance * 1000}{60 * espesor\ del\ material} \quad (7)$$

$$Paso\ del\ Diente\ (P) = \frac{Vc * 1000}{Det} \quad (8)$$

La velocidad de avance adecuada y primordial se halla en forma experimental mediante la observación hacia el operario para poder obtener buen acabado en los cortes realizados al material[4][7]. No se puede tener estimaciones matemáticas debido a que la aplicación de fuerza ejercida por un operario al realizar un corte en una cinta sierra varía de acuerdo con su misma habilidad.

## 5.2. Acero Inoxidable

El acero inoxidable es una aleación a base de hierro, con bajo contenido en carbono de hasta 0.8 % y con mínimo 11% de cromo. Su principal característica es la gran capacidad de resistencia a la corrosión gracias a la formación de una capa de óxido de cromo en la superficie producto de encontrarse con un ambiente que contiene oxígeno disuelto. Si su aplicación requiere otros trabajos específicos se alimenta o añaden otros materiales como níquel o molibdeno. Este material es fundamental para todo el tratamiento de industrias alimenticias en maquinaria o estructuras donde se manipulan constantemente alimentos[6].



El acero inoxidable 304 es un acero austenítico con porcentajes mínimos de 18% de cromo y 8% de níquel en su composición. Este acero es el más estándar de los aceros inoxidables y principalmente usado en maquinaria de procesamiento de alimentos; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

### **5.3. Normas para maquinaria de manipulación de alimentos**

De acuerdo con la normativa legal que se rige en la implementación y diseño de máquinas para la industria alimenticia y acogen el uso de sistemas con cinta sierra, se involucran 3 normas principales como guía para respetar los protocolos de bioseguridad establecidos en empresas que cumplan dichos requerimientos.

#### **5.3.1. Decreto 1500 de 2007**

Fue expedido por el ministerio de protección social y establece un reglamento técnico para crear el sistema de inspección, vigilancia y control de la carne, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos destinados para el consumo humano. Entre esto se destaca el capítulo V donde hace especificación de las plantas de beneficio, desposte y desprese en establecimientos y maquinaria[16].

#### **5.3.2. Norma Española UNE-EN 12268**

Dicha norma europea establece requisitos para el diseño y fabricación de sierras de cinta. Sin embargo, considera poco los sistemas de carga y/o descarga automáticos de las máquinas. La aplicación de la norma va basada en sierras fijas o móviles y describe claramente cortes con huesos, carnes, pescados, productos congelados, verduras frescas o congeladas y similares. Principalmente describe medidas de seguridad en fabricación,

construcción y operación que se pueden establecer al momento del diseño de los prototipos y equipos que cumplan con esta función en alguna de las aplicaciones mencionadas[15].

### **5.3.3. Norma de seguridad y salud en la utilización de maquinaria:**

#### **Recomendaciones practicas por la OIT**

Esta norma fue elaborada con la participación de más de 50 personas de todo el mundo especializadas en el tratamiento y manejo de alimentos. Especifica recomendaciones prácticas para la seguridad e higiene de las máquinas y la normativa que los gobiernos, trabajadores y empleados deben regir, así como con proveedores, diseñadores y fabricantes de esta maquinaria. No sustituye la normativa legal de cada región sino de orientar principalmente a las naciones para personas o empresas que estén interesadas en participar en la elaboración o utilización de maquinaria alimenticias. Se tiene en cuenta las necesidades de países en desarrollo y las condiciones de cada país[14].

## 6. Desarrollo Metodológico

El diseño y la construcción de la maquina despresadora para gallina asada se realizó por medio del uso del software de diseño SolidWorks, plasmando cada uno de los sistemas de forma individual y en conjunto para desarrollar completamente el prototipo hasta su fase final. El desarrollo de varias pruebas tanto a nivel practico como teórico permitieron que la maquina pudiera cumplir con cada una de las expectativas planteadas y cumpla las funciones específicas por las que fue construida la máquina. Así mismo se evaluaron los comportamientos que se podían generar a nivel mecánico y eléctrico con pruebas iniciales en el prototipo final usando otros productos cárnicos de menor impacto en el corte y contacto con la cinta sierra. Las medidas y modelos base se extrajeron de otras máquinas desarrolladas y diseñadas por distintas personas como proyecto de grado o empresas que manejan producciones en línea; todos ellos en industria alimenticia. Sin embargo, dichas maquinas no estaban específicamente desarrolladas corte y desprese de gallina, pero si la inclusión de otros productos alimenticios similares como carne o pollo.

Las etapas y fases que fueron consideradas para la ejecución del proyecto son:

- Fase 1: Fundamentación teórica para el proceso de diseño y construcción de la maquina despresadora. Se realiza una indagación e investigación online de las máquinas de referencias existentes que puedan cumplir el funcionamiento similar a la maquina en desarrollo. Así mismo, se hace un planteamiento del esquema básico y más adaptable de acuerdo con evaluaciones en planta en el área operativa de la empresa.

- Fase 2: Diseño, desarrollo y construcción del prototipo base para el corte y desprese de la gallina asada. Se realiza la investigación pertinente en la elaboración de planos a nivel digital con el uso de software como SolidWorks. La elaboración de dichos planos se verá reflejada de acuerdo con las pruebas que se realicen en el momento de construcción de la maquina y ensayos para prueba y error. Así mismo se estudiarán los costos que se requiere para completar el proyecto hasta su etapa de finalización.
- Fase 3: Análisis de Normatividad y complementación legal para la construcción del prototipo. Se realiza una investigación completa de toda la normativa legal que se necesita para la construcción de la maquina cumpliendo los mínimos requisitos de funcionamiento y operación en una industria alimenticia. Como el prototipo está directamente familiarizado con el manejo de un producto alimenticio en cocción es necesario que todo el marco legal que rige el diseño y la construcción de la maquina sea objetivo con los protocolos de bioseguridad que rigen a través de la situación actual mundial.
- Fase 4: Evaluación y diagnóstico del proceso de corte y desprese. Se realizan comparativos y controles a nivel visual y manual del funcionamiento del equipo en el momento de su inicio operativo versus el trabajo manual por un operario. Los registros se documentarían en archivos electrónicos de los datos almacenados mostrando la optimización que se lograría frente al prototipo y el trabajo operativo humano. Además, se evidenciará las posibles fallas o retrasos que presente el equipo y así mismo sus correcciones que se ejecuten en las pruebas de falla y error.

- Fase 5: Desarrollo y elaboración del manual de mantenimiento y operación para que el control de la maquina sea optimo y se pueda garantizar la mínima operación por parte de un operario describiendo las tareas primordiales que pueden realizar los mismos operarios al momento de un diagnóstico sencillo de la máquina. Es necesario que el léxico usado sea de fácil entendimiento y la descripción de la maquina sea captable.
- Fase 6: Análisis de resultados y diagnóstico de los procesos de desprese y corte en la finalización de pruebas en la máquina. Así mismo anexo de dichos resultados para su discusión.

### **6.1. Características de la gallina asada**

Para la consideración de los elementos básicos de funcionamiento de la despresadora se tienen en cuenta los datos experimentales y la investigación tomada del producto que comúnmente llega al asadero en su despacho por el proveedor avícola. En las figuras 12, 13 y 14 se muestran las medidas de la gallina después de su proceso de dorado y lista para el corte y desprese. Debido a que la gallina mantiene estas medidas específicas, gracias a que el proveedor otorga gallinas de medidas estándar en su empresa, no implica que sea la de mayor tamaño considerada a nivel avícola.

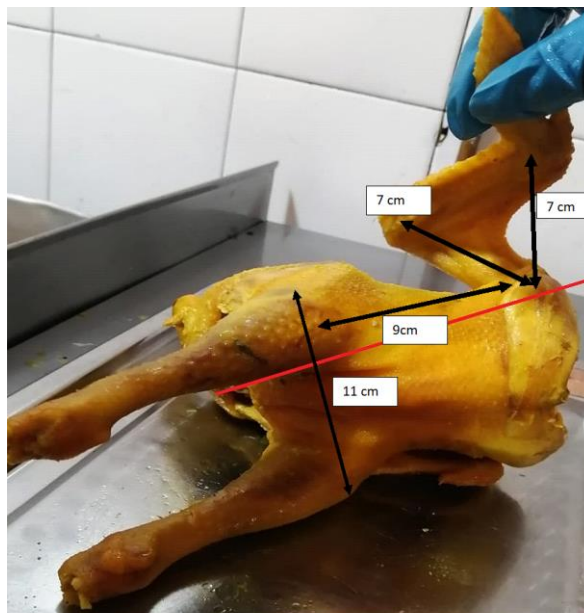


Figura 12. Medidas laterales e inferiores de la gallina asada entre muslos y alas

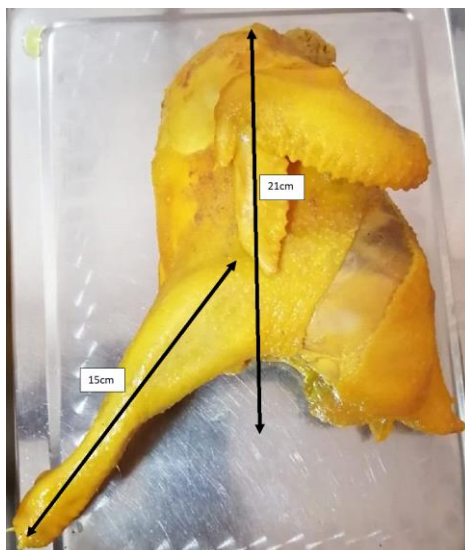


Figura 13. Medidas laterales de la gallina asada. Altura desde la rabadilla al corte del cuello y longitud del muslo. Fuente (propia)



Figura 14. Grueso del hueso de la gallina medido experimentalmente. Fuente (propia)

A continuación, se muestra una tabla con datos experimentales del trabajo realizado por Marta Rodríguez para evaluar la resistencia mecánica de los huesos del pollo de granja y de corral con una maquina rudimentaria de ensayos elaborada por ella misma. Con una toma de datos de 4 series de 4 huesos entre las distintas clasificaciones de pollo de corral y de granja, se tienen en cuenta los 4 resultados mayores en las fuerzas ejercidas para el corte del hueso del pollo con huesos largos, similares a los de la gallina. Dichos datos son fundamentales para la construcción del prototipo y limitar las fallas generadas en contacto directo al corte de la gallina[1]. Se considera resistencia relativa al cociente entre la fuerza necesaria para romper el hueso y el valor de sección de éste ( $N/mm^2$ ).

Huesos cortos	Pollo de granja			
	A	B	C	D
Masa de agua (Kg)	0,38	1,31	0,33	0,72
Fuerza ejercida (N)	37,63	128,08	32,34	70,95
Longitud del hueso (mm)	71,10	72,00	81,20	71,30
Grueso del hueso (mm)	11,30	13,60	12,60	12,00
Pared del hueso (mm)	1,10	1,80	1,40	1,30
Sección (mm <sup>2</sup> )	35,25	66,73	49,26	43,70
Resistencia relativa	1,07	1,92	0,66	1,62

Tabla 1. Datos experimentales resistencia del hueso del pollo al corte[1]

## 6.2. Diseño y construcción de la máquina despresadora

### 6.2.1. Chasis y estructura base

Para tener una visión más panorámica y limitada en las dimensiones máximas específicas de la máquina, fue necesario tomar las medidas del espacio donde los operarios del asadero Doña Miryam realizaban el corte y desprese manual de la gallina asada. La estación tiene unas dimensiones de 1.6 metros de alto, 0.9 metros de largo y 0.6 metros de ancho. El chasis fue la base principal para la adecuación de todos los componentes mecánicos y eléctricos que conformaban finalmente el prototipo. Debido a su adecuación y secciones fijas permite que la variación de parámetros o componentes en el sistema de potencia o el sistema de avance de la maquina no se vean afectados dejando la estructura en un mismo espacio. Respetando las medidas máximas y posibilitando dicha adaptación a modificaciones en los otros sistemas la maquina despresadora conservó las medidas de 1.2 metros de alto, 0.78 metros de largo y 0.45 metros de ancho.



