



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

ITM

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINA CORTADORA DE QUESO PARA  
BLOQUES QG15 Y GQ20”**

## **TESIS**

PARA OPTAR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

PRESENTA:

**ING. ADAN JESUS PEREZ GOMEZ**

DIRECTOR:

**M I. SILVIO JOSE VILLAJUANA CERVANTES**

CO-DIRECTOR:

**DR. HUGO JOEL CARRILLO ESCALANTE**

REVISORES

**DR. JOSÉ RAMÓN ATOCHE ENSEÑAT**

**JOSÉ ANTONIO CANTO ESQUIVEL**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO**

**2021**



**DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.**  
**No. DE OFICIO: X-235/21**  
Mérida, Yucatán, **17/agosto/2021**

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**C. ADÁN JESÚS PÉREZ GÓMEZ**  
**PASANTE DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA**  
**PRESENTE.**

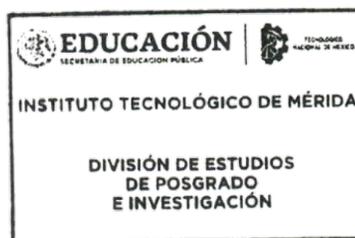
De acuerdo al fallo emitido por su director **Silvio José Villajuana Cervantes**, el Codirector Hugo Joel Carrillo Escalante y la comisión revisora integrada por José Ramón Atoche Enseñat, José Antonio Canto Esquivel, considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la TESIS:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINA CORTADORA DE QUESO PARA BLOQUES QG15 Y GQ20.”**

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica*

**HERIELA ANDREA ULBARRI BENÍTEZ**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE**  
**POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



C.p. Archivo  
HAUB/AMPC/zac



## **Agradecimientos**

Han sido la base de mi formación, cada uno de ustedes ha aportado grandes cosas a mi vida, y me han ayudado a enfrentar la gran tarea de encarar a la sociedad. Les agradezco por todo, en especial por ser los principales benefactores del desarrollo de mi tesis M.I Silvio Jose Villajuana Cervantes y el D.R. Hugo Joel Carrillo Escalante.

De igual forma agradezco a la empresa Gonela, ubicada en AV. Maquiladoras Tab. Cat.16557 int."A" por 73 col. Polígono de Chuburná, Dzityá, Mérida, Yucatán. La cual me permitió trabajar en su proyecto adquiriendo nuevos conocimiento y experiencias.

No fue fácil el camino para llegar hasta donde estoy, pero gracias a su apoyo, a su amor incondicional, a su enorme amabilidad y acompañamiento, lo difícil se hizo más fácil y llevar a feliz término este proyecto se hizo una realidad. Les agradezco, y hago eco de mi enorme aprecio hacia ustedes, mi hermosa familia.

## **Resumen**

En el presente trabajo se realiza el diseño y la construcción de una maquina cortadora de bloques de quesos denominados QG15 y GQ20, dicha maquina a la estructura se analiza la estructura mediante el uso de elementos finitos mostrando las posibles zonas de falla. Se obtuvieron cortes finos y simétricos los cual es necesario para el empaquetamiento, el equipo construido es de fácil manipulación y así también de limpieza.

## **Abstract**

In the present work the design and construction of a cheese block cutting machine called QG15 and GQ20 is carried out, said machine to the structure is analyzed the structure through the use of finite elements showing the possible fault zones. Fine and symmetrical cuts were obtained, which is necessary for packaging, the equipment built is easy to handle and thus also clean.



|   |    |
|---|----|
| <b>3. Metodología</b> .....   | 22 |
| <b>3.1 Introducción</b> .....   | 22 |
| <b>3.2 Requerimientos del cliente</b> .....   | 22 |
| <b>3.3 Análisis estructural</b> .....   | 23 |
| <b>3.4 Aceros</b> .....   | 23 |
| <b>3.4.1 Acabados superficiales</b> .....   | 23 |
| <b>3.5 Sistema de transmisión</b> .....   | 23 |
| <b>3.6 Conexión del sistema neumático propuesto</b> .....                           | 24 |
| <b>3.7 Acciones por objetivo</b> .....  | 24 |
| <b>3.8 cronograma de actividades</b> .....  | 25 |
| <b>3.9 Diseño</b> .....   | 26 |
| <b>3.9.1 Estructura</b> .....   | 26 |
| <b>3.9.2 Materiales</b> .....   | 27 |
| <b>3.9.3 Guías de los ejes</b> .....  | 27 |
| <b>3.9.4 Sistema de transmisión</b> .....   | 28 |
| <b>3.9.5 Mecanismo de desplazamiento</b> .....                                      | 29 |
| <b>3.9.6 Posicionamiento del sistema neumático</b> .....                            | 29 |
| <b>3.9.7 Área de contacto con los bloques de queso QG15, GQ20 y Cilindros</b> ..... | 30 |
| <b>3.9.8 Sistema de control neumático</b> .....                                     | 30 |
| <b>3.9.9 Diagrama de control neumático.</b> .....                                   | 31 |
| <b>3.9.1 Funcionamiento de los botones</b> .....                                    | 31 |
| <b>4. Resultados</b> .....  | 33 |
| <b>4. 1 Rediseño marco de corte</b> .....   | 35 |
| <b>4.2 Rediseño de Nylamid</b> .....  | 36 |
| <b>4.3 Rediseño en el soporte, para el cilindro del área de corte</b> .....         | 36 |
| <b>5. Conclusiones.</b> .....   | 37 |
| Referencias.....  | 39 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Lira utensilio para cortes de queso.....                 | 10 |
| Figura 3. Cuchillo de filo liso.....                               | 15 |
| Figura 4. Cuchillo de filo abierto.....                            | 15 |
| Figura 5. Horquilla o roquefortesa .....                           | 16 |
| Figura 6. Cortadora manual Berkel.....                             | 16 |
| Figura 7. Cortadora eléctrica Berkel.....                          | 16 |
| Figura 8. Sistema de transmisión propuesto .....                   | 18 |
| Figura 9. Tipos de cuñeros.....                                    | 19 |
| Figura 10. Eje A.....  | 19 |
| Figura 11. Eje B.....  | 19 |
| Figura 12. Sistema neumático.....                                  | 21 |
| Figura 13. Empresa Gonela.....                                     | 22 |
| Tabla 2 14. Requerimientos del cliente .....                       | 22 |
| Figura 15. Estructura propuesta para empresa Gonela .....          | 23 |
| <b>Figura 16.</b> Partes del rodillo transportador.....            | 23 |
| Figura 17. Medidas de la estructura .....                          | 26 |
| Figura 18. Selección del miembro estructura .....                  | 26 |
| Figura 19. Perfil de acero inoxidable .....                        | 27 |
| Figura 20. Estructura con los 52 barrenos .....                    | 27 |
| Figura 21. Tubos del sistema de transmisión .....                  | 28 |
| Figura 22. Instalación del sistema de transmisión .....            | 28 |
| Figura 23. Estructura de la maquina con las llantas de carga ..... | 29 |
| Figura 24. ubicación de los cilindros.....                         | 29 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 25. Nylamid M .....   | 30 |
| Figura 26. Caja de acero inoxidable, para protección del sistema neumático .....   | 30 |
| Figura 27. Conexión del sistema neumático .....                                    | 31 |
| Figura 28. Accionamiento del botón uno .....                                       | 32 |
| Figura 29. Accionamiento del botón dos .....                                       | 32 |
| Figura 30. Maquina ensamblada.....   | 33 |
| Figura 31. Primera prueba .....  | 33 |
| Figura 32. Sistema Neumático .....   | 34 |
| Figura 33. Resultado de la primera prueba.....                                     | 34 |
| Figura 34. Rediseño del marco .....  | 35 |
| Figura 35. Cuchillas de corte.....   | 35 |
| Figura 36. Antes y después del rediseño .....                                      | 36 |
| Figura 37. Antes y después de agregar el soporte o extensión a la estructura ..... | 36 |
| Figura 39. Modificación del marco .....  | 37 |
| Figura 38. Marco maquinado y listo.....  | 37 |
| Figura 40. Naylamind antes de modificar .....                                      | 38 |
| Figura 41. Naylamind modificado.....   | 38 |
| Figura 42. Vista superior de los soportes.....                                     | 38 |
| Figura 43. Soportes del pistón de empuje .....                                     | 38 |

# 1. Presentación

## 1.1 Antecedentes

México ocupa el décimo lugar en la producción de queso y la octava para el consumo, el 10% de la producción total de leche en el país se utiliza en la fabricación de productos lácteos. La gran mayoría se fabrica con leche de vaca y algunos se elaboran con leche de cabra, estos no son tan populares por lo que es difícil encontrarlos para su consumo. [1]

En el país podemos encontrar dos maneras de elaborar el queso, la primera es la denominada "Quesos frescos", los cuales son elaborados con leche no fermentada, lo que significa que estos envejecen en solo unos días y la otra es la denominada "Quesos añejos" estos son curados durante semanas o meses, tiempo suficiente para equilibrar el PH del queso y eliminar las bacterias dañinas. Existe entre una variedad aproximadamente de 40 tipos de quesos elaborados en el país, solo algunos son producidos en gran volumen, como por ejemplo el queso Oaxaca y el queso Chihuahua.