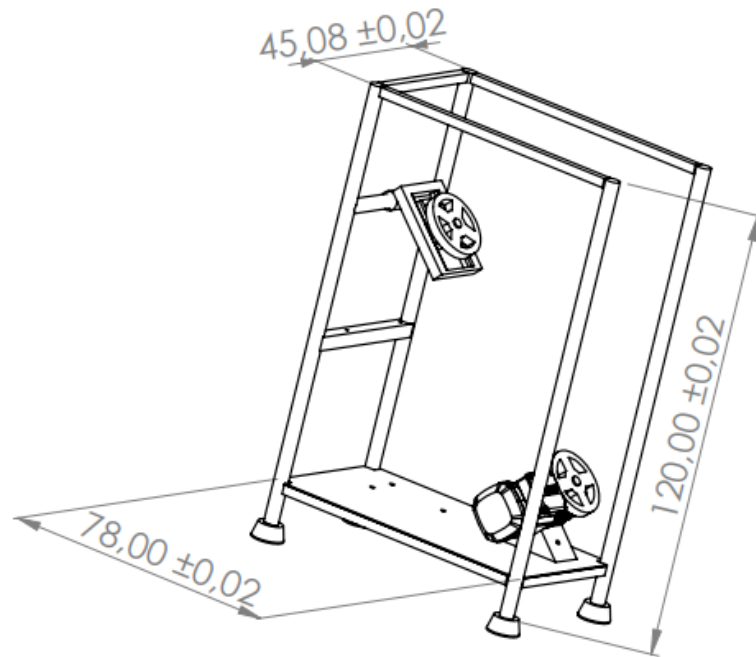


Figura 15. Ensamblaje total de la despresadora y medidas del chasis en cm. Fuente (propia)

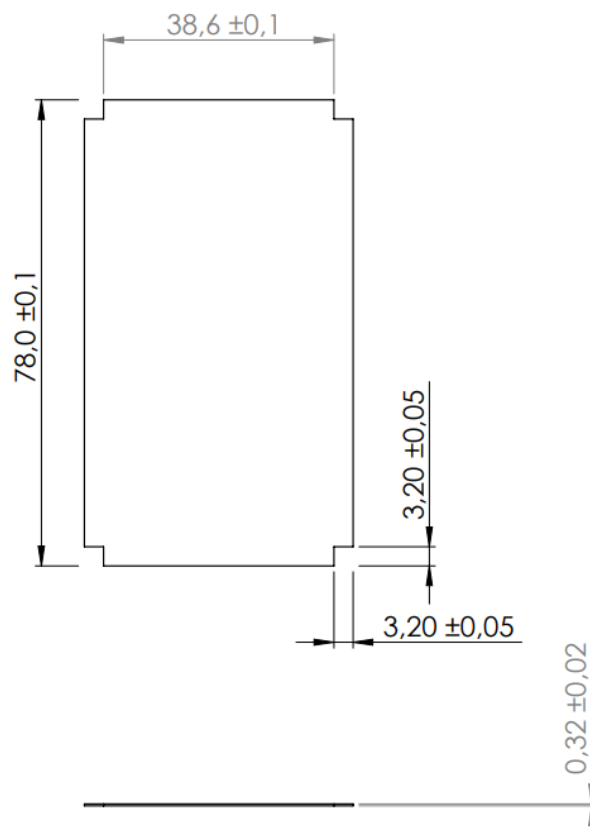


Figura 16. Medidas en cm placa base. Fuente (propia)

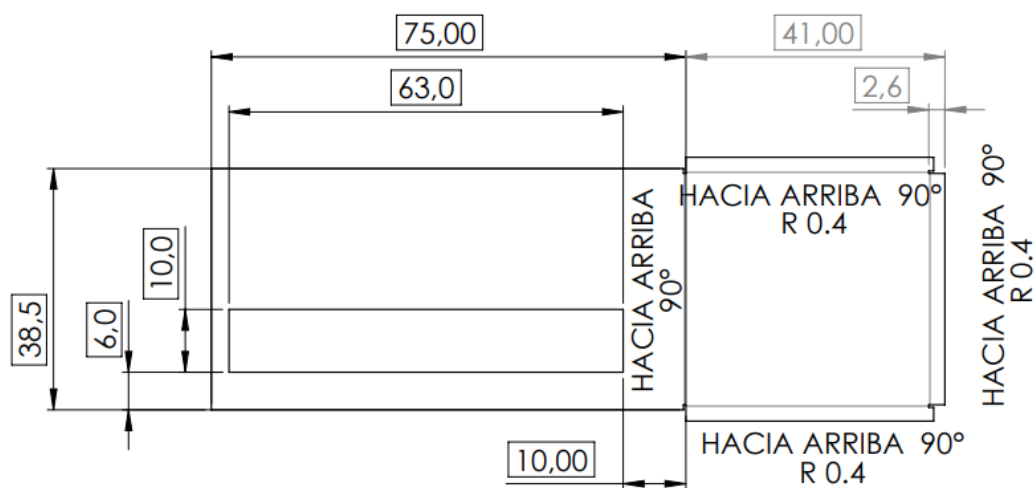


Figura 17. Guarda y base carro de avance. Medidas en cm. Fuente (propia)

### 6.2.2. Cálculo y selección de la cinta sierra

Para el cálculo y selección de la cinta sierra se tiene en cuenta los siguientes pasos:

- Se determina el tipo de cinta u hoja de acuerdo con el producto a cortar. Debido a que el producto alimenticio es gallina asada, el cual va sujeto directamente al consumo humano después del corte y desprese, se respeta la normativa legal cumpliendo con aleaciones de acero inoxidable.
- Se determinan las características de la cinta teniendo en cuenta la medida del ancho de la polea correspondiente a 1 pulgada y así mismo su homologación por fabricante. Para contornos como el de la gallina se toma la medida más ancha para la cinta que cruce completamente la parte de mayor medida en dicho contorno. Para ello se hace uso de la Tabla 1 como medida máxima de 13.6 mm o 0.53 pulgadas del contorno del hueso.
- Como la cinta debe cruzar completamente el contorno de la gallina al momento del corte, se toma la medida mayor y normativa de fabricación correspondiendo a una cinta sierra de 5/8" de ancho. Para las dimensiones del espesor se respetan las de fabricante puesto que van sujetas a las pruebas de esfuerzos de dicha compañía. Como la aplicación alimenticia ya determinada fue con el material de acero inoxidable se incursiona con la compañía STARRET[10], experta en la fabricación de cintas para alimentos, directamente en el catálogo otorgado por ellos.
- Para el afilado de la cinta se destaca que la máquina despresadora ejecuta un corte en doble sentido al modelarse con una sierra sinfín. Este esfuerzo necesita el mínimo daño a la gallina asada al momento del avance al corte; por esto el afilado

recomendado es tipo Scallop o uniforme sencillo. Así se minimizan los riesgos de daño a la gallina y desafilado o desvío de la cinta sierra al impacto.

- Se determina la longitud de la cinta sierra estableciendo una distancia entre centros de 74 cm (explicación sección 6.2.5) por medio de la simulación y debido a las características físicas del chasis de la máquina. Cabe destacar que para respetar la medida de ancho de 5/8 ya seleccionada para la cinta, esta no debe superar entre las 12 pulgadas y 24 pulgadas de largo en su zona de corte, es decir sin inclusión de la medida del perímetro que rodea las poleas y así mismo el diámetro de la polea considerada de 7 pulgadas (Sección 6.2.5).

$$\text{Longitud de la cinta} = (74 \text{ cm} * 2) + (7 * 2.54 * \pi) = 203.8 \text{ cm}$$

En el estándar comercial la medida de venta estándar no es tan precisa para dichas medidas calculadas. Sin embargo, la más compatible a la longitud deseada es de 180 cm. Como dicha medida es sin tensión en la cinta, la ayuda del sistema de tensión de las poleas por medio de soporte tensor (Figura 16) permite adaptar la medida de esta.



Figura 18. Soporte Tensor Poleas. Fuente (propia)

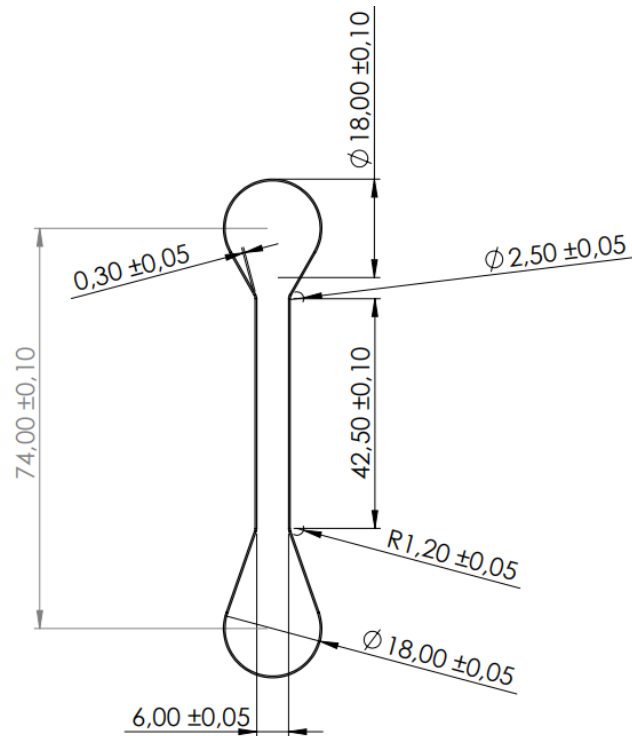


Figura 19. Esquema de la cinta sierra incorporada en la máquina despresadora. Medidas en cm. Fuente (propia)

### 6.2.3. Selección poleas y guías

Es importante la selección correcta de la cinta que se va a sujetar de las poleas para poder determinar y seleccionar las medidas específicas del ancho y diámetro de las poleas o volantes. Como la medida del ancho de la cinta final fue de 5/8 se considera el parámetro en el cual se pueden usar cintas de un ancho menor de 10 mm que el ancho de los volantes[7]. Por ello la medida más aproximada y normativa en poleas comerciales de aleaciones para maquinas alimentarias se encuentran 1 pulgada y 1-1/4 según catálogo de Intermec[11]. Sin embargo, por la medida de la cinta, se considera que una polea con demasiada holgura y espacio genera cizalladura y desgaste en la misma al momento del movimiento circular en

contacto de estos dos elementos. Por ello se selecciona una polea especial para cintas sinfín de ancho de 1 pulgada y diámetro estándar de catálogo de 7 pulgadas.

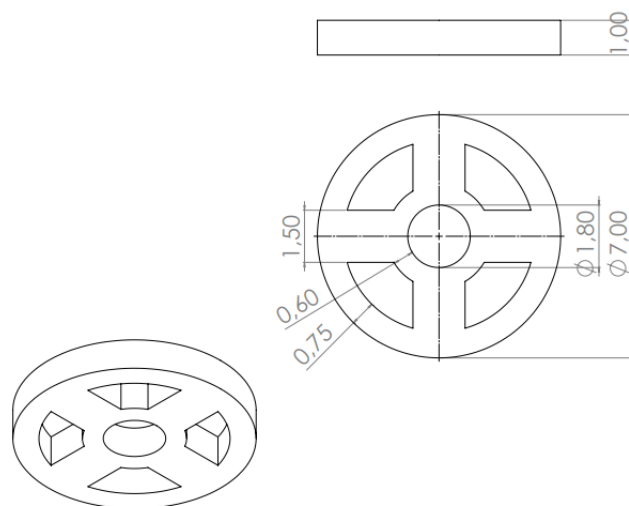


Figura 20. Esquema poleas conducida y motriz. Medidas en pulgadas. Fuente (propia)



Figura 21. Vista original de la posición de la cinta junto a la polea. Fuente (propia)

Las poleas conducida y motriz son exactamente iguales dejando una relación de transmisión 1 a 1 para que el torque y las velocidades tangenciales (Sección 6.2.7) entre estas sean idénticas y equilibren las fuerzas al corte.

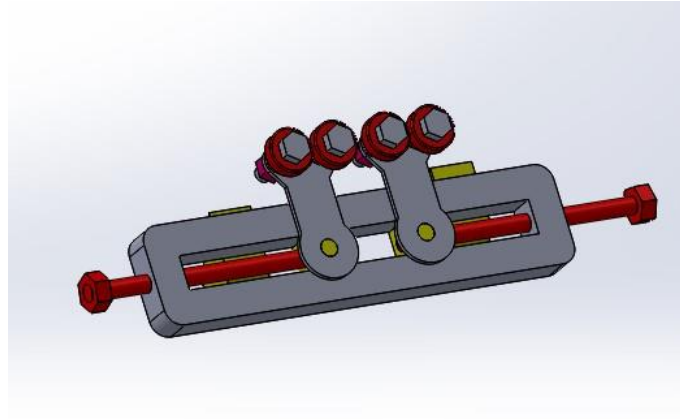


Figura 22. Guías tensoras cinta sierra inferiores. Fuente (propia)



Figura 23. Guías de cinta sierra superiores en polímero. Fuente (propia)

#### 6.2.4. Cálculo y selección de motorreductor

Para la correcta selección del motorreductor apropiado, se realiza primero el cálculo de la potencia del motorreductor de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PM = \frac{Pc}{\eta} \quad (9)$$

Donde  $Pc$  es la Potencia de corte por parte de la cinta sierra y  $\eta$  es la eficiencia del motor.

Para determinar la potencia de corte se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$Pc = k * B * h * u \quad (10)$$

Donde:

- $k$  es la resistencia específica de corte, tomando como valor el mayor de la resistencia relativa equivalente a 1.92 MPa.
- $B$  es el espesor del diente, el cual fue determinado por el fabricante de la cinta seleccionada en la sección anterior, con un valor de proveedor 0.46 mm[10].
- $h$  es la altura del corte
- $u$  es la velocidad de avance

La altura del corte  $h$  fue medida experimentalmente con un valor de 6.35 mm. Así mismo la velocidad del avance se relaciona con los datos de la tabla 2, donde se recorren 40 cm en 25 segundos en promedio obteniendo 1.6 cm/s.

Finalmente, la Potencia de corte se calcula con los valores resultantes.

$$Pc = 1.92 \times 10^6 * (0.46) * 6.35 \times 10^{-3} * \left(\frac{1.6}{100}\right) = 89.73 \text{ W}$$



$$P_c = 89.73 \text{ W} = 0.12 \text{ HP}$$

Por consiguiente, la potencia del motor calculada es:

$$P_M = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0.12}{0.72} = 0.16 \text{ HP}$$

Esta potencia es equivalente al corte de un solo hueso. Como el prototipo realiza un corte de 4 huesos se obtiene una potencia del motor de 0.64 HP, que equivale a 11/16 HP. Sin embargo, comercialmente se encuentra como medida a la venta por fabricación estándar Motorreductores de 0.75 HP o ¾ HP. Igualmente, como medida de protección se toma un motorreductor de mayor potencia a la medida calculada.

Con este valor fundamental se hace selección del motorreductor con fabricante y placa mostrada en la siguiente figura.

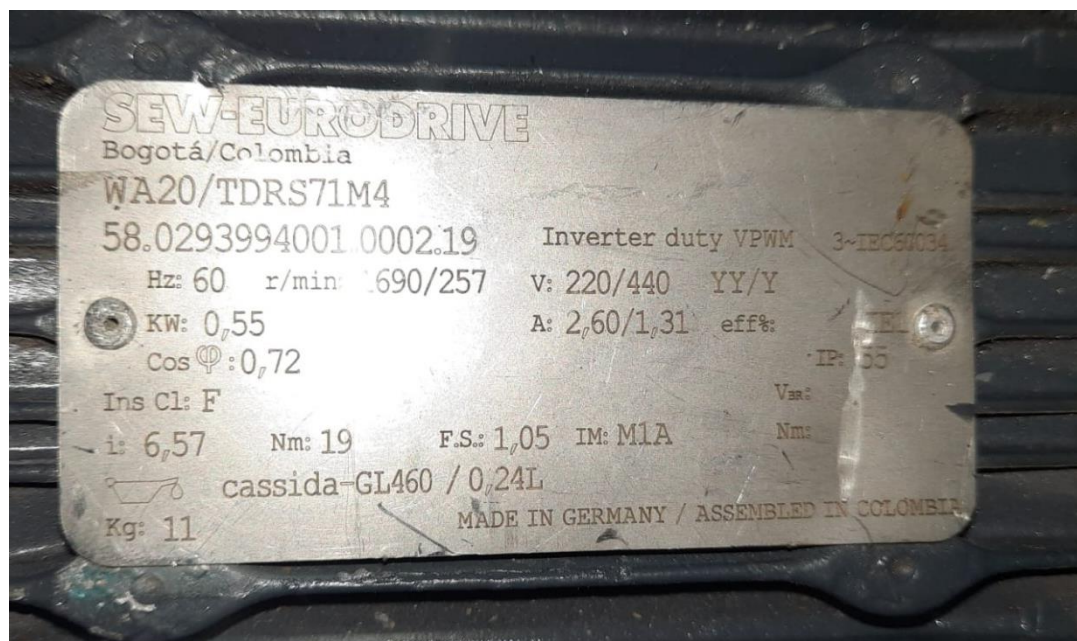


Figura 24. Placa motorreductor seleccionado[32]

### 6.2.5. Dinámica de la cinta sierra (Fuerzas)

Durante el proceso de corte es importante evaluar las fuerzas que se aplican en la cinta al momento del impacto con la gallina asada, puesto que dicho equilibrio permite que la cinta sierra sea un elemento seguro en el proceso y no sea expulsada por el movimiento de las poleas continuamente. Para esto se evalúan dichas fuerzas desde el modelo de un diagrama de cuerpo libre teniendo en cuenta la posición inclinada a 45 grados en que se encuentra la cinta.

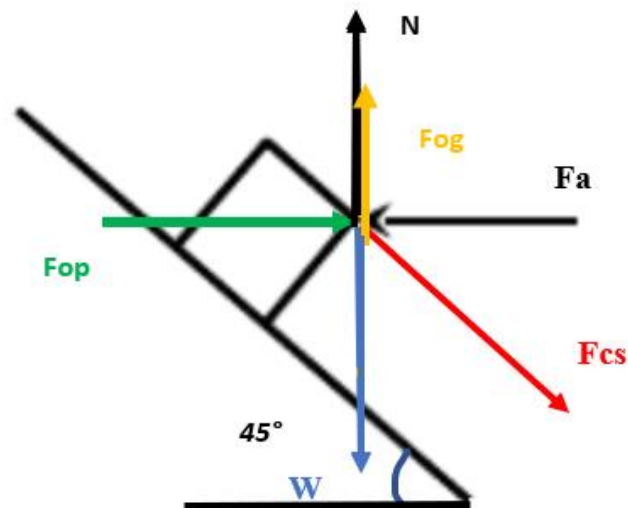


Figura 25. Diagrama de Fuerzas línea de contacto izquierdo de la cinta sierra. Fuente (propia)

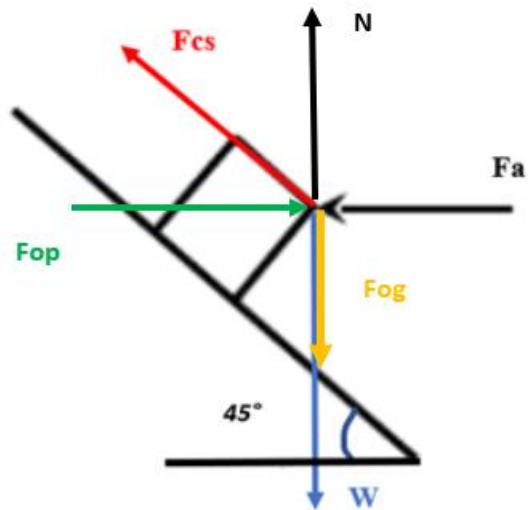


Figura 26. Diagrama de Fuerzas línea de contacto derecho de la cinta sierra. Fuente (propia)

Torque del Motorreductor

$$T = F * r = \frac{PM * 716}{rpm} = \frac{0.75 \text{ HP} * 716}{257} = 2.09 \text{ Kgf} * m$$

La fuerza tangencial en la polea

$$Fcs = \frac{T}{r} = \frac{2.09 \text{ Kgf} * m}{3.5 \text{ in} * 0.0254 \text{ m}} = 23.5 \text{ kgf} * 9.81 = 230.53 \text{ N}$$

$$W = m * g; \text{ donde } W = N = 1.8 \text{ Kg} * 9,81 = 17.65 \text{ N}[31]$$

Para determinar las fuerzas equivalentes en la línea de contacto izquierdo

En el eje x,

$$\sum F_x = 0 = Fop + Fcs * \cos(45^\circ) - Fa \quad (9)$$

Por lo tanto,

$$\sum F_x = Fop + 230.53 * \cos(45^\circ) - 128.08 = 0$$

$$Fop = 128.08 - 230.53 * \cos(45^\circ) = 34.9 N$$

Ahora para el eje y:

$$\sum F_y = 0 = Fog - Fcs * \text{sen}(45^\circ) \quad (10)$$

$$\sum F_y = 0 = Fog - 230.53 * \text{sen}(45^\circ)$$

$$Fog = 163 N$$

Para determinar las fuerzas equivalentes en la línea de contacto derecho

En el eje x,

$$\sum F_x = 0 = Fop - Fcs * \cos(45^\circ) - Fa$$

$$\sum F_x = 0 = Fop - 230.53 * \cos(45^\circ) - 128.08$$

$$Fop = 230.53 * \cos(45^\circ) + 128.08 = 291.1 N$$

Ahora para el eje y:

$$\sum F_y = 0 = Fcs * \text{sen}(45^\circ) - Fog$$

$$\sum F_y = 0 = 230.53 * \text{sen}(45^\circ) - Fog$$

$$Fog = 163 N$$

### **6.2.6. Sistema de potencia y corte**

La máquina despresadora consta de una cinta sierra encargado de realizar el corte de la gallina asada, un motorreductor de permitir el arranque de la cinta sinfín para la ejecución del desprese, dos poleas de igual diámetro respetando la relación 1-1, unas guías para la tensión de la cinta y el ajuste de la cinta. Todo este sistema se respeta en el prototipo II de la máquina despresadora descrito en el capítulo 6.3 del presente trabajo.

### **6.2.7. Sistema eléctrico**

Como principio de arranque del motorreductor se usa el sistema de arranque directo de un motor trifásico, cuyo circuito de potencia consta de un disyuntor o breaker, un contactor y un relé térmico como medio de protección. Para el circuito de control del arranque se constan dos interruptores uno NA (Normalmente abierto) y otro NC (Normalmente cerrado) que controlan el encendido y apagado del motorreductor. Así mismo, el manejo de los contactos auxiliares del contactor y el relé para protección y debido funcionamiento en el movimiento de la cinta sierra. La alimentación del motor es trifásica debido a las características técnicas de fabricación. Para la simulación del arranque del motor se emplea el software sencillo de electricidad CADE SIMU V4[23].

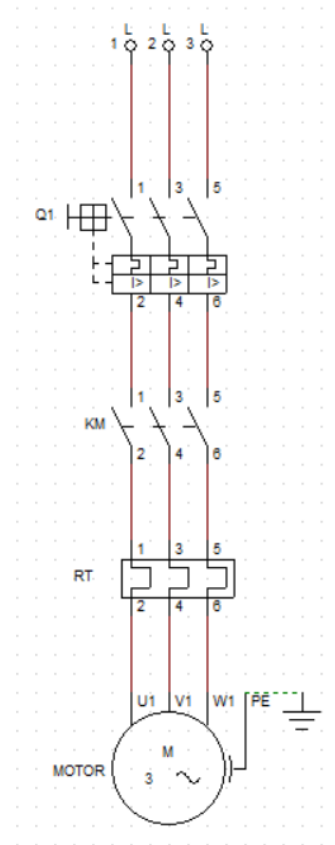


Figura 27. Circuito de Potencia de la máquina despresadora[25]

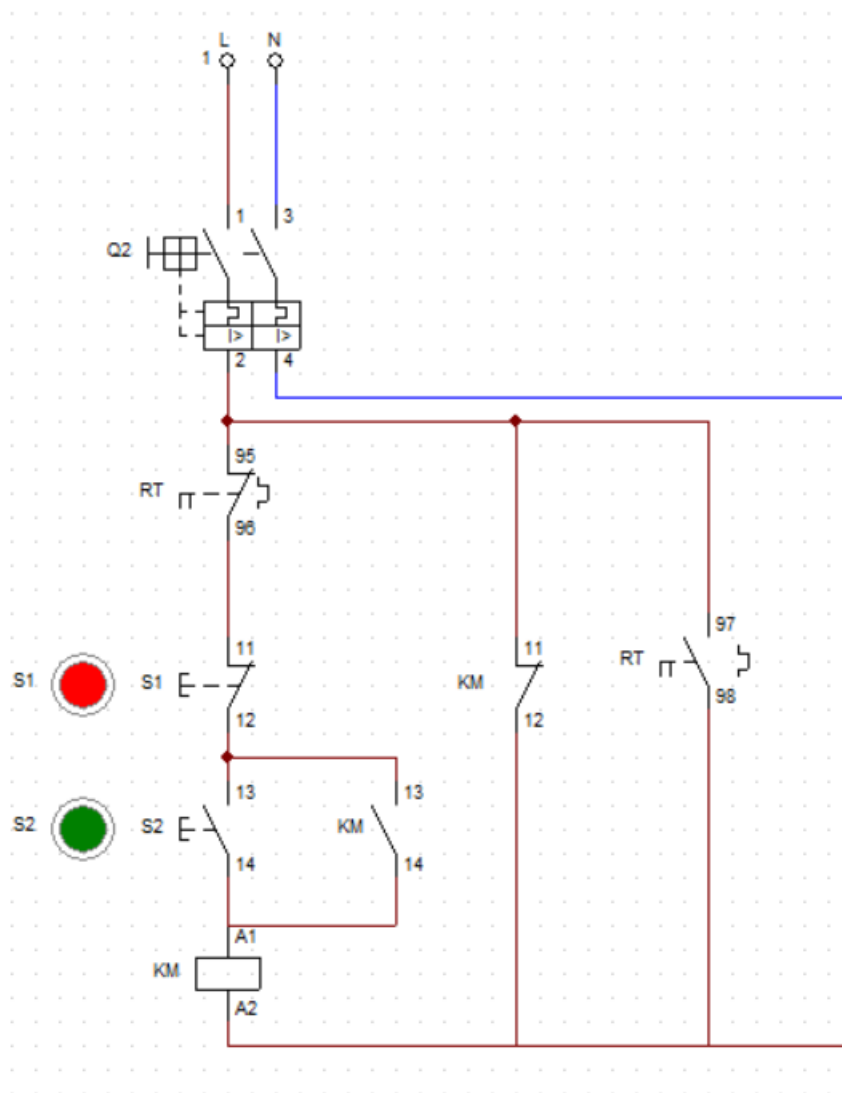


Figura 28. Circuito de control de la máquina despresadora[25]

Hay que considerar que el pulsador denominado en el esquema S1 es el interruptor de paro de emergencia.

### 6.2.8. Sistema de dislocación de huesos

Es importante resaltar que para garantizar un corte fino en la gallina asada es primordial que en el momento del avance al corte y el desprese, el contacto de la cinta con el hueso de la

gallina no genere ningún tipo de desgarre o astillamiento. Por este motivo se incorpora un sistema de dislocación de huesos que cumple dos funciones:

- Guiar de forma progresiva en el avance de la gallina generando estabilidad y firmeza.
- Generar la apertura necesaria en las articulaciones de unión de los huesos para su separación.

Debido a que la dinámica de la cinta tiende a generar una rotación de la gallina en el momento de su corte, este sistema da una rigidez y evita que haya algún tipo de desplazamiento rotacional y el corte en el momento indicado sea limpio y fino. Este sistema se compone de unas barras de acero inoxidable de diámetro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada y una longitud de 65.23 cm de recorrido. Dicho recorrido se mide desde el punto de acceso de la gallina encajada en el carro de avance a la maquina hasta el corte final de los muslos y las alas. Estas barras para dislocación fueron situadas y medidas de acuerdo con la experiencia operativa y teniendo en cuenta las medidas de la gallina establecidas capítulos anteriores. Para el ángulo de apertura se adecua y adapta el sistema a las medidas del chasis dejando un ángulo experimental de  $82.7^\circ$  permisible para la apertura del hueso de las alas y los muslos. Para permitir que el sistema sea ajustable a la dimensión de la gallina a cortar y despresar, se implementan uniones entre las barras graduables que nos permiten variar el ángulo de apertura y longitud de las barras para lograr el corte fino deseado. El ajuste es sometido con tornillos prisioneros de acero inoxidable de  $\frac{1}{4}$  por pulgada. Dichas medidas fueron por comercialización directa.

Como método guía para este tipo de sistema se indago en diferentes videos de procesos industriales en línea de plantas de alimentos avícolas que realizaban cortes y despreses a nivel industrial y en masa.