En México, sólo dos están protegidos por la ley; "El queso Cotija y "El Queso de Bola" de Ocosingo, Chiapas. [2] [3]

### **La canasta básica en México y el consumo del queso.**

En México toda familia tiene derecho a una alimentación básica, por lo que el gobierno tiene la responsabilidad de garantizar la seguridad alimentaria, proponiendo así el aumento de la canasta básica de 23 a 40 productos actualmente. [4]

Sin embargo, las instituciones tanto públicas como privadas pueden generar sus propias canastas básicas y dependiendo de su propósito se pueden clasificar en:

**Canastas reales:** Estas se elaboran a partir de lo que consume la gente cotidianamente y sirve para conocer el poder adquisitivo en los salarios.

**Canastas recomendables:** Se elaboran para identificar lo que debemos consumir y lograr un determinado beneficio social. A partir del 15 de abril del 2013 la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), menciona que la canasta básica es entendida, como un subconjunto de productos incluidos en el cálculo, de los índices para el precio del consumidor, sumando un total de 82 productos, los cuales fueron determinados mediante la encuesta.

El Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), genera un par de listas de productos para determinar la clasificación y la pobreza, según el área (rural o urbana), en estas listas podemos encontrar que los **Quesos** están presentes como productos básicos, en las dos zonas rurales o urbanas [5], siendo este un producto de consumo alimenticio indispensable en la dieta del mexicano.

## 1.2 Planteamiento del problema.

En México es notable el aumento de los consumibles para la canasta básica, entre ellos se encuentran los derivados de los productos lácteos [5]. La creciente demanda, impulsa a la industria a mejorar e incrementar la producción de quesos, es por ello, que el sistema de corte se puede mejorar y con esto optimizar los tiempos de producción, por este motivo la industria local de lácteos debe estar preparada y poder satisfacer las necesidades del mercado actual. Se decide incrementar la producción de queso, donde se analizó que es posible si se sustituye los cortes de manera manual, por un sistema de corte automatizado.

El proceso manual está limitado en la velocidad, lo que representa un cuello de botella en la producción, se debe considerar que los cortes actualmente se realizan a mano, quedando muy restringido en cuanto a la velocidad y la calidad, siendo efectuados por un operario, con la ayuda de una lira o cuchillo (Figura 1). El sistema de corte pretende efectuar cortes más rápidos en menos tiempo y con una calidad mejor.



Figura 1. Lira utensilio para cortes de queso

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseño y construcción de una máquina para cortes de bloques de queso, que no cuente con un sistema eléctrico o electrónico, que sea seguro para el operario y cuente con las normas permitidas por el sector alimenticio.

### **1.3.2 Objetivo específicos.**

- Revisión del estado del arte.
- Diseño del proyecto y análisis estructurales.
- Análisis y propuesta para el sistema de corte.
- Manufactura del dispositivo.

## 1.4 Justificación

La producción local de lácteos es la tercera actividad más importante de la industria alimentaria en México.

Entre el año 2005 y 2011 la producción de leche y derivados mostro un aumento favorable en la mayor parte de sus productos, entre los que más se destacan son el Yogurt y el queso teniendo un crecimiento de 7.3% y 5.3% (Figura 2).

La mayor parte de la demanda de este producto puede ser la estabilidad económica o los cambios en las preferencias alimentarias de los consumidores, lo cual incrementa el consumo de productos lácteos esto le proporciona un valor agregado en la variedad de quesos o yogures[9].

PRODUCCION INDUSTRIAL DE LECHE Y DERIVADOS LACTEOS  
(Toneladas)

| Producto                                       | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011 p/   | Var.%<br>11/10 | TMC<br>11/05 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|--------------|
| Leche Pasteurizada <sup>1/</sup> <sup>1/</sup> | 3,049,707 | 2,978,866 | 2,871,632 | 2,834,948 | 2,811,882 | 2,791,100 | 2,742,719 | -1.7           | -1.5         |
| Ultrapasteurizada <sup>1/</sup> <sup>2/</sup>  | 1,448,734 | 1,512,869 | 1,601,620 | 1,748,865 | 1,790,263 | 1,650,258 | 1,482,043 | -10.2          | 0.3          |
| Yogurt <sup>3/</sup>                           | 447,689   | 448,917   | 637,119   | 632,741   | 647,573   | 706,324   | 730,925   | 3.5            | 7.3          |
| Crema natural                                  | 158,016   | 202,552   | 216,809   | 137,224   | 139,329   | 136,518   | 140,556   | 3.0            | -1.7         |
| Leche en polvo <sup>4/</sup>                   | 207,471   | 225,580   | 253,041   | 247,826   | 237,311   | 248,121   | 239,226   | -3.6           | 2.1          |
| Quesos <sup>5/</sup>                           | 187,405   | 202,593   | 229,498   | 239,364   | 255,670   | 275,316   | 275,413   | 0.0            | 5.7          |
| Mantequilla <sup>6/</sup>                      | 36,084    | 36,020    | 37,475    | 36,238    | 35,082    | 40,551    | 42,989    | 6.0            | 2.5          |

Tabla1. 2Producción de lácteos y derivados.

La producción nacional de quesos está concentrada en grandes empresas como grupo Chilchota (con marcas como Ranchero, Duranguense, Lagunero, o Sello de Oro) y Sigma Alimentos Lácteos (Noche Buena, Fud, La Villita) que, en conjunto, tienen una participación del 50% del mercado. Otras marcas con una presencia importante son Grupo Lala (marcas Los Volcanes y Siluette), Alpura y La Esmeralda, sumando juntas un 18% de cuota de mercado, otras empresas presentes aunque con menor cuota, son Grupo Prolesa (marca El Sauz), Kraft Foods (Philadelphia, Cheez Whiz y Parmesano), Qualtia Alimentos (Quesos Caperucita), Nestlé, Grupo Chen (Chen, Norteño) e Industrias Cor (Lyncott), entre otras. [6].

Puede decirse que el queso elaborado en las grandes industrias no compite con el queso elaborado en la industria local, por que quienes compran este último lo hacen porque prefieren el queso fresco debido a su textura y sabor.

En México tenemos un consumo per cápita anual del 2.83 Kg al año, este dato es del año 2011. [7], actualmente en el año 2019 se alcanza un consumo per cápita de 6 Kg al año, dato proporcionado por la consultora **Euro monitor**.

De acuerdo con el consumo en México se ha notado un aumento, el cual según el mercado de quesos este puede llegar hasta 15 kilos per cápita, sin embargo, uno de los principales retos la producción nacional de los 40 tipos de quesos, solo se cubre el 75 % de la demanda del país. Debido a que la mayoría de las fabricantes son pequeñas y medianas empresas, quienes enfrentan problemas en el abasto de la materia prima, **falta de tecnología y controles de calidad** [8].

Ahora bien, una vez definido que la demanda de producto incrementara, la industria local de lácteos Gonela analizó las áreas de mejora y oportunidad dentro de su línea de producción para responder a un aumento se tiene que mejorar el sistema de corte. Este se pretende realizar de manera semi-automatizada creando un sistema que se adapte a la línea de producción generando cortes limpios y mejorando los tiempos de producción.

Con esto la empresa Gonela requiere de una máquina que tenga una **eficiencia** nos proporcione de una rapidez en el corte, **uniformidad** que las porciones de corte sean las adecuadas para reducir las mermas, **facilidad y seguridad** pueda ser operada por cualquier usuario y se mantengan manos ocupadas durante los cortes, **Limpieza** no cuente con componentes eléctricos debido a que el lavado se realiza con agua a presión para evitar residuos en los materiales.

Con esto se propone realizar el diseño y construcción de una máquina cortadora para bloques de queso denominados por Gonela QG15 Y GQ20, la cual cumpla con los objetivos de la tesis, así como las necesidades de la empresa las cuales se mencionan en la justificación.

## **2. Marco teórico.**

### **2.1 Estado del arte.**

El estado del arte es el recorrido en el que conoceremos los orígenes de las herramientas y máquinas de corte para queso, nos centraremos en la industria alimenticia, conociendo su evolución a través de una investigación para informarse del conocimiento que ya se produjo al respecto y comenzar a recuperar nociones, conceptos, teorías, metodologías y perspectivas desde las cuales se interroga la máquina - herramienta que se está construyendo.