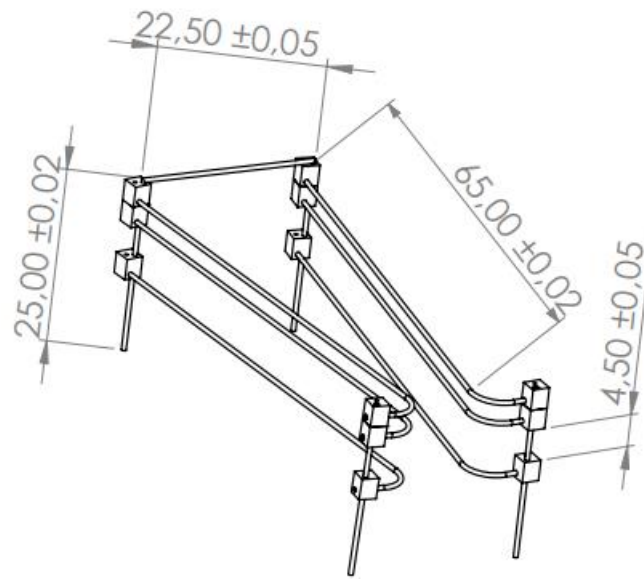


Figura 29. Isométrico sistema de dislocación y apertura de alas y muslos. Medidas en cm.

Fuente (propia)

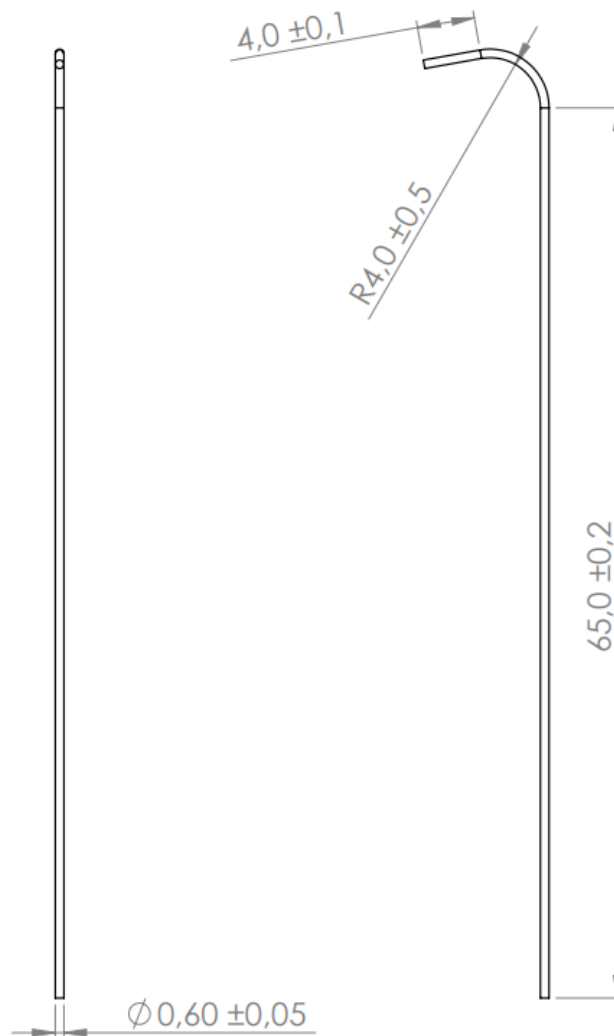


Figura 30. Medidas en cm barras vista lateral. Fuente (propia)

### 6.2.9. Sistema de sujeción de la gallina y avance al corte

Este sistema se comprende por un tubo de 1-1/4 pulgadas y una longitud de 22 cm. Estas medidas se consideraron con las medidas específicas de la gallina asada descrita anteriormente. El tubo va soldado a una lámina de acero inoxidable y unido en su parte superior con una punta en forma de cono de un polímero de gran rigidez apto para alimentos conocido como fluoruro de poli vinilideno exportado por la empresa Ensinger. La lamina va sujeta a un sistema de rodachinas que permiten el desplazamiento de adelante hacia atrás

para el avance de la gallina hacia la cinta sierra en movimiento. El desplazamiento se realiza por medio de unas manijas en acero inoxidable igualmente de longitud de 15 cm de separación entre el operario y el dispositivo para evitar el nulo contacto del operario hacia la cinta. Las rodachinas van guiadas a través de un sistema de rieles permitiendo la estabilidad del carro de avance, así mismo la gallina se encuentra incrustada en el tubo de tal manera que se centra y adapta correctamente a la parte interna del prototipo. La velocidad de avance varía de acuerdo con el punto de corte y el desplazamiento ejercido por el operario. En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos por distintas personas de la empresa a nivel general ejecutando el trabajo de corte.

Persona	Tiempo de avance (segundos)	Distancia de avance hasta el corte (cm)	Tiempo de avance manualmente (segundos)
1	25	40	180
2	28	40	205
3	28	40	215
4	25	40	180
5	15	40	125
6	18	40	130
7	17	40	125
8	21	40	165
9	23	40	130
10	35	40	185
11	44	40	230
12	19	40	105
13	26	40	126
14	24	40	132
15	28	40	125
16	32	40	180
17	35	40	185
18	15	40	110

Tabla 2. Recolección de datos experimentales del tiempo de avance operativo hasta el corte de la gallina. Fuente (propia)

Tiempo de avance (segundos)	Cantidad de personas
15	2
17	1
18	1
19	1
21	1
23	1
24	1
25	2
26	1
28	3
32	1
35	2
44	1

Tabla 3. Conjunto y organización de datos recolectados en promedio. Fuente (propia)

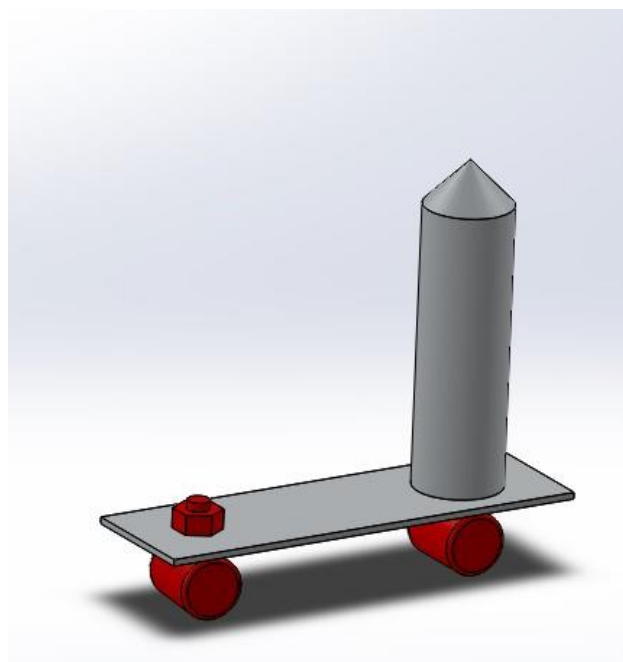


Figura 31. Sistema de carro de avance modelo SolidWorks. Fuente (propia)

Para la unión del tubo de sujeción de la gallina a la lámina del carro de avance se utilizó soldadura TIG[35] con alambre de aporte ER308[34] debido a la composición del material

en acero inoxidable. Esta zona es de gran importancia porque tiene contacto directo con el alimento y necesita un tratamiento específico al juntar las piezas.

#### **6.2.10. Protección y seguridad de la máquina**

Con los sistemas descritos en las secciones anteriores se consideran las medidas necesarias tanto de higiene como de seguridad en la maquinaria de alimentos. Al ser un sistema de cinta sierra involucra distintos procesos de seguridad de nivel mecánico, eléctrico y locativo por ser un prototipo electromecánico. Cabe resaltar que antes de la manipulación de la máquina es necesario el uso de elementos de protección básicos como guantes y uniforme propio del asadero que cumplan los requerimientos de Secretaría de Salud[16].

- Con la estructura del chasis se conserva el aislamiento tanto eléctrico como locativo al usar acero inoxidable en gran parte de los componentes de la máquina. Además, ergonómicamente está diseñado para evitar enfermedades laborales a largo plazo en cuanto a sus medidas de altura y largo.
- Por riesgo eléctrico la máquina posee un paro de emergencia que desenergiza completamente el sistema en caso de algún riesgo o daño, así como elementos de protección como relés y térmicos en sus partes principales que eviten o generen cortos o alto consumo. Así mismo cualquier impedimento mecánico que involucre y aumente directamente el consumo de este se verá reflejado en un disparo de protecciones eléctricas en su sistema de potencia ya descrito anteriormente que minimizan dichos riesgos.
- El carro de avance de corte tiene una distancia de 15 cm permisible para el desplazamiento de distintos operarios despreciando cualquier particularidad física. Esta separación realizada con las barras de acero inoxidable permite que el operario

no se acerque en ninguna forma considerable a la cinta sierra en movimiento y pueda ser bloqueada exactamente en el desplazamiento máximo del riel del carro.

En el momento de corte la maquina permite que la recolección de las piezas cortadas sea desplazada lateralmente para la recolección del alimento sin ningún tipo de cercanía con la cinta en movimiento. Esta separación es primordial para evitar cortes o accidentes inesperados al momento de la operación y recolección del producto.

### **6.3. Prototipos**

Debido al límite en costos y utilización de partes recolectadas de otras fuentes, se desarrollaron dos prototipos considerables en los cuales se realizaron pruebas de arranque y sujeción cumpliendo los mismos parámetros de la maquina ya establecidos en el capítulo anterior. En el prototipo I se encuentra a primera forma de la maquina despresadora en su fase inicial donde se incurrieron la mayor parte de mejoras y modificaciones para llegar al prototipo II o final. Es así como dicho proceso de investigación y modelamiento permitieron que la fase final de la maquina llegara a ser fundamental en cada uno de sus sistemas en conjunto.

#### **6.3.1. Prototipo I**

En este prototipo el chasis, el sistema de avance del carro y el sistema de apertura y dislocación de la gallina no tuvieron ninguna modificación o relevancia puesto que los cambios fundamentales se dieron en su sistema de potencia y algunos de los materiales en sus componentes.

El prototipo I poseía un sistema de transmisión inicial de un motor a 110 V marca JIH CHYANG[26], perteneciente de una máquina de coser de 2 HP; unido por un sistema de correa y poleas perteneciente a una lavadora a 110 V. Consiguiente a esto se encontraba

un multiplicador de torque junto a una caja de engranajes cónicos helicoidales de un carro Renault. De esta caja de engranajes se sujetaba el volante motriz que tenía la cinta sierra a una polea conducida de las mismas medidas. Finalmente se manejaba el mismo sistema de tensión de poleas que en el prototipo II.

Las poleas por costos eran de aluminio y la cinta de ½ pulgada de ancho. Los dientes de la cinta era modelo pico de loro sin fondo plano y de acero inoxidable. Todas las transmisiones tenían una relación de 1 a 1 para evitar cambios en velocidades tangenciales. Este modelo no tuvo una simulación completa en el software de diseño, pero se aplicó directamente en la práctica para evaluar las fallas y daños colaterales.

Durante la fase evaluativa se encontró que los volantes donde se sujetaba la cinta sierra generaban un desgaste excesivo frente al contacto con la cinta sierra en movimiento, así mismo el multiplicador de torque y la caja de engranajes no permitieron que las vibraciones al momento del arranque disminuyeran y evitaran la salida de la cinta sierra del volante conducido. La reducción de velocidad frente a la de alimentación no disminuía considerablemente por lo que las vibraciones y oscilaciones en la cinta eran bastante prolongadas y de una amplitud bastante notable. Todas estas fallas fueron impedimentos para la toma de datos experimentales y la incursión de modificaciones completamente necesarias en la mayor parte del sistema de potencia, así como la inclusión de materiales de mayor rigidez y durabilidad.

La transmisión de la cinta sierra se disponía a una inclinación de 45° que a raíz de la baja disminución de velocidad afectaron en la sujeción de la cinta y en la minimización de riesgos operativos.



Figura 32. Multiplicador de Torque y caja de engranajes prototipo I. Fuente (propia)



Figura 33. Esquema del ensamble final del sistema de potencia Prototipo I. Fuente (propia)





Figura 34. Sistema eléctrico prototipo I. Fuente (propia)

### 6.3.2. Prototipo II

Consecuentemente a las fallas resultantes en el prototipo I, las modificaciones pertinentes permitieron diseñar el prototipo II como prototipo final garantizando el corte adecuado y los procesos de corte y despese sin daño a la gallina. Para ello fue necesario la implementación y simulación completa de los diferentes sistemas que componen el nuevo prototipo. Para este modelo final se involucraron piezas completamente nuevas y en materiales designados para el tratamiento de alimentos de acuerdo con las normas decretadas por el Ministerio[16].

El prototipo II consta de un motorreductor directamente acoplado al sistema de transmisión de potencia que sujeta la cinta (Polea motriz). Para las poleas motriz y conducida se seleccionaron de acuerdo con las medidas descritas en la sección 6.2.5 y con los parámetros de la medida de la gallina. El chasis, el sistema de dislocación y de tensión de la cinta y las guías de la cinta sierra no fueron modificadas.

El sistema de corte de las poleas y la cinta sierra se encuentran inclinados a  $45^\circ$  con respecto a la horizontal o el suelo. Esta inclinación permite que al momento del avance de la gallina hacia la cinta los esfuerzos generados al corte sean distribuidos como se especifican en la sección 6.2.7 en los diagramas de fuerzas. El corte se realiza primero en muslos y luego en alas de forma consecutiva pero no en el mismo instante, evitando que la cinta afecte a la gallina por los esfuerzos generados mientras el avance se ejecuta. Esta inclinación permitió respetar las medidas del espacio de instalación de la máquina en el asadero y las dimensiones del chasis y estructura de la máquina. Al disminuir el impacto en el corte gracias a la inclinación disminuye la posibilidad que la pieza se atasque ya que el punto de contacto con la cinta es menor que en una sierra vertical u horizontal.

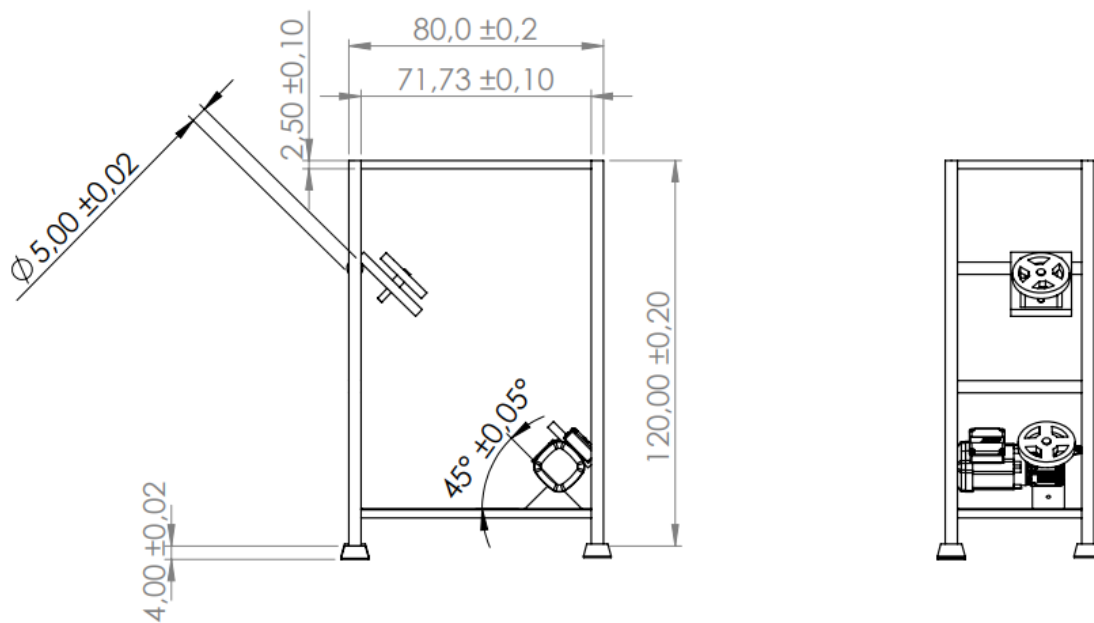


Figura 35. Vista lateral de la cinta para la inclinación del sistema de poleas y cinta. Fuente

(propia)

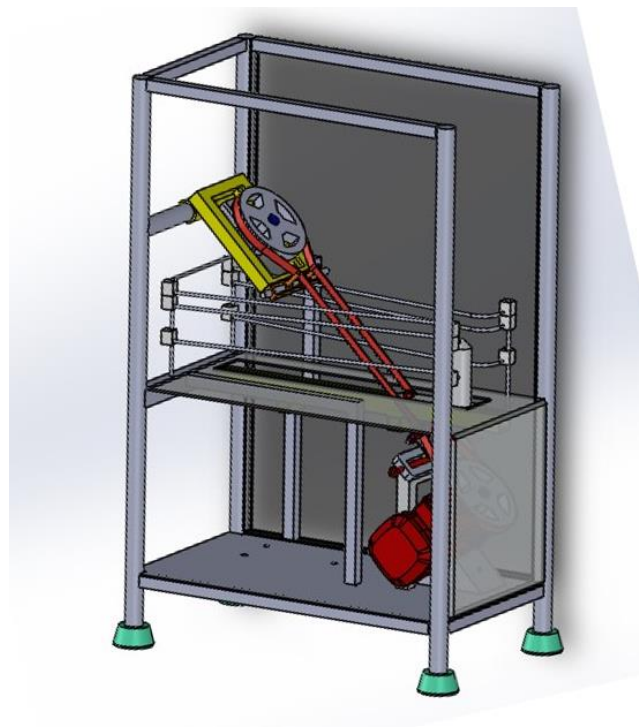


Figura 36. Prototipo final simulado en SolidWorks con todos los sistemas. Fuente (propia)

Con los cambios realizados la maquina queda estable y minimizó las vibraciones gracias a la relación de reducción de velocidad del motorreductor. Esto implica que la cinta sierra no se suelta de las poleas al arranque ni al contacto con la gallina permitiendo fijación y precisión sencilla al avance de los cortes. Debido al cambio de materiales de las poleas y las medidas correctas ya diseñadas de la cinta, no se generaba cizalladura en los componentes ni fracturas o deformaciones. El sistema eléctrico se desplaza por ergonomía en la parte superior del prototipo para facilidad operativa al momento del uso de la máquina.



Figura 37. Prototipo final en campo vista frontal. Fuente (propia)



Figura 38. Prototipo Final Vista Isométrica. Fuente (propia)

#### 6.4. Pruebas de campo y resultados

Como fase inicial de prueba, antes de realizar el corte del producto al que fue diseñada la máquina, se realizan cortes en otros productos cárnicos alimenticios evaluando estabilidad y finura del corte. Estas pruebas se realizan con salchichas y salchichón mostrando los cortes de forma limpia en las siguientes figuras.

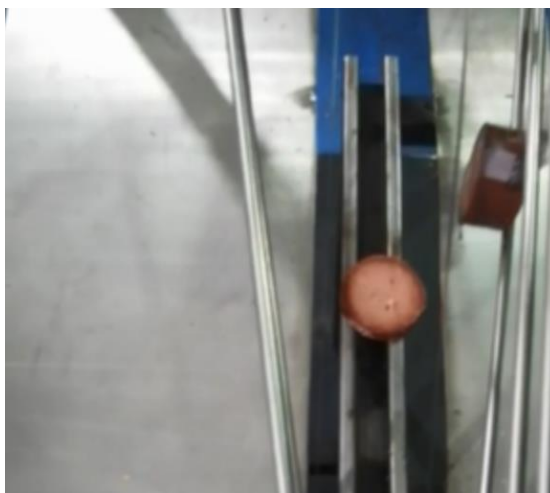


Figura 39. Prueba de corte del salchichón. Fuente (propia)



Figura 40. Corte de la salchicha sección transversal. Fuente (propia)



Figura 41. Prueba de corte con salchicha. Fuente (propia)

Los cortes resultantes no mostraron desgarre ni daño en el producto y a su vez ningún esfuerzo que desviara la cinta sierra de las poleas, por ello se procede a la realización de cortes de la gallina asada con la maquina finalizada. En las siguientes figuras se muestran los resultados de la gallina asada al corte con la cinta sierra y así mismo el proceso de avance al corte y desprese de la gallina.



Figura 42. Muslos, contramuslos y alas después del corte en bandeja de retención. Fuente (propia)



Figura 43. Vista lateral de la gallina después del corte de las partes. Fuente (propia)

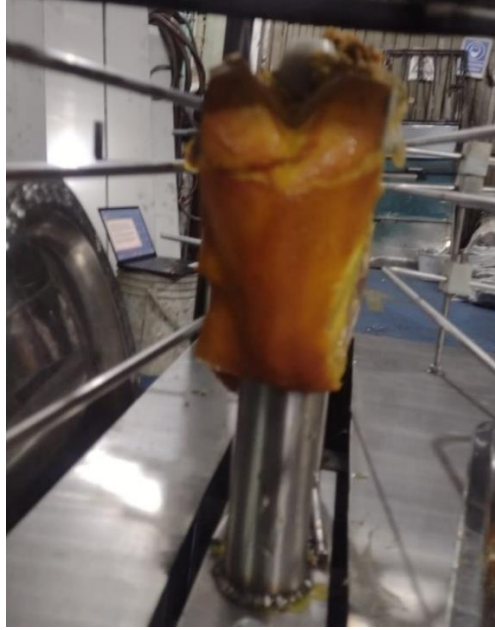


Figura 44. Vista frontal de la gallina cortada. Fuente (propia)



Figura 45. Estado final de la gallina en sus secciones laterales al corte de alas, muslos y contramuslos. Fuente (propia)



Durante el proceso de corte, gracias al sistema de dislocación con barras, la gallina se mantiene estable y en el momento del contacto con la cinta sierra no tiende a generar ningún movimiento involuntario o rotativo que afecte el despiece. Así mismo, el paso de la cinta por el hueso generando cizalladura o trozos de hueso en el producto que puedan afectar al instante de su consumo. Con el uso de las barras que desplazan el carro donde se soporta la gallina se evita que al avance máximo de éste el operario se encuentre cercano a la cinta y lo límite para un desplazamiento mayor. El paro de emergencia se encuentra en su sección frontal para facilidad del operario en caso de algún incidente.

### 6.5. Costos

Como factor primordial para el desarrollo de la maquina se tuvieron en cuenta todos los factores que influyeron tanto en inversión como en gasto describiendo así los costos directos como materia prima, elementos normalizados, montaje y mecanizado; y los costos indirectos como de ingeniería y de imprevistos. La suma total de estos costos da el resultado total de la máquina. En la tabla 4 se muestran todos estos costos involucrados.

<b>Cantidad</b>	<b>Artículo</b>	<b>Valor (pesos colombianos)</b>
1	Motorreductor de 3/4 hp	\$ 480.000
1	Tubo redondo 1" de aguas negras	\$ 73.000
2	Poleas en aluminio	\$ 78.600
3	chumaceras	\$ 50.000
1	Tubo 1" c18	\$ 38.000
1	Trasmisión	\$ 100.000
2	Motores de traslado	\$ 56.000
1	Lamina de 1/4"	\$ 80.000
1	Soporte chumacera	\$ 40.000
1	Soporte trasmisión	\$ 10.000
1	Barra en acero inox	\$ 46.000
1	Barra roscada de 3/4"	\$ 10.000
1	Corte de lamina	\$ 12.000

1	Soporte antivibración motor	\$ 15.000
1	Cinta sierra	\$ 60.000
1	varilla cuadrada de 12mm	\$ 20.000
1	Disco flap	\$ 5.000
4	Tornillos 5/16" con tuerca y arandela	\$ 5.000
4	Soportes antivibración base	\$ 10.000
2	Brocas 7/32"	\$ 7.000
4	Pines de aleta	\$ 2.000
2	Cuñas cortas	\$ 3.360
2	Correas para poleas	\$ 10.300
1	Soldadura de base	\$ 60.000
4	Turecas arandela en zinc	\$ 7.000
1	Trasporte y gasolina	\$ 50.000
1	flexómetro	\$ 5.000
1	Eje de transmisión	\$ 70.000
1	Torneado de poleas	\$ 30.000
1	Loctite para pegar correas	\$ 6.500
2	Prisioneros de 1/4	\$ 800
1	Correa m27	\$ 7.000
1	Riel 1m	\$ 10.000
2	P814(trasporte de riel)	\$ 15.000
1	Lamina de acero inox	\$ 395.000
7	Barras de acero Inoxidable de 1/8" por 30 cm	\$ 197.000
8	Rodamientos guías	\$ 220.000
	Pago Mecanizados	\$ 310.000
2	Poleas en aleación de acero	\$ 185.000
	Pago transportes	\$ 95.000
	Tiempo de realización y ejecución	\$ 1.250.000
30	Tornillería en acero inoxidable	\$ 85.000
2	Eje Inox RDO ¼ Grado 304	\$ 72.000
	Imprevistos	\$ 265.000
	TOTAL:	\$ 4.546.600

Tabla 4. Costos totales del proyecto (desde el 04/09/2021 finalizado el 23/09/2022)

## 6.6. Manual de mantenimiento y operación maquina despresadora

### 6.6.1. Operación de la máquina

Para la operación de la maquina se recomiendan los siguientes pasos:

- a) Colóquese los elementos de protección personal para el uso de la maquina como son guantes, gafas de seguridad y uniforme de la compañía.
- b) Verifique que la maquina se encuentre energizada y el paro de emergencia desanclado de su seguridad mecánica.
- c) Posicione la gallina a cortar y despresar en el tubo del carro de avance. Empótrela en el tubo ingresándola desde la parte inferior.
- d) Accione el pulsador de arranque (color verde) de la sierra.
- e) Desplace lentamente y en velocidad constante el carro de avance hacia la cinta sierra sujetándolo desde la manija con barras de acero inoxidable encontradas frontalmente al tubo. Verifique que en el momento del avance las alas de la gallina los muslos ingresen correctamente por las barras para la dislocación. En caso de que no sea así apague la maquina y corrija la posición de la gallina de manera correcta.
- f) Finalice el corte hasta que el carro de avance se bloquee en su desplazamiento. No imprima más fuerza en el carro una vez ya haya alcanzado el corte y la máxima distancia por seguridad.
- g) Apague el equipo desde el botón rojo o paro de emergencia.
- h) Retire las alas muslos y contramuslos de la bandeja de retención del producto.

Realice la limpieza rápida de la bandeja y la cinta de acuerdo con las actividades de mantenimiento diarias (Sección 6.6.2)

### **6.6.2. Mantenimiento de la máquina**

Ejecutar un correcto mantenimiento en el prototipo es fundamental ayudando a prolongar la vida útil de la máquina y así mismo lograr un producto final de excelente calidad y con el

estándar requerido por la empresa. Las recomendaciones del debido mantenimiento se describen de la siguiente manera:

- a) Diaria: Limpieza de la cinta sierra y las bandejas de retención después de cada jornada laboral y uso de corte con el uso de elementos de protección personal como son guantes de cuero, agua, paños Whirlpool desechables y un cepillo de grata rígida. Limpiar el marco de la maquina con un trapo húmedo y sanitizante principalmente en las zonas donde el producto entra en contacto.
- b) Semanal: Lavar el chasis y la estructura de la maquina con agua a presión y realizar una limpieza con desengrasante para la cinta sierra y las barras de dislocación.
- c) Mensual: Realizar el completo ajuste de todos los elementos de sujeción para minimizar los riesgos de vibraciones en funcionamiento.

Realizar la lubricación correcta de los rodamientos y las chumaceras con grasa para maquinaria alimenticia (Petrolube)

Eliminar del motor los residuos ya sea de polvo o suciedad que se adhieran en las tapas, principalmente en el ventilador para mantener una completa y correcta ventilación y enfriamiento de esta pieza tan importante. Puede ser con brocha o un trapo desechable no húmedo.

A los 3 meses llevar al proveedor correspondiente la cinta sierra para afilarla completamente y verificar su soldadura.

- d) Semestral: De forma visual o ya sea con la ayuda de una cabuya verificar la alineación y el desgaste de la cinta sierra.

Con el uso de un calibrador inspeccionar la existencia de desgaste en los ejes que soportan las poleas.

Cambiar las guías superiores (polímeros).