#### **2.1.1 Contexto histórico.**

##### **2.1.1.1 Herramienta para cortes de queso**

El cortador de queso es un invento de un carpintero noruego llamado Thor Bjørklund (1889-1975), se dice que el cortador se inventó en 1925. El cortador constaba de una pequeña placa fina de acero (con su mango incluido) con el extremo curvo que le permitiera el corte y el paso de una fina loncha.

El 27 de febrero de ese mismo año se registró la patente, creando una fábrica para hacer utensilios en 1927 llamada Thor Bjørklund & Sønner [9].

La patente de Bjørklund terminó en 1942, que llevo a diferentes personas a producir sus propias cortadoras de queso. La fábrica creó 50 millones de cortadoras hasta el año 2015, en el año 2009, la marca iba a declararse en bancarrota, sin embargo siguieron la producción, pero en 2010 Gudbrandsdal Industrier lo compró todo y hoy se llama Bjørklund [10].

##### **2.1.1.2 Máquina cortadora de queso**

En la última década del siglo XIX en Holanda se manifestó una tendencia por el consumo de los embutidos y quesos selectos; favorecida, además por la exportación a la ciudad de Ámsterdam actualmente conocida como Nueva York.

Entonces los carniceros locales se afanaban durante horas cortando y locheando a mano dichos productos. El joven Wilhelmus Adrianus van Berkel (1869-1952) el cual era carnicero, pero tenía una pasión por la mecánica se planteó la idea de crear un sistema que facilite la tarea, tras meses de pruebas y piezas de embutidos mutilados 1898, se tiene la primera máquina para corte de embutido.

Van Berkel solo necesitaba alguien que le ayude a producir esta máquina, en ese momento una empresa de imprenta que se encontraba en bancarrota, Berkel ofrece al dueño convertir ese lugar en una empresa de máquinas de corte. El dueño de la empresa acepta la propuesta entonces el día 12 de octubre de 1898 se funda la Van Berkels patent, en ese año la empresa produjo 84 equipos y para el año 1919 comienza a operar la Commercial Berkel SA en Barcelona y Norteamérica [11].

## 2.1.2 Contexto tecnológico.

La cortadora de queso puede ser actualmente una maquina o una herramienta. Desde sus inicios su mecanismo de acción o funcionamiento elemental no han cambiado, pero si mejorado en cuestiones de los tipos de corte o en los diseños para las herramientas y maquinas que se emplean para realizar esta acción.

### 2.1.2.1 Herramientas de corte para queso (cuchillos).

#### 2.1.2.1.2 Cuchillo de filo liso o mango doble

Este cuchillo puede tener uno o dos mangos (Figura 3) que ayuden a cortar el queso teniendo un filo liso bastante ancho y resistente. Este tipo de hoja permite un corte homogéneo perfectamente recto, pero si el cuchillo tiene el filo ancho, pero poco firme (demasiado delgado) no podremos cortar cómodamente, ya que si la hoja falla no haremos un corte recto.



Figura 3. Cuchillo de filo liso

#### 2.1.2.1.3 Cuchillo de filo abierto

Presenta diferentes tipos de aberturas de tal forma que al cortar el queso no se pega con el metal se separa fácilmente gracias a los agujeros (Figura 4), que evitan que se adhiera. No debe de usarse en queso duros debido a que el filo es flexible y no soporta texturas duras o densas.



Figura 4. Cuchillo de filo abierto

#### 2.1.2.1.4 Horquilla o roquefortesa.

El hilo actúa como una guillotina (Figura 5), este viene insertando en unos soportes con unos muelles que suben y bajan lo cual facilita aún más el corte.



Figura 5. Horquilla o roquefortesa

#### 2.1.2.2 Máquinas para cortes de queso

##### 2.1.2.2.1 Máquina cortadora de queso manual Berkel y eléctrica.

Su diseño consta de una cuchilla circular cóncava, el corte se efectúa realizando un movimiento en una plataforma deslizante de adelante hacia atrás, en el mecanismo tenemos una barra graduada unida a la cuchilla, esta nos permite determinar el tipo de corte (fino o grueso), en ese momento nació la Berkel Model A [11].

Actualmente las cortadoras son eléctricas, la diferencia es que cuentan con un motor el cual genera una velocidad angular al disco de corte.



Figura 6. Cortadora manual Berkel



Figura 7. Cortadora eléctrica Berkel

## 2.2 Estado de la técnica

### 2.2.1 Materiales en el diseño

En la selección de materiales para determinado trabajo de manufactura, se debe tomar en cuenta las propiedades físicas y mecánicas [12].

Todo tipo de Máquina o herramienta para corte de queso, independientemente del tipo de forma o función, consiste básicamente de algún mecanismo que imprima cierta fuerza (propiedad física), esta misma acción a través de un desplazamiento debe generar un corte tomando en consideración que la herramienta de corte debe ser rígida (propiedad mecánica) [13].

### 2.2.2 Consideraciones en la selección del material

Higiene.

El acero inoxidable se emplea en superficies de trabajo, utensilios y maquinaria de preparación de alimentos. En general, está presente en todas las instalaciones y máquinas con las que tienen contacto los alimentos.

Diseño

La máquina se debe lavar por completo con agua y sanitizante, esto implica que los componentes de la misma no deban ser eléctricos o electrónicos, se propone el uso de componentes neumáticos.

### 2.2.3 Aceros inoxidables

**Austeníticos**, no son duros ni templables, se deforman plásticamente y se usan como aceros refractarios (resisten altas temperaturas) el más utilizado es el 304, contiene 8% Ni, 18 % Cr.

**Martensíticos**, son templables, contienen entre 11 a 18 % y presentan excelente resistencia a la corrosión

**Ferríticos**, Poseen bajo % de C y alto Cr (10-27 %) de manera de reducir el campo γ (volumen) y mantener la estructura ferrítica aún a altas temperaturas [14].

### 2.2.4 Elementos mecánicos

Los elementos mecánicos pueden ser piezas individuales o grupos constructivos los cuales se dividen en: elementos sencillos (remache y soldadura) o grupos constructivos (acoplamientos, cojinetes de bolas, engranajes o válvulas).

Los elementos mecánicos adicionales son: **almacenadores** (resortes y volantes), **rodamientos** (cojinetes, árboles y ejes), **elementos para transporte** (tuberías, mangueras, robinetería, válvulas), **elementos de transmisión o transformación** (ruedas dentadas, mecanismo de tracción), **elementos estanqueizantes** (juntas estáticas, juntas de movimiento), **lubricantes** (aceites, grasas, lubricantes sólidos), **elementos de reposo** (acoplamiento, freno) [15].

## 2.2.5 Transmisión

Es el mecanismo que se encarga de enviar o transmitir la potencia del motor, con el objetivo de mover otros mecanismos o piezas para un determinado funcionamiento de un equipo [16].

En el proyecto como mencionamos no debemos usar componentes eléctricos, por lo que la definición anterior del “Sistema de transmisión” tendrá que ser modificada, aplicaremos una solución diferente para la condición que nos solicitan (evitar el uso del motor).

Se propone un sistema de transmisión mecánico, el cual funcione por medio del desplazamiento de los bloques de queso sobre una estructura con rodillos que le permitan el deslizamiento hasta la zona de cortes, para generar la fuerza esta la efectúa un cilindro neumático de doble efecto (figura 8)

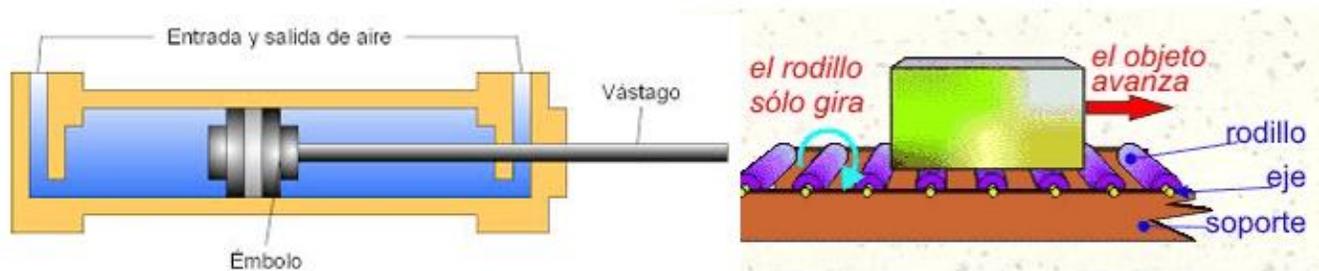


Figura 8. Sistema de transmisión propuesto

## 2.2.6 Diseño de ejes

Un eje (o árbol) es un componente de los dispositivos mecánicos que transmite movimiento rotativo y potencia. En consecuencia, se producen esfuerzos, suelen sostener elementos que transmiten potencia como engranes, poleas para las bandas y piñones para las cadenas.