**NOTA: APAGUE Y DESENCHUFE EL EQUIPO ANTES DE LIMPIARLO. DEJE EL PARO DE EMERGENCIA ANCLADO ASÍ EL EQUIPO ESTE DESENCHUFADO.**

## **7. Análisis de resultados**

Los resultados obtenidos a nivel experimental con el prototipo final demuestran que la construcción de la maquina permitió respetar los mínimos requisitos que las normas ya sean guías o de legislación vigente en Colombia para la maquinaria industrial que manipula alimentos fueran respetados. Con esto se da alusividad del uso como material principal del hacer inoxidable en todos los elementos y partes de la despresadora que tienen contacto directo con la gallina asada, igualmente en la mayor parte de componentes que, aunque no son directos en el tratamiento o manipulación de la gallina, hacen parte del equipo y garantizan la minimización de riesgos eléctricos, mecánicos, de seguridad y de contaminación.

El corte finalizado no generó ningún tipo de desgarre y trozos de hueso que al momento del empaque y el consumo humano generara algún riesgo o enfermedad. De igual manera el sistema mecánico tuvo una estabilidad completa durante todo el proceso del corte y no se involucra de ninguna manera el tipo de operario que maneje la máquina. Las medidas de cada pieza respetan completamente el espacio designado de la construcción y otorgado por la empresa para la instalación. En la siguiente figura se muestra la comparación de los tiempos registrados por los 18 trabajadores evaluados experimentalmente frente a la ganancia obtenida como beneficio del uso de la despresadora. Los datos de los tiempos fueron registrados en la tabla 2 del presente trabajo.

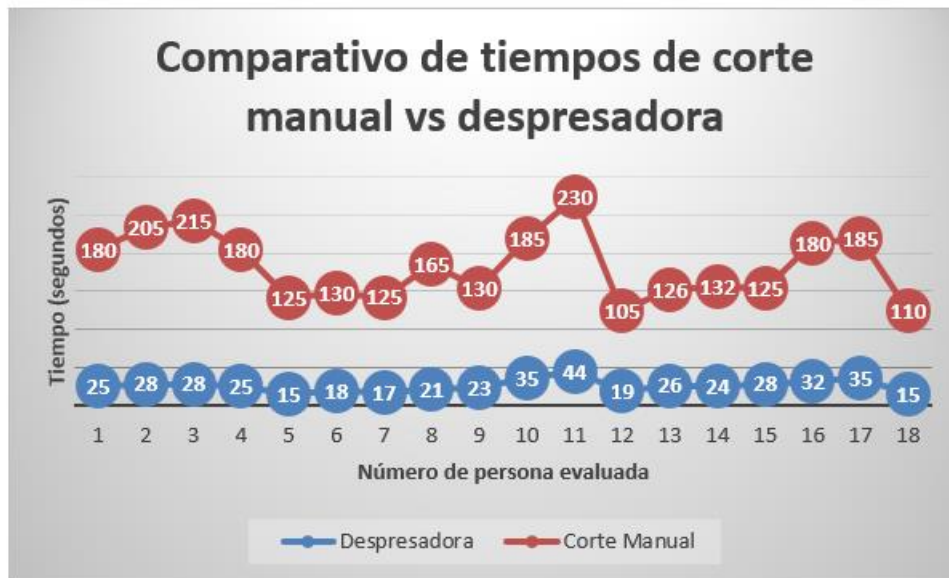


Figura 46. Grafica de comparativo entre corte manual y corte con despresadora. Fuente (propia)

El uso de barras guías para la dislocación otorga una estabilidad completa en la gallina sujeta al carro de avance para el momento del despiece y de igual modo las guías tensoras que regulan y controlan la distancia entre las líneas paralelas de las cuchillas hacen que el tamaño de la gallina sea adaptable para los tamaños que pueden desearse al corte. Todo el sistema de despiece y mantenimiento es de fácil manejo operativo para preservar el estado de la máquina.

Contribuyendo a la mejora operativa en el restaurante, la maquina despresadora permite disminuir el tiempo de corte de la gallina frente al proceso manual ejecutado por un trabajador de 3 minutos a 25 segundos aproximadamente. Esto conlleva a una disminución de más del 50% de tiempo requerido para el proceso.

## 8. Conclusiones

- El diseño y modelamiento propios de los sistemas de dislocación y potencia permitieron que, en el momento de los cortes, la gallina asada mantuviera una estabilidad frente al contacto con la cuchilla y la apertura de las secciones de las alas, muslos y contramuslos. Gracias a esto se logró la correcta construcción de la maquina limitando y solucionando los imprevistos que sin simulaciones fueron generados. Así mismo, la correcta selección de la cinta, motorreductor y elementos de sujeción hacen de la maquina un prototipo adaptable en un espacio específico y eficiente en la disminución de tiempos operativos. Además, la construcción de la maquina es mayormente realizada con acero inoxidable como material principal para el tratamiento de alimentos sin hacer el equipo inaccesible en las empresas medianas y pequeñas para las que fueron desarrollado.
- Se observó y determinó que los cortes realizados a la gallina son finos y sin afectación de la gallina permitiendo a su vez dos cortes consecutivos sin necesidad de que la gallina sea dividida en dos secciones como en lo requerido manualmente. Con base en esto se afirma la capacidad de corte que tiene la máquina de realizar los cortes precisos respetando el tamaño correspondiente de la gallina, siendo beneficioso la posición poco usual de la cinta sierra en diagonal y disminuyendo los esfuerzos generados al momento del trabajo.
- Las características de la cinta sierra como afilado, ancho y espesor permitieron que, al momento de realizar los cortes, la cinta se mantenga fija con el movimiento de las poleas. Por esto mismo los dientes propios de la cinta hacen de la sierra un sistema

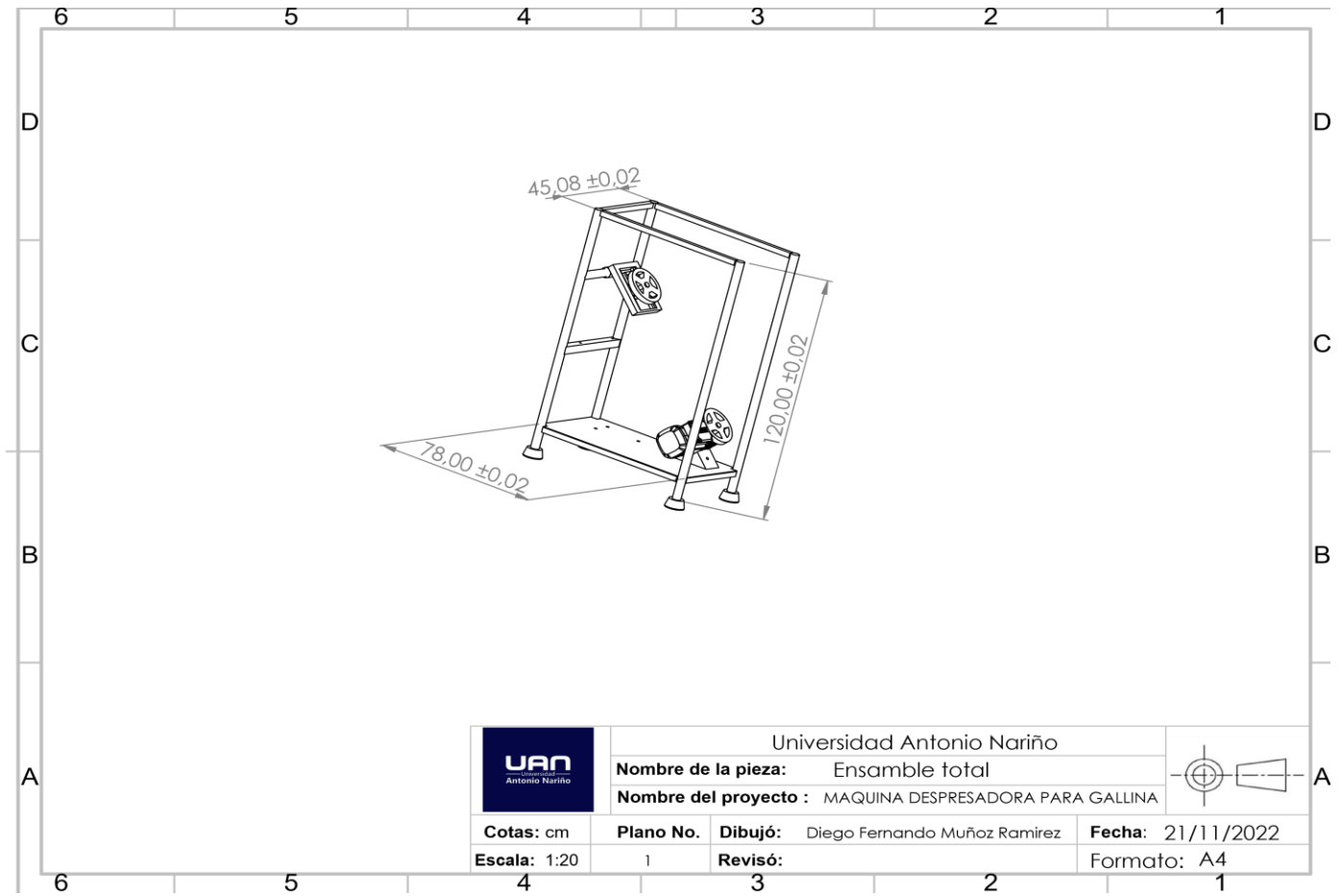


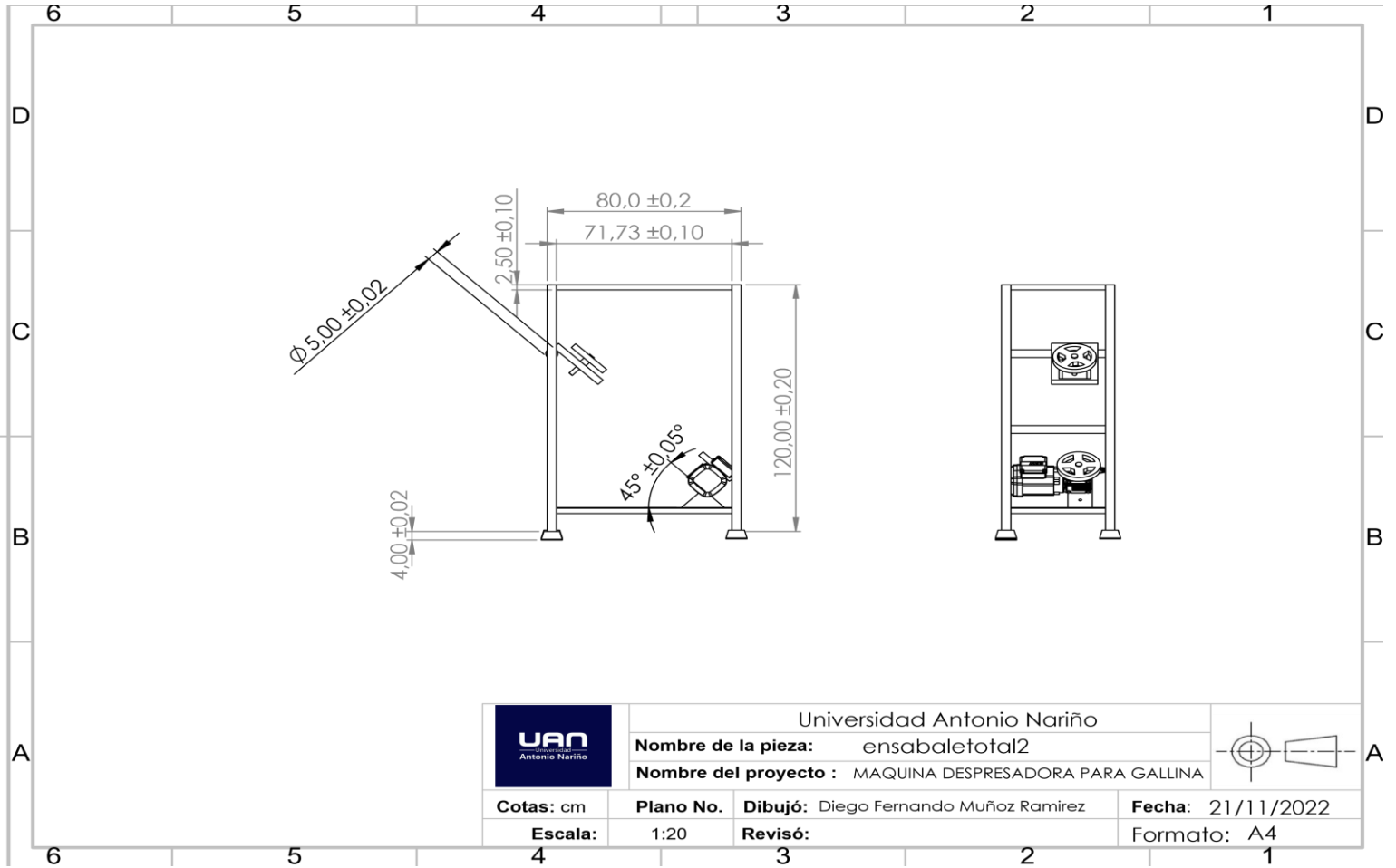
seguro en el corte, ya que permite que los cortes se hagan en doble sentido y de la misma calidad a la gallina sin desgarre o producción de trozos de producto.