En el diseño de los ejes se debe tomar en cuenta la potencia (Torsión) y la rueda (Engranes, poleas y piñones) sobre la cual está montada, esto genera un efecto de flexión y las cargas de tracción o compresión [17].

## 2.2.7 Concentraciones de esfuerzos en los ejes.

Cuando se realiza un diseño existe un problema, al inicio se desconoce los valores reales de los factores de concentración en los esfuerzos. La mayor parte de los esfuerzos dependen del diámetro del eje y de la geometría de los chaflanes y los cuñeros (figura 9).

Los dos tipos de cuñeros más usados son **cuñero perfil** se corta con una fresa lateral de espiga, cuyo diámetro es igual al ancho de la cuña, la ranura es de fondo plano y tiene un Angulo agudo el cual está a escuadra.

El **cuñero de trineo** se obtiene con una fresa circular cuyo ancho es igual al ancho de la cuña. Cuando comienza y termina el cortador produce un radio uniforme [17].

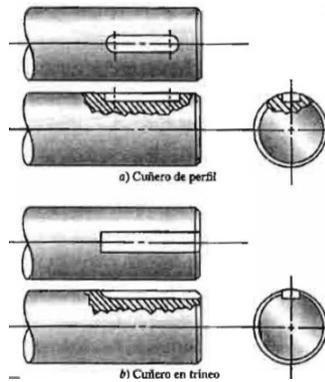


Figura 9. Tipos de cuñeros

### 2.2.8 Chaflanes

Cuando en un eje se presenta un cambio de diámetro, para formar un escalón contra el cual localizar un elemento de máquina, se produce la concentración de esfuerzos que dependen de la relación de 2 diámetros y de radio del chaflán.

Se recomienda que el radio del chaflán sea el mayor posible para minimizar la concentración de esfuerzos, pero a veces el diseño del engrane, cojinete u otro elemento afecta el radio que se puede usar.

Entonces los chaflanes agudos describen un escalón con un radio relativamente pequeño y puede ocurrir en una situación en donde se localice el cojinete de bolas o de rodillos [17].

### 2.2.9 Rodillos.

El rodillo es simplemente un cilindro (o un tubo) mucho más largo y grueso, por el cual pasa un eje (figura 10).

Igual suelen ser completamente sólidos (figura 11), esto quiere decir que el material se maquina en un torno realizando escalones en el cilindrado, para poder ajustar el diámetro del rodamiento que se emplea [18].

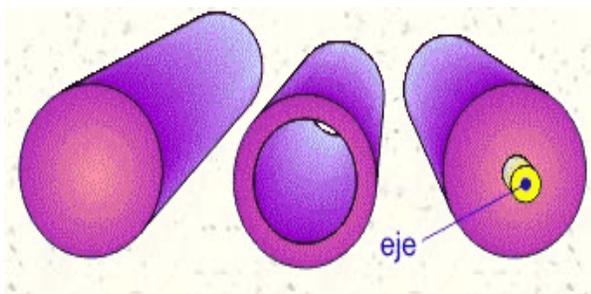


Figura 10. Eje A

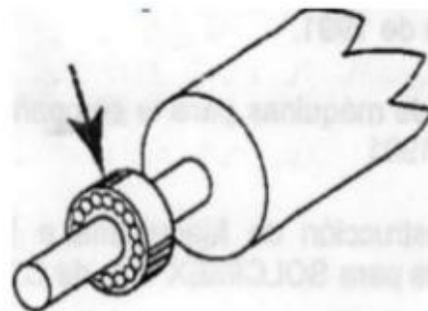


Figura 11. Eje B

## 2.2.10 Estructura

Conjunto de elementos capaces de soportar fuerzas y de proteger los objetos o las máquinas a los que pertenecen, recordemos que carga es la fuerza (peso) que actúa sobre la estructura [16].

Las maquinas se dividen en dos partes Maquinas simples y Maquinas compuestas

- Maquinas simples son: el plano inclinado, la cuña, la polea
- Maquina compuesta: Una máquina compuesta es una máquina formada por varias máquinas simples llamadas operadores mecánicos [19].

## 2.2.11 Sistema neumático.

Dispositivo mecánico o una serie de dispositivos que utilizan aire comprimido para realizar una tarea en particular. En la neumática industrial se suele utilizar el aire como medio de gas porque el aire es muy abundante y puede ser fácilmente expulsado a la atmósfera después de completar la tarea asignada. Además, el sistema neumático es menos costoso de construir.

Es por ello que en el sistema neumático simplemente se utiliza el aire para transmitir energía. El aire tiene mayor suministro en todas partes. Cuando el aire se comprime, se puede utilizar para realizar trabajos [20].

### 2.2.11.1 ¿Cuáles son los elementos de un sistema neumático industrial?

**Compresor:** el aire aspirado a presión atmosférica se comprime y se entrega a presión más elevada al sistema a neumático. Se transforma así la energía mecánica en energía neumática.

**Motor eléctrico:** suministrará energía mecánica de compresor. Transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

**Presostato:** controlar el motor eléctrico detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

**Válvula anti-retorno:** deja pasar el aire comprimido de el compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor o está parado.

**Depósito:** almacenar el aire comprimido, su tamaño está definido por la capacidad del compresor. Cuanto más grande sea su volumen, más largo serán los intervalos de funcionamiento o de el compresor.

**Manómetro:** indica la presión del depósito.

**Purga automática:** purga el agua que se condensa en el depósito sin necesidad de supervisión.

**Válvula de seguridad:** expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube por encima de la presión permitida.

**Secador de aire refrigerado:** enfriar el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de congelación y condensa la mayor parte de la humedad del aire, lo que evita tener agua en el resto del sistema.

**Filtro de línea:** al encontrarse en la tubería principal, este filtro debe tener una caída de presión mínima y la capacidad de eliminar el aceite lubricante en suspensión. Sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.

**Sistema de utilización:** Purga del aire. Para el consumo, el aire es tomado de la parte superior de la tubería principal para permitir que las condensaciones ocasionan permanezca en la tubería principal; cuando alcanza un punto bajo, una salida de agua desde la parte inferior de la tubería irá a una purga automática eliminando así el condensado.

**Purga automática:** cada tubo descendiente, debe tener una purga en su extremo inferior. El método más eficaz es una purga automática e impide que el agua se quiere en el tubo en el caso en que se descuide la purga manual.

**Unidad de acondicionamiento del aire:** acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático que necesitan lubricación.

**Válvula direccional:** proporcionan presión y pone a escape alternativamente las dos conexiones del cilindro para controlar la dirección de movimiento.

**Actuador:** Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico. En la figura se muestra un cilindro lineal, pero puede ser también un actuador de giro o una herramienta neumática, etcétera.

**Controladores de velocidad:** permiten una regulación fácil y continuar de la velocidad de movimiento del actuador [21].



Figura 12. Sistema neumático.

### 3. Metodología

#### 3.1 Introducción

La empresa Gonela, ubicada en AV. Maquiladoras Tab. Cat.16557 int."A" por 73 col. Polígono de Chuburná, Dzityá, Mérida, Yucatán. Requiere del diseño y construcción de una maquina la cual pueda realizar cortes de queso, capaz de sustituir los cortes realizados de manera manual por el operario, con esto se incrementa el nivel de producción y disminuye la merma del producto, sin olvidar la seguridad del operario.



Figura 13. Empresa Gonela

#### 3.2 Requerimientos del cliente

Encuestamos al ingeniero encargado del proyecto acerca de los requerimientos de la máquina, los agrupamos en categorías y los resultados fueron los siguientes.

| Requerimientos del cliente |  |
|----------------------------|--|
| Categoría                  | Requerimiento                                    |
| Higiene y seguridad        | Fácil limpieza                                   |
|                            | Manos ocupadas                                   |
|                            | Materiales permitidos por la secretaria de salud |
| Técnica                    | Fácil operación                                  |
|                            | Fácil mantenimiento                              |

Tabla 2 14. Requerimientos del cliente

### 3.3 Análisis estructural

Determinaremos las características del material que se utilizara para la construcción de la estructura, cuya función es almacenar todos los mecanismos necesarios para el funcionamiento del equipo. Aquí presentamos la propuesta estructural del proyecto (figura13), la cual consta de rodillos, siendo estos los que proporcionen deslizamiento y soporte de las cargas (bloques de queso).



Figura 15. Estructura propuesta para empresa Gonela

### 3.4 Aceros

El acero que se puede utilizar para el diseño de la maquina es el Acero 304 que contiene 8% níquel y 18 % de cromo del tipo **Austeníticos**.

Este posee características ideales para el manejo con alimentos debido a su alto contenido de cromo que es resistente a la corrosión y también es ideal para manejarse a altas temperaturas.