- Gracias al decreto 1500 del 2007 y la norma de seguridad e higiene en la maquinaria alimenticia de la Oficina Internacional del trabajo se solventó el cumplimiento para el desarrollo y construcción de la maquina como guías fundamentales en los requisitos mínimos con equipos de mecanismo con cinta sierra. Igualmente, el uso del material inoxidable apropiado y la correcta señalización y mantenimiento del prototipo, hacen de la maquina un sistema integro dentro del marco de competitividad alimenticio.
- El sistema mecánico y eléctrico de toda la maquina respeta tanto la seguridad como la higiene de todo el prototipo por la fácil accesibilidad en cada una de sus partes de forma sencilla y desmontable. Se concluye que los sistemas de seguridad mínimos al momento que el operario use el equipo sean entendibles gracias a los pasos de operación y mantenimiento. Las distancias y bloqueos mecánicos en las guías limitan al operario completamente en su actividad, pero no limitan el corte ni desprese al instante del funcionamiento.
- A partir de los tiempos recolectados experimentalmente se logra una disminución de tiempo de corte y desprese del 86.2 % por la baja labor que un operario debe realizar al momento de manipular el alimento en la maquina despresadora con un promedio de 25 segundos a diferencia de los 180 segundos que normalmente se disposición para el proceso de corte y desprese. Gracias a esto se puede afirmar que la productividad de la empresa se ve aumentada al poder disponer de sus trabajadores en otras actividades de los procesos por el ahorro de tiempo laboral.

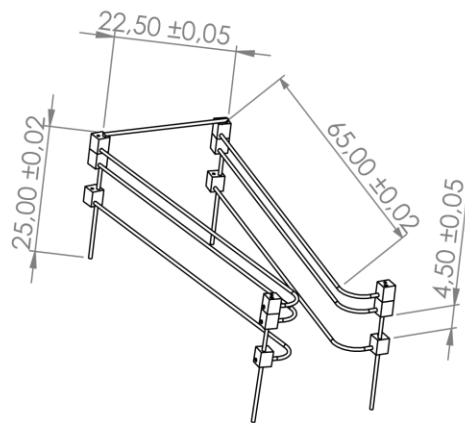
- Con el manual de operación y mantenimiento se pueden establecer los mínimos pasos para el uso y conservación de la maquina durante todo su proceso y gracias a su facilidad de entendimiento por los conceptos usados permite que el conocimiento de cualquier operario de la empresa sea sencillo y captable.

9. Anexos

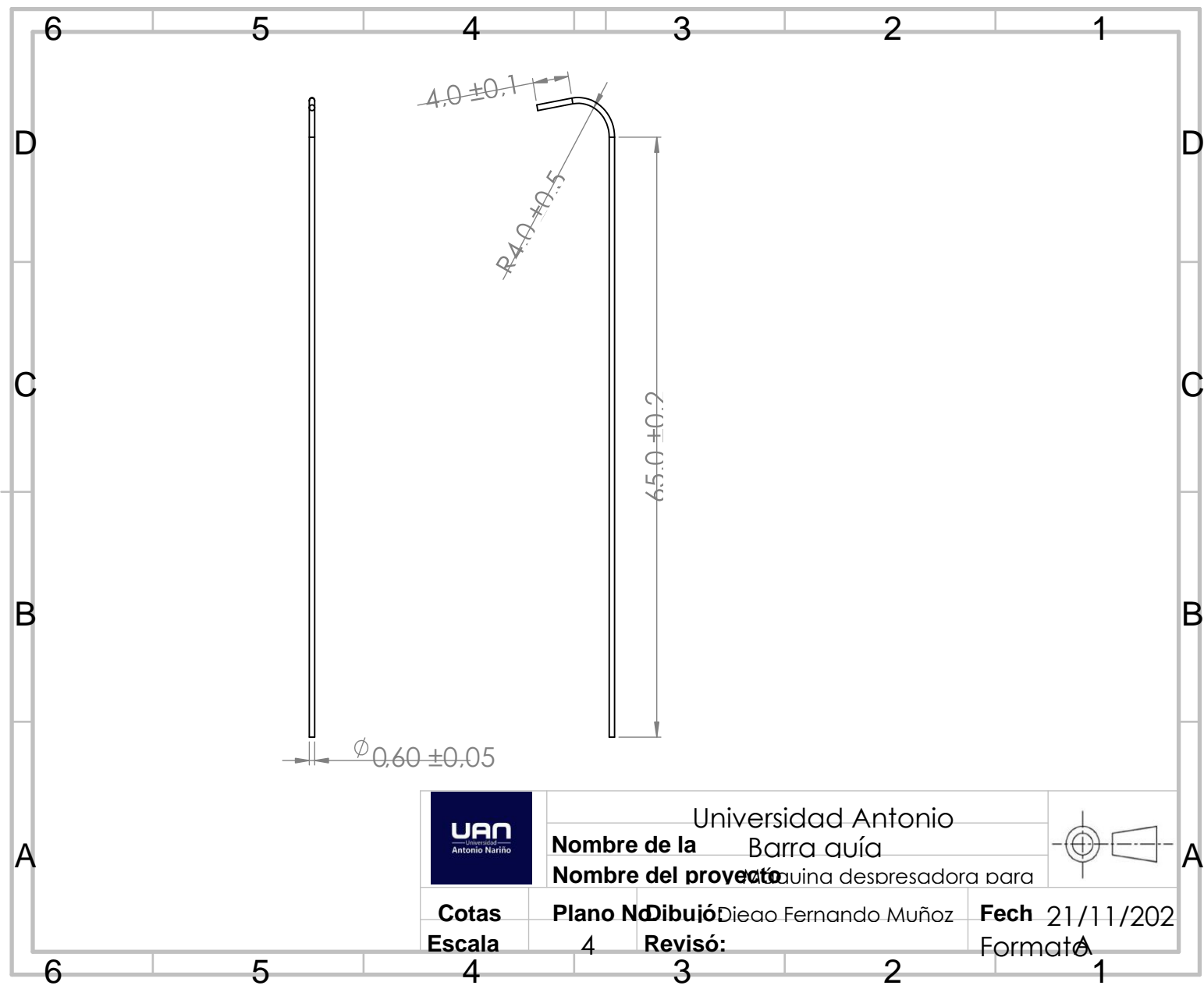




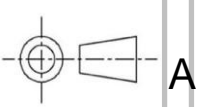
	Universidad Antonio Nariño			
	Nombre de la pieza: ensabaletotal2		Nombre del proyecto: MAQUINA DESPRESADORA PARA GALLINA	
Cotas: cm	Plano No. 4	Dibujó: Diego Fernando Muñoz Ramirez	Fecha: 21/11/2022	
Escala: 1:20	Revisó: 2	Formato: A4		



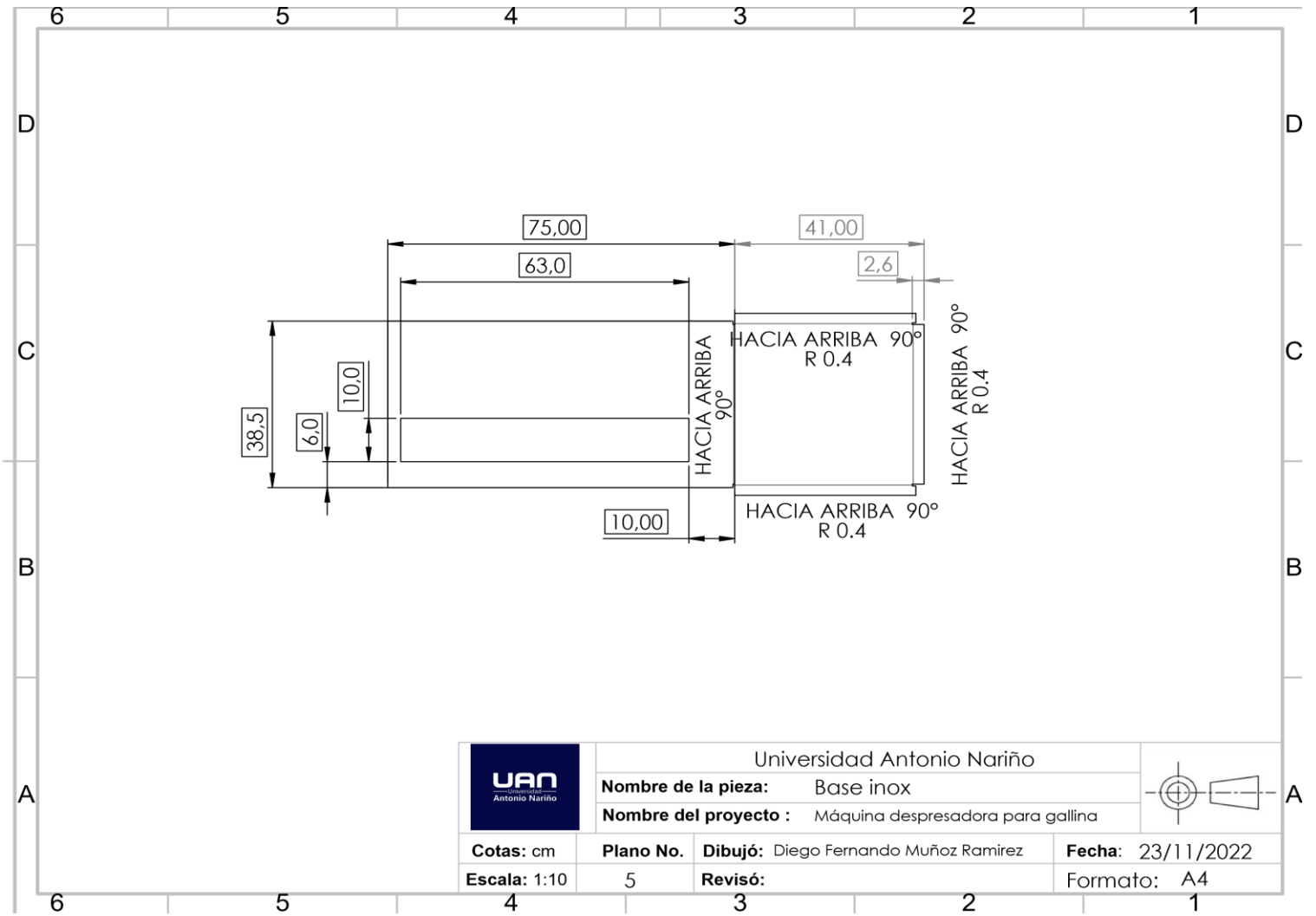
	Universidad Antonio Nariño			
	<b>Nombre de la pieza:</b> SISTEMA DISLOCADOR		<b>Nombre del proyecto:</b> MAQUINA DESPRESADORA PARA GALLINA	
<b>Cotas:</b> cm	<b>Plano No.:</b> 3	<b>Dibujó:</b> Diego Fernando Muñoz Ramirez	<b>Fecha:</b> 21/11/2022	
<b>Escala:</b> 1:10	<b>Revisó:</b>	<b>Formato:</b> A4		<b>1</b>

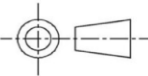


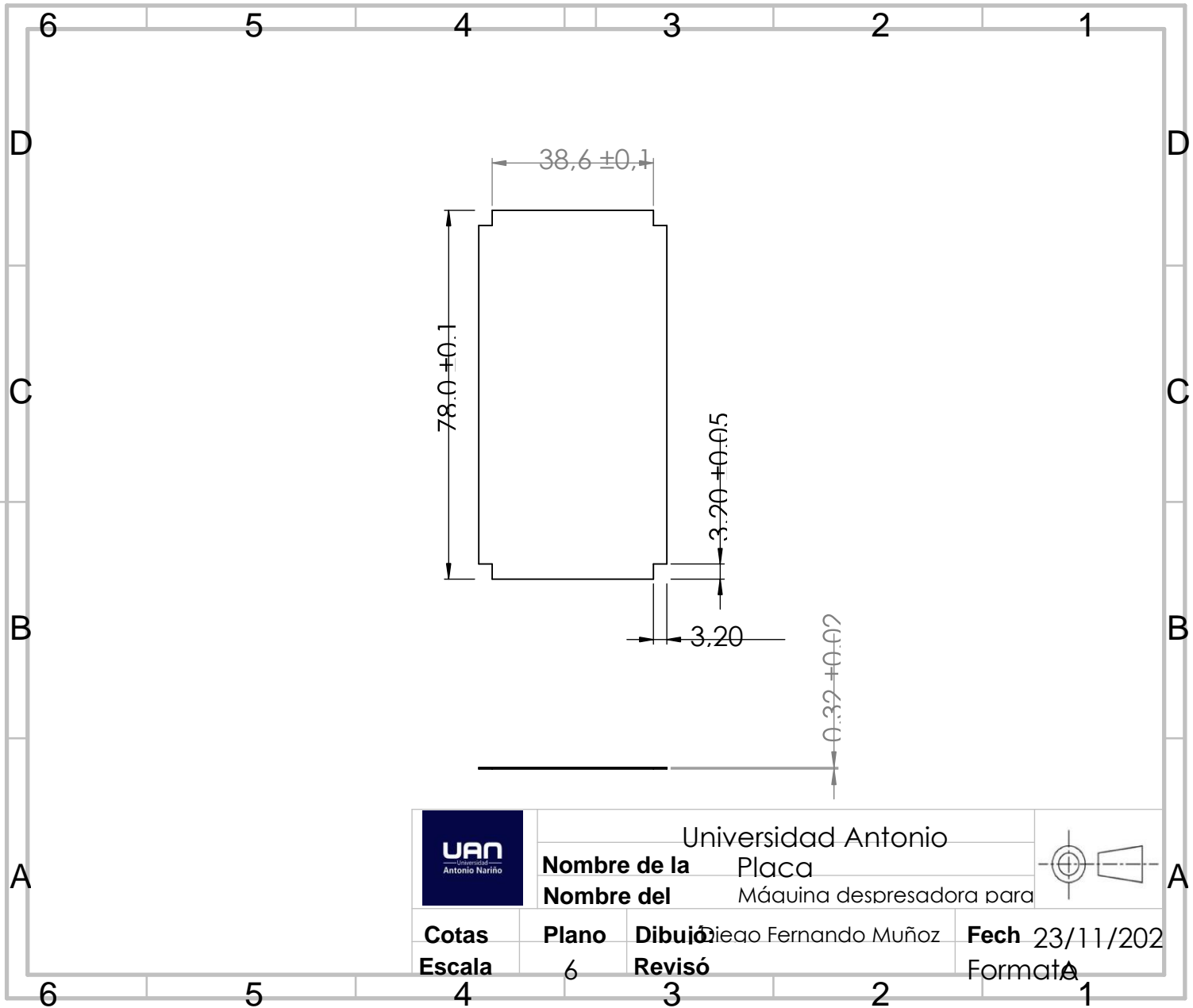
Universidad Antonio  
Nombre de la Barra auía  
Nombre del proyecto Máquina desbrosadora para



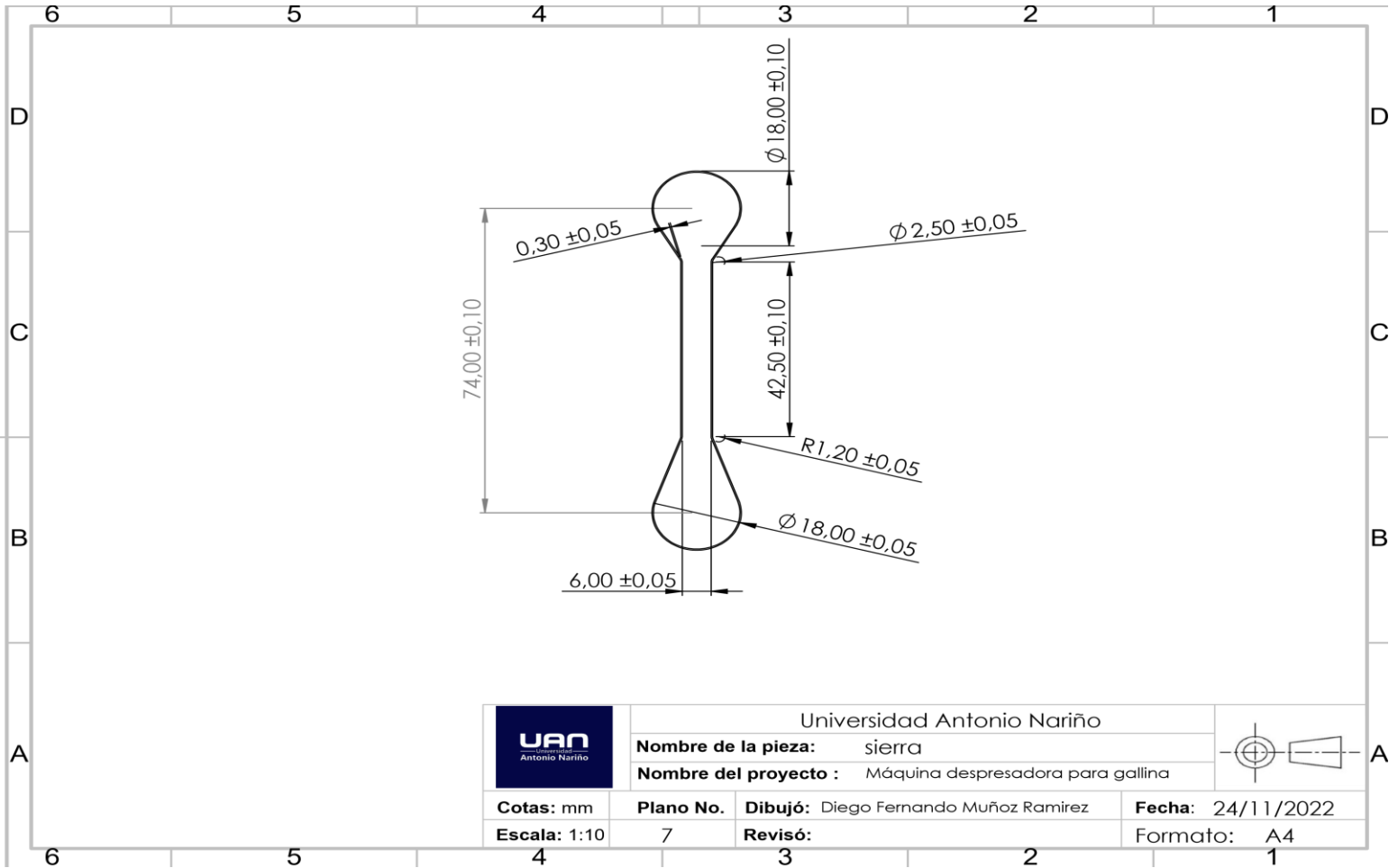
<b>Cotas</b>	<b>Plano No</b>	<b>Dibujó</b>	<b>Fecha</b>
Escala	4	Revisó: Diego Fernando Muñoz	21/11/202
			Formato A



	Universidad Antonio Nariño			
	Nombre de la pieza: Base inox		Nombre del proyecto: Máquina despresadora para gallina	
Cotas: cm	Plano No. 5	Dibujó: Diego Fernando Muñoz Ramírez	Fecha: 23/11/2022	
Escala: 1:10	5	Revisó:	Formato: A4	







## 10. Referencias Bibliográficas

- [1] Marta Rodríguez, Alma de herrero, Resistencia mecánica de los huesos del pollo, Enero del 2010. <http://almadeherrero.blogspot.com/2010/01/resistencia-mecanica-de-los-huesos-de.html>
- [2] Arfemec Industrial, Noticias, La evolución de la máquina alimenticia, Rosario, Santa Fe, Argentina: <https://www.arfemec.com.ar/blog/evolucion-maquinaria-alimenticia>
- [3] FAM-STUMABO IBERICA S.L., “Cortadoras industriales p alimentos”, in PDF Document. <https://www.fam-stumabo.es/es>
- [4] Guillermo Caicedo D., Alberto Ramirez, “Diseño y construcción de una sierra mecánica alternativa para hoja de segueta de 18 pulgadas”, Corporación autónoma de occidente, Cali (1982). <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/3601/T0001491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] Caiza Danilo, Sanguña Paul, “Diseño y construcción de una máquina para realizar cortes de alimentos en formas variadas con capacidad de 20 kg/h, con dosificación controlada destinada a la industria alimenticia”, Trabajo de titulación universidad politécnica salesiana, Quito
- [6] Echeverría, M. L., Núñez Solís, E., & Huerta Ibáñez, J. M. (Marzo 2010). Manual ACEROS INOXIDABLES. INDURA S.A
- [7] Compymefor, Manual de afilado, Argentina (2007). file:///C:/Users/pedra/Downloads/pdf-manual-sobre-afilado-de-sierras\_compress.pdf
- [8] Icontec, Certificación ISO 22000 Sistema de gestión de seguridad alimentaria, Colombia (2022). [https://www.icontec.org/eval\\_conformidad/certificacion-iso-22000-sistema-de-gestion-de-seguridad-alimentaria/](https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-iso-22000-sistema-de-gestion-de-seguridad-alimentaria/)
- [9] ASM International (Ed.). (1990). ASM Metals Handbook Volume 1 - Properties and Selection Iron (1st ed., Vol. 1). ASM International. [https://www.asminternational.org/home/journal\\_content/56/10192/06181G/PUBLICATION](https://www.asminternational.org/home/journal_content/56/10192/06181G/PUBLICATION)
- [10] Starrett, Catálogo de laminas de sierra de cinta para alimentos, Mexico. <https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/01/Sierra-de-Cinta-para-Corte-de-Carne-Alimentos-Catalogo-Starrett.pdf>
- [11] Intermecc, Slideshare, Catálogo de productos, Manual de poleas Intermecc. <https://www.intermec.com.co/index.php>
- [12] Ensinger, Fichas técnicas productos plásticos, Brasil, 2022. [https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plastico/#/?filter=N4XyAA\\$\\$](https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plastico/#/?filter=N4XyAA$$)
- [13] Luis Chaguaro, Andrea Olmedo, “Diseño de una picadora de lonja de cerdo con una capacidad de 100 Kg/h”, proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, Quito (2014). <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8081>
- [14] OIT, Oficina Internacional del Trabajo, Seguridad y salud en la utilización de la maquinaria, Ginebra 2013. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_164658.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_164658.pdf)
- [15] Asociación española de normalización UNE, Norma Española UNE-EN 12268, Madrid (2019). <https://www.en.aenor.com/layouts/15/r.aspx?c=N0054693#:~:text=Esta%20norma%20europea%20se%20aplica,suelo%20con%20o%20sin%20ruedas.>
- [16] Ministerio de protección social, Decreto 1500 de 2007, Colombia. <https://www.foman.com.co/legislacion-alimentos-colombia/decreto-1500-2007/>
- [17] ¡¿Sabías Qué?!, Sierras de cinta: Historia y fabricación (2016). <https://www.youtube.com/watch?v=s5eI7zLo7Ek&t=46s>
- [18] EM Ingeniería, ¿Cuáles son las partes de la sierra cinta? (Junio 2022). <https://www.youtube.com/watch?v=K4pa8qUbJs>
- [19] Danfei de Mexico, Deshuesadora de pierna y muslo opti ltd, (Agosto 2018). [https://www.youtube.com/watch?v=jSiCLw1\\_6Fs](https://www.youtube.com/watch?v=jSiCLw1_6Fs)
- [20] Industria Avícola, Cantrell: Máquina cortadora de alas y extensora, Estados Unidos. <https://www.industriaavicola.net/product/cantrell-maquina-cortadora-de-alas-y-extensora/>
- [21] Alibaba.com, Máquina de corte de aves de corral, exposición Nigeria, China. [https://spanish.alibaba.com/product-detail/automatic-chicken-wing-separating-machine-chicken-feet-cutting-machine-poultry-cutter-60705097046.html?spm=a2700.7724857.normal\\_offer.d\\_image.568e4455PF6K9K](https://spanish.alibaba.com/product-detail/automatic-chicken-wing-separating-machine-chicken-feet-cutting-machine-poultry-cutter-60705097046.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.568e4455PF6K9K)
- [22] Alibaba.com, Máquina cortadora de alas de pollo, Henan, China. [https://spanish.alibaba.com/product-detail/supplier-price-automatic-industrial-poultry-duck-chicken-wing-cutting-machine-1600070428734.html?spm=a2700.7724857.normal\\_offer.d\\_image.568e4455PF6K9K](https://spanish.alibaba.com/product-detail/supplier-price-automatic-industrial-poultry-duck-chicken-wing-cutting-machine-1600070428734.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.568e4455PF6K9K)

- [23] MichellQ Teach, Arranque directo de un motor trifasico en Cade Simu. <https://www.youtube.com/watch?v=wIVS-7iTITM>
- [24] Robert Seiffert, Use Poultry Tech Systemate Cut-up Line 5000 bph, (Mayo 2012). <https://www.youtube.com/watch?v=a4z8wkpO2Fs>
- [25] Sensoricx, Arranque directo de motor trifasico, (2018). <https://sensoricx.com/maquinas-electricas/arranque-directo-de-motor-trifasico/>
- [26] Jih Chyang Electric Co, Equipamiento de maquinaria electrica. <https://www.stronger.com.tw/PageE/PageE1.htm>
- [27] Juriscol, Ministerio de Justicia y del Derecho, Ley 590 del 2000. (Julio del 2010). <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1663080>
- [28] Graef, Manual de instrucciones de cortadora de alimentos. <https://cdn.graef.hu/sites/graef/files/downloads/graef-una9-szeletelogepe-hasznalati-utasitas-es.pdf>
- [29] Chefmate, Manual de instrucciones para modelos de cortadora gastronomica, (2010). [https://globefoodequip.com/pdfs/doc-lib/slicers/c-series/chefmate\\_c9\\_c10\\_c12-nsf-slicer\\_spanish-owner's-manual.pdf](https://globefoodequip.com/pdfs/doc-lib/slicers/c-series/chefmate_c9_c10_c12-nsf-slicer_spanish-owner's-manual.pdf)
- [30] Progress Methallics, Cortadora de alimentos electrica manual de instrucciones. <https://manuals.plus/es/progress/electric-food-slicer-manual#axzz7izUn7aUP>
- [31] <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/103-tipificacion-de-la-gallina-criolla#:~:text=Las%20aves%20presentan%20caracter%20C3%ADsticas%20fenot%20C3%ADpicas,2%20C0%20kg%20los%20machos>
- [32] Sew-Eurodrive, Cataloo Motorreductores, Instrucciones de montaje y funcionamiento. <https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/20200625.pdf>
- [33] Ingemecanica, Medición de la dureza de los materiales. [https://ingemecanica.com/tutoriales/tabla\\_dureza.html](https://ingemecanica.com/tutoriales/tabla_dureza.html)
- [34] Tecraft, Aporte TIG para acero inoxidable, características y detalles del productos. [https://tecraft.com/products/alambre-de-aporte-tig-para-soldar-acero-inoxidable?variant=35588285235363&currency=COP&utm\\_medium=product\\_sync&utm\\_source=google&utm\\_content=sag\\_organic&utm\\_campaign=sag\\_organic&utm\\_campaign=gs-2020-11-26&utm\\_source=google&utm\\_medium=smart\\_campaign&gclid=CjwKCAiA7IGcBhA8EiwAFfUDscPtHEfSVz0IZ-mpMTBKHL-ETV2V8E2DZC\\_hjEc3LzeL96o4UhPd8BoCGaQOAvD\\_BwE](https://tecraft.com/products/alambre-de-aporte-tig-para-soldar-acero-inoxidable?variant=35588285235363&currency=COP&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic&utm_campaign=gs-2020-11-26&utm_source=google&utm_medium=smart_campaign&gclid=CjwKCAiA7IGcBhA8EiwAFfUDscPtHEfSVz0IZ-mpMTBKHL-ETV2V8E2DZC_hjEc3LzeL96o4UhPd8BoCGaQOAvD_BwE)
- [35] Ingemecanica, Soldadura para aceros inoxidables: soldadura TIG. [https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html#:~:text=E1%20proceso%20TIG%20\(Tungsten%20Inert,generada%20por%20un%20gas%20inerte](https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html#:~:text=E1%20proceso%20TIG%20(Tungsten%20Inert,generada%20por%20un%20gas%20inerte)
- [36] Anox SAS, Propiedades del acero 304, (2016). <https://www.ainoxsas.com/acero304/>