#### 3.4.1 Acabados superficiales

Usaremos acabados superficiales en el cuerpo de la máquina, el material con el que se realice debe ser de acero inoxidable ya que se tiene contacto con los alimentos. Los acabados de laminación en frio que se usaremos son pulidos P4 el cual se obtiene con abrasivo 180- 204

### 3.5 Sistema de transmisión

Para nuestro sistema de transmisión vamos a usar un elemento mecánico de rodamiento conocido como rodillo (figura 14), este a diferencia de los otros sistemas no necesita de un motor para que la carga sea desplazada. Requiere de una fuerza externa aplicada al objeto para que este deslice sobre los rodillos los cuales eliminan la fricción, el material de los rodillos será de acero inoxidable.

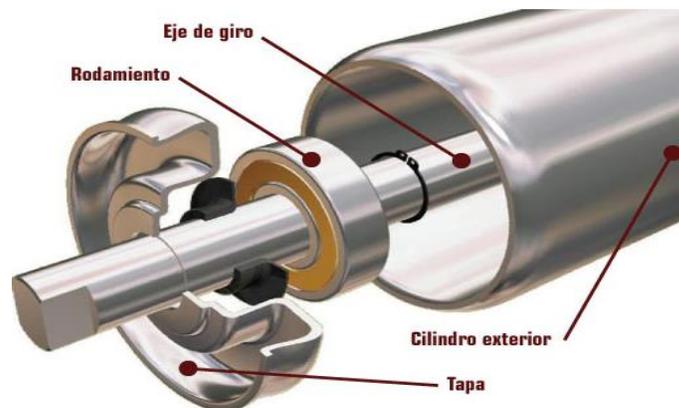


Figura 16. Partes del rodillo transportador

### 3.6 Conexión del sistema neumático propuesto

Para el diseño de la maquina se pretende usar dos cilindros de doble efecto de los cuales uno de ellos ejerce una fuerza de empuje al bloque de queso. Deslizándolo a través del sistema de transmisión (Rodillos). Al final de la banda transportadora se colocarán unos filos de acero inoxidable, estos generan el corte para el queso. El segundo cilindro desliza los bloques cortados para la sección de empaque, cabe mencionar que el deslizamiento lo efectúa en un segundo sistema de transmisión.

### 3.7 Acciones por objetivo

Revisión del estado del arte

- Obtener información sobre la evolución de las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de corte para embutidos.

Diseño del proyecto y análisis estructurales.

- Encuestar al cliente para recabar información.
- Reunirse con el asesor para plantear estrategias.
- Utilizar el software SolidWorks para crear un análisis de la estructural aplicado a elementos finitos.

Análisis y propuesta de un sistema neumático.

- Utilizar el software Fluidsim para realizar el diseño neumático de los cilindros doble efecto.

Manufactura del dispositivo

- Comprar los materiales de acuerdo con los parámetros revisados en el software.
- Construir una estructura rígida la cual pueda soportar las cargas y los movimientos.
- Construir el sistema de transmisión (Rodillos).
- Realizar las conexiones neumáticas de acuerdo con el software Fluidsim.
- Montar los sistemas neumáticos sobre la estructura.
- Construir el sistema de corte el cual consta de un filo de acero inoxidable.
- Realizar pruebas y verificación del funcionamiento.



### 3.9 Diseño

Utilizaremos el software SOLIDWORKS 2020 para el diseño, realizamos la estructura, efectuando los trazos con las medidas deseadas por la empresa Gonela (figura 15).

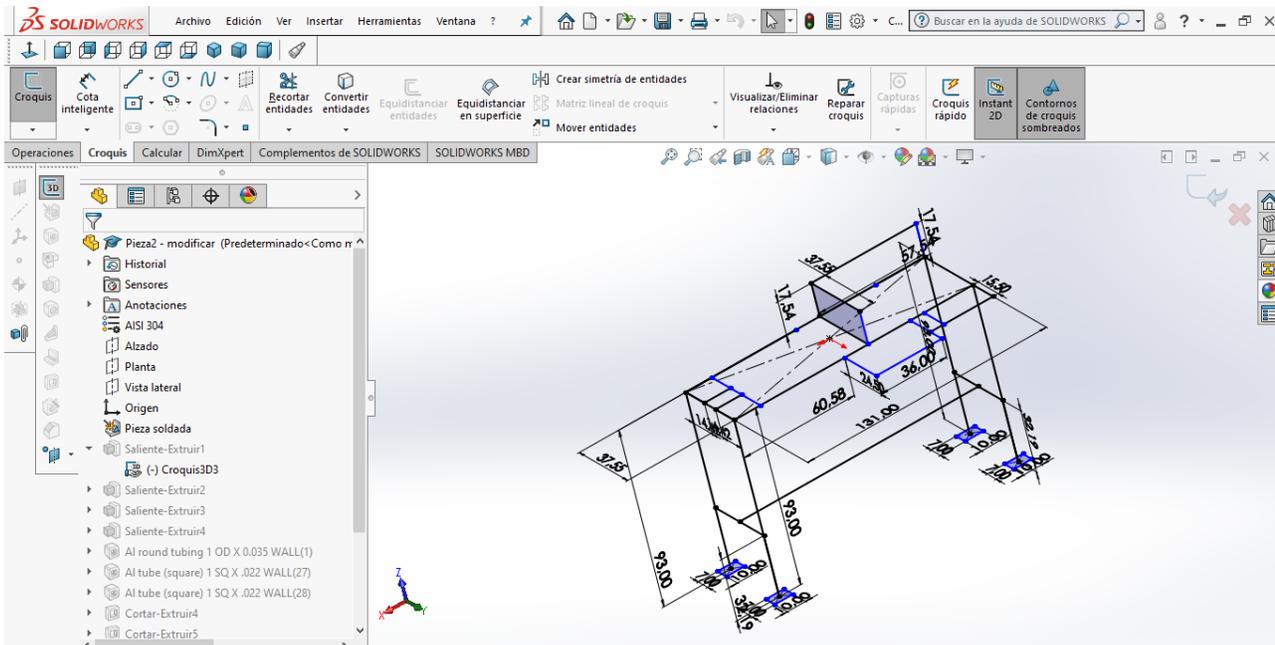


Figura 17. Medidas de la estructura

#### 3.9.1 Estructura

Para la estructura usaremos la opción de piezas soldadas en miembro estructural (figura16).

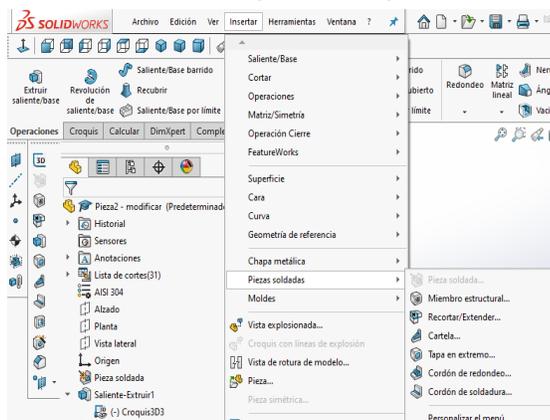


Figura 18. Selección del miembro estructura

### 3.9.2 Materiales

El material utilizado será perfil de acero inoxidable con medidas de 1" (figura 17), las características del material a utilizar son ANSI 304 (contiene 8% Ni, 18 % Cr.), el cual es ideal para el contacto con alimentos.

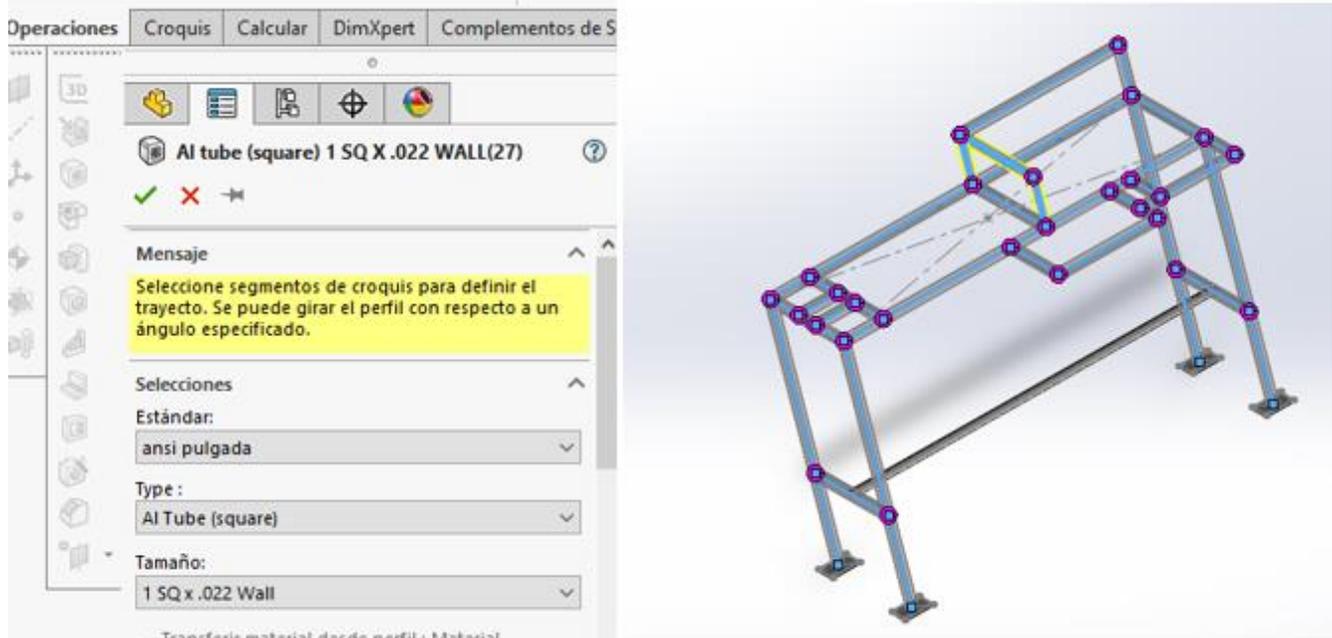


Figura 19. Perfil de acero inoxidable

### 3.9.3 Guías de los ejes

La estructura contará con 52 barrenos de 3/8 in (figura 18), los cuales serían 34 barrenos en la parte inicial de la máquina para poner sostener los rodillos y en la parte final de la maquina tendríamos 18 barrenos, todos estos deben estar distanciados a una separación 3.19 cm tomando como referencia el centro de cada barreno.

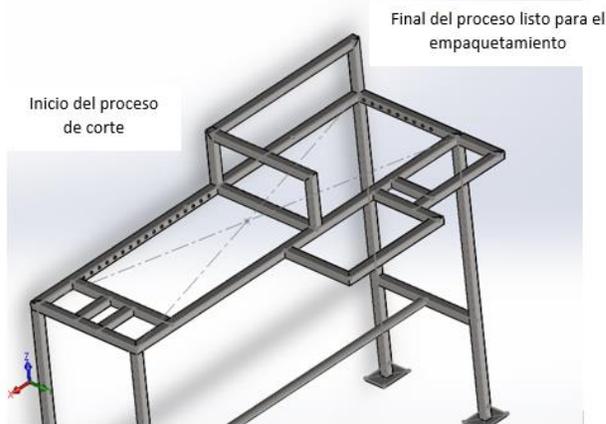


Figura 20. Estructura con los 52 barrenos

### 3.9.4 Sistema de transmisión

Para el sistema de transmisión usaremos tubos de acero inoxidable 1 pulgada (ANSI 304), el cual es el indicado para el contacto con los alimentos, cabe mencionar que estas partes es donde se tendrá un contacto directo con el alimento (Queso), para hacer rotar el cilindro se usará dentro del tubo una barra sólida de acero inoxidable (figura 19. A) la cual esta soldada en las perforaciones realizadas dentro la estructura.

Los tubos tendrán tapas de acero inoxidable soldadas en los extremos, estas tendrán un diámetro de 1", después de ser soldadas serán lijadas con un material abrasivo (Lija 180-204), logrando un acabado liso y uniforme (figura 19. B)

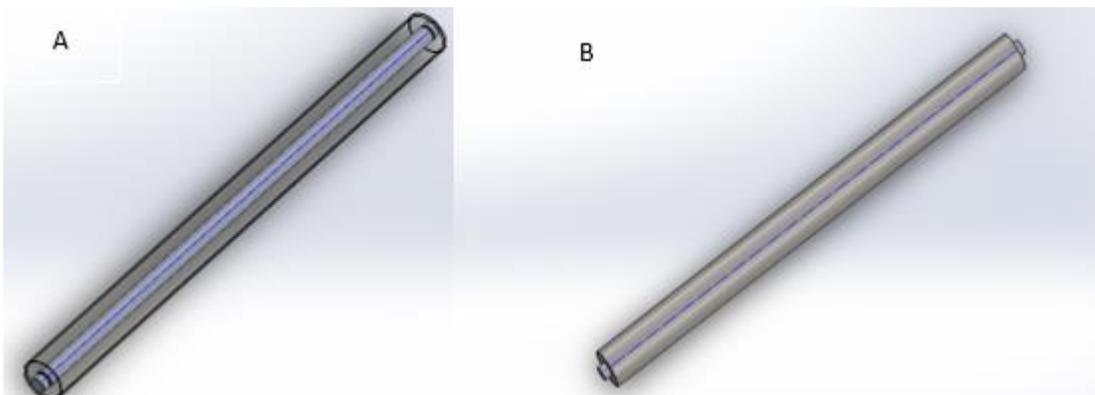


Figura 21. Tubos del sistema de transmisión

Al soldar los ejes a la estructura nos debe quedar de esta forma, cómo podemos ver en la imagen (figura 20). La tapa del tubo tiene un diámetro de 3/8 in, en el cual atraviesa un eje, esto facilita el giro de los rodillos.



Figura 22. Instalación del sistema de transmisión

### 3.9.5 Mecanismo de desplazamiento

Para desplazar la estructura utilizaremos 4 llantas de carga, las cuales estarán soldadas en las bases (figura 21), mediante unas placas de 7 x 10 cm de acero inoxidable



Figura 23. Estructura de la maquina con las llantas de carga

### 3.9.6 Posicionamiento del sistema neumático

En la estructura instalaremos unos cuadros los cuales es donde los cilindros serán colocados (Soldados), tomando en cuenta la longitud de su desplazamiento para empujar el material que será maquinado (Queso). En la imagen podemos observar la ubicación de los dos cilindros y sus especificaciones (figura 22)



Figura 24. ubicación de los cilindros

### 3.9.7 Área de contacto con los bloques de queso QG15, GQ20 y Cilindros.

Los cilindros de doble efecto deben de llevar una base plana la cual se ajuste al mismo, en este caso decidimos usar Nylamid (figura 23), ya que cuenta con las siguientes propiedades.

#### **Nylamid M (M =Mecánico) color hueso**

Es el polímero más usado en la industria pues cuenta con las características generales del Nylamid, pero además es el producto que ofrece la mayor disponibilidad de medidas para la fabricación de piezas desde muy pequeñas hasta muy grandes, está aprobado para trabajar en contacto directo con alimentos según la norma (NMX-E-202-1993-SCFI ). Su resistencia térmica es de 93° C [22].

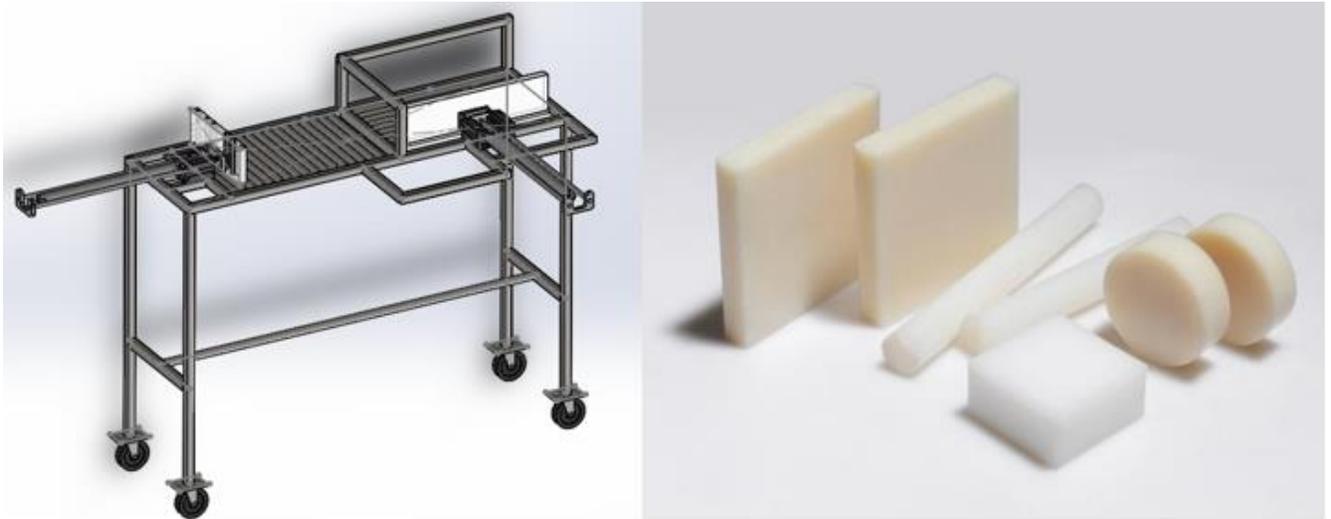


Figura 25. Nylamid M

### 3.9.8 Sistema de control neumático

Ahora debemos crear la caja para el sistema neumático (figura 24), en esta caja colocaremos los botones en la parte superior y en el interior colocaremos las mangueras, así como los accesorios, para el funcionamiento de este.

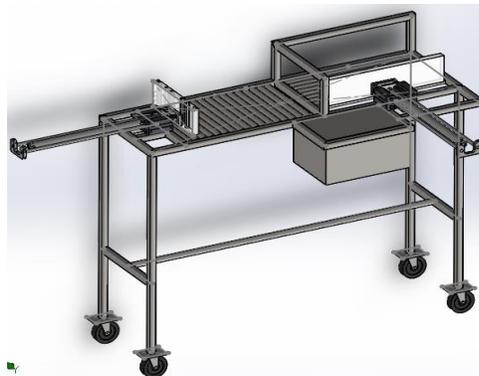


Figura 26. Caja de acero inoxidable, para protección del sistema neumático

### 3.9.9 Diagrama de control neumático.

Este diagrama se realiza con el software Fluid SIMP neumático. En la imagen Conexión del sistema neumático (figura 25), podemos observar cómo se habilitan las conexiones neumáticas, la línea azul fuerte, representa el flujo del aire que viene desde el compresor.

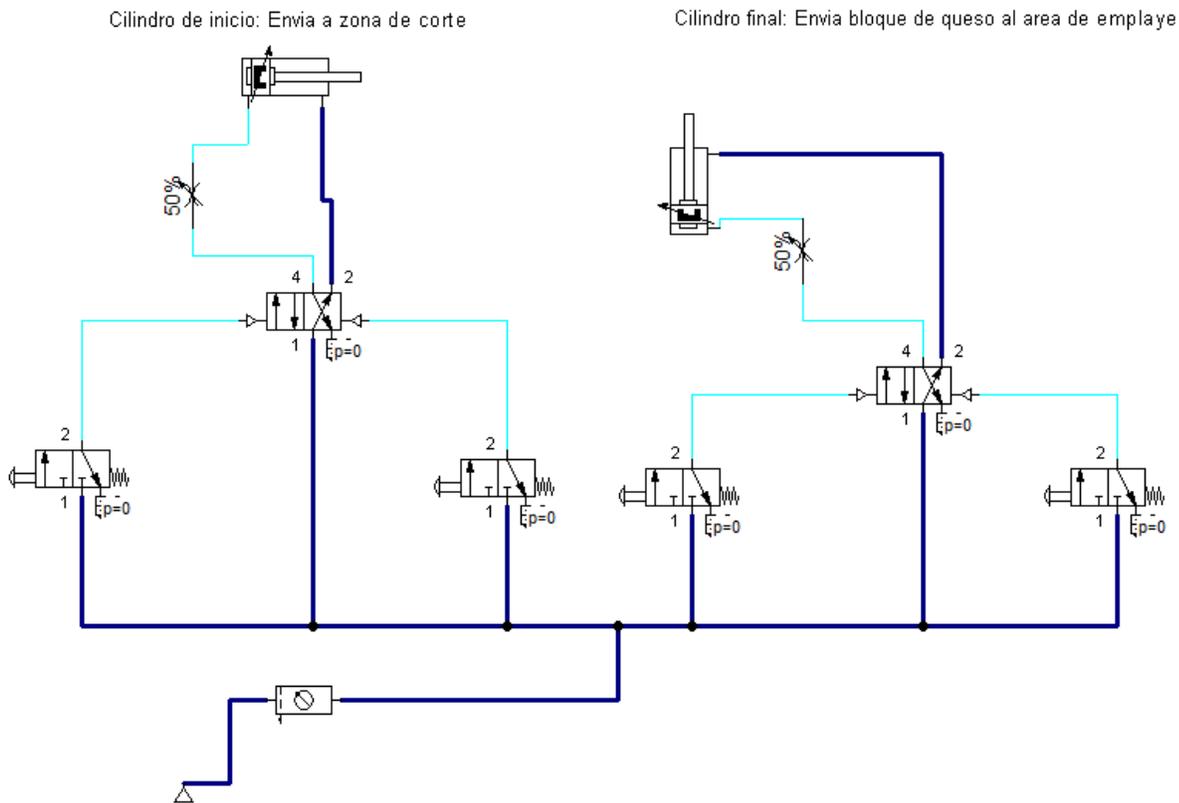


Figura 27. Conexión del sistema neumático

### 3.9.1 Funcionamiento de los botones

El botón número uno (figura 26) acciona el desplazamiento del cilindro hacia la zona de corte, en esta zona los bloques de queso son oprimidos por acción del cilindro y unos filos de acero inoxidable, estos generan el corte. Una vez que se encuentre al final de la zona los bloques de queso, se procederá a accionar el botón número dos (figura 27), este activará el segundo cilindro el cual enviará el producto cortado a la zona de emplaye.

Finalmente podemos accionar de manera conjunta los botones 3 y 4, esto con el fin de regresar al origen los dos cilindros nuevamente para continuar realizando las tareas de corte con otros bloques de queso.

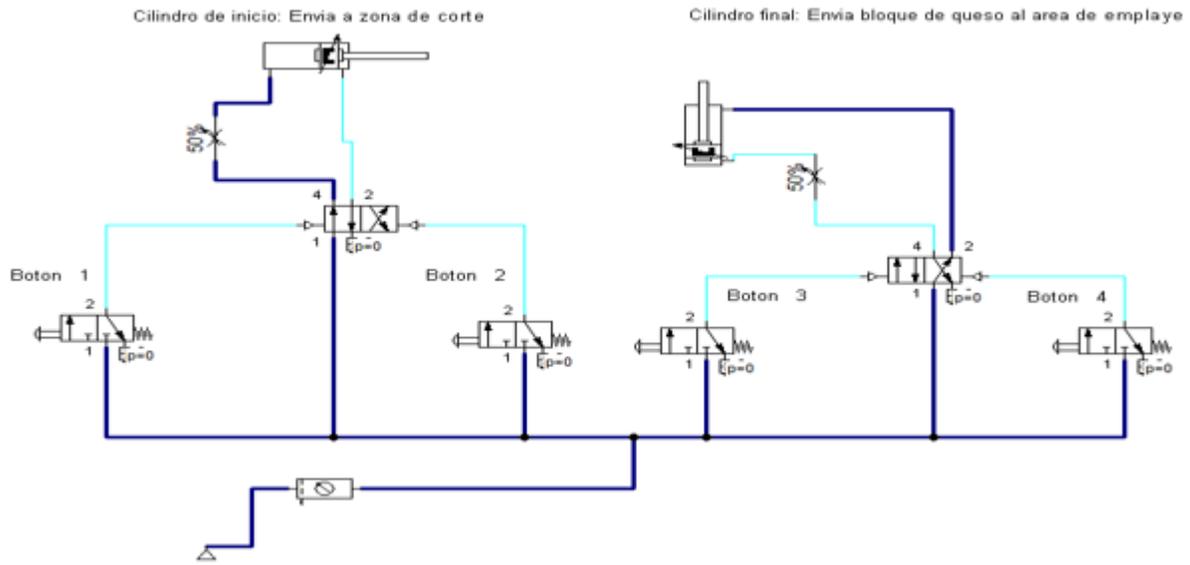


Figura 28. Accionamiento del botón uno

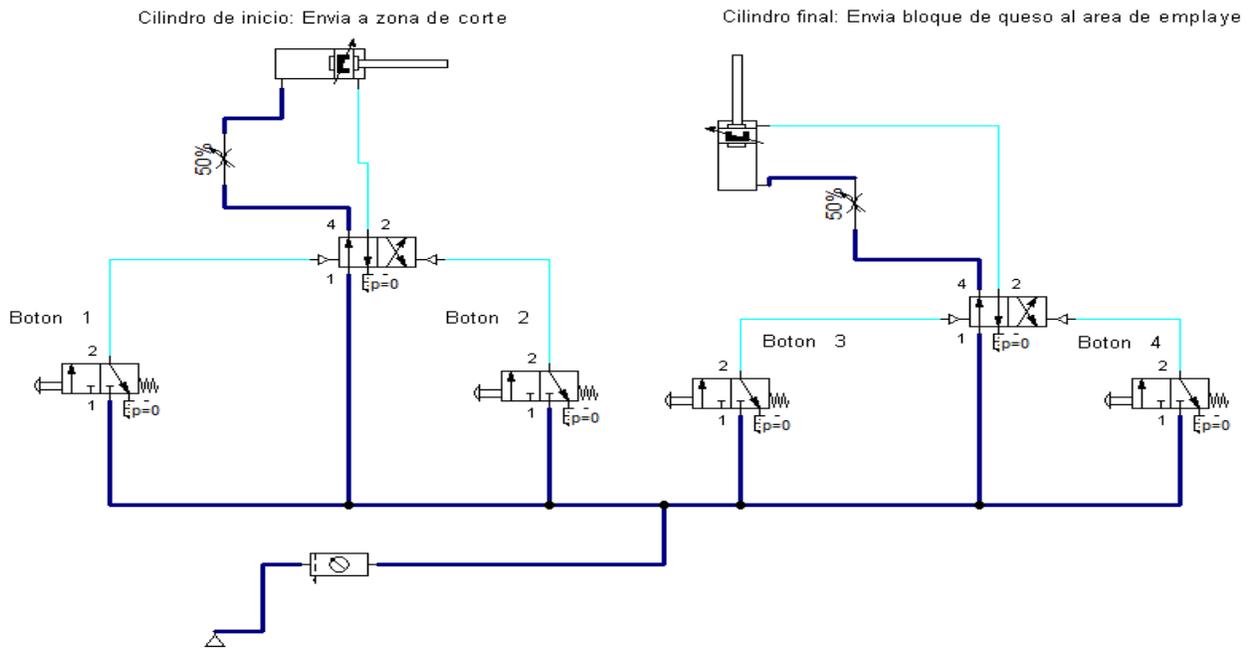


Figura 29. Accionamiento del botón dos.

#### 4. Resultados

En la siguiente imagen podemos observar la estructura realizada (figura 28), la cual se nos presentan dos vistas (lateral, superior)



Figura 30. Maquina ensamblada.

procedimos a realizar uno de los primeros cortes a los bloques de queso, recordemos que la acción de corte se efectúa en la parte central de la maquina por la acción de la presión ejercida sobre el área donde están los alambres de acero inoxidable.

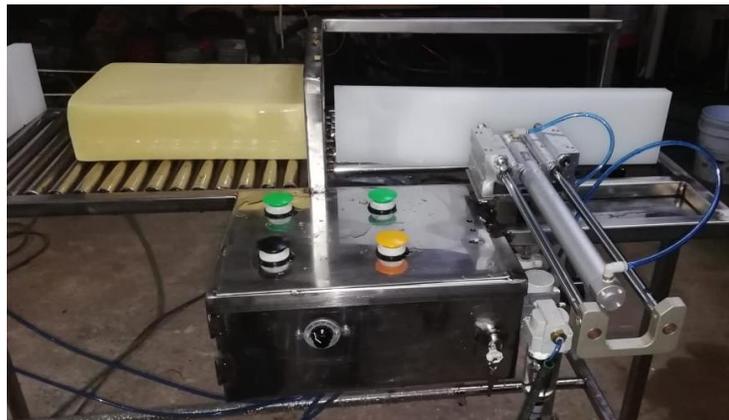


Figura 31. Primera prueba

Se pudo observar que el queso salió sin problema alguno realizando un corte limpio a la primera pasada, pero nos percatamos de un inconveniente, debido a la presión del cilindro y la flexibilidad del alambre este no realizaba los cortes de manera alineada (figura 31)

La máquina no funciona con corriente eléctrica (figura 30), todo el sistema es neumático, se empleará de esta forma para poder limpiar la máquina con agua y sanitizante, con esto evitamos mojar partes eléctricas las cuales se pueden dañar.



Figura 33. Resultado de la primera prueba



Figura 32. Sistema Neumático

## 4. 1 Rediseño marco de corte

Debido al pandeamiento en los cortes de los bloques **QG15 Y GQ20**, se tendrá que rediseñar el marco donde se tienen los alambres de corte, para esto utilizaremos el **SOLIDWORKS** nuevamente (figura 32).

Ahora el marco se pretenderá sea solido completamente e intercambiable, se le montaran las cuchillas, estas serán rígidas como podemos ver en la imagen (figura.33)

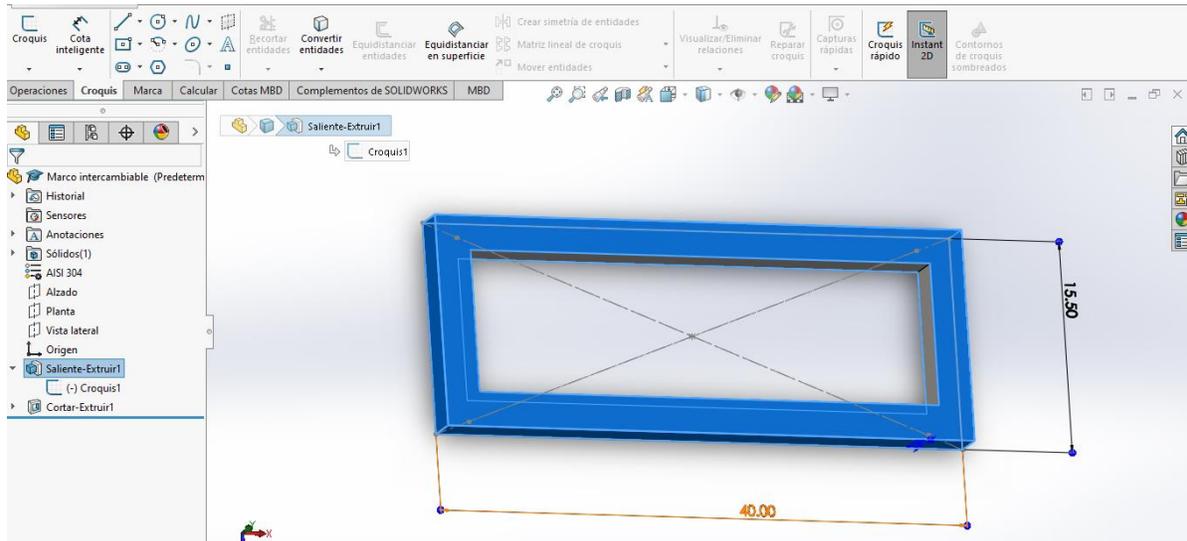


Figura 34. Rediseño del marco



Figura 35. Cuchillas de corte.

## 4.2 Rediseño de Nylamid

En este rediseño se les agregan unas bases a los soportes, son cuadros de Nylamid con medidas de 5cm de ancho, 10cm de largo y 2.5 cm de espesor, su función es siempre la misma servir de base a los bloques de queso **QG15 Y GQ20**, con la diferencia que nos dan más espacio de trabajo para realizar el corte (figura 34).

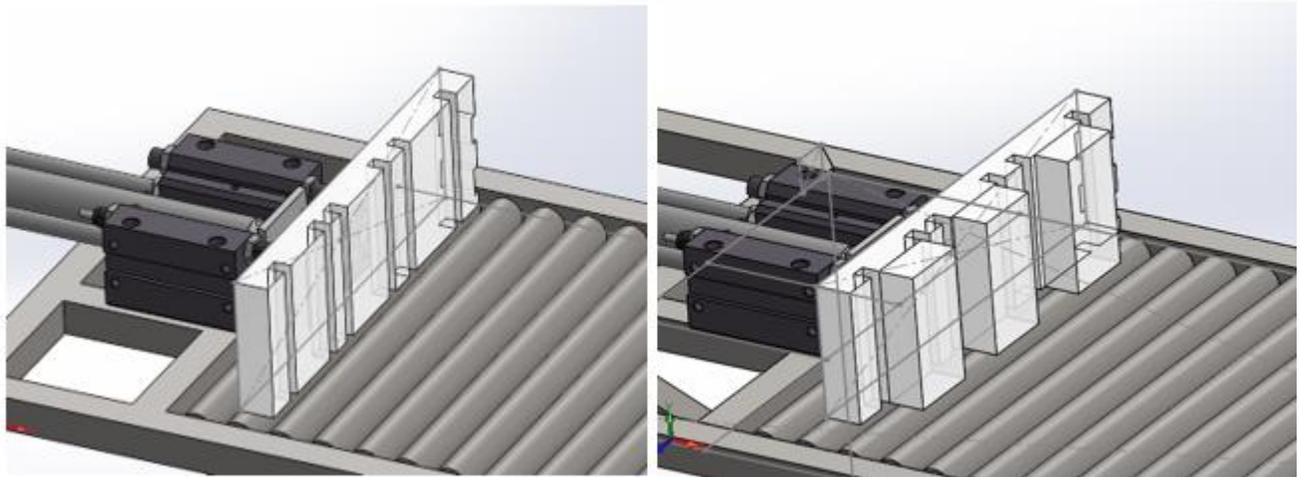


Figura 36. Antes y después del rediseño

## 4.3 Rediseño en el soporte, para el cilindro del área de corte.

En esta parte podemos observar cómo se agrega una extensión a la base de corte debido a que cuando el bloque es presionado con el área de corte, necesita apoyo en la parte de atrás para evitar el pandiamiento en los bloques de queso debido a la fuerza del pistón (figura).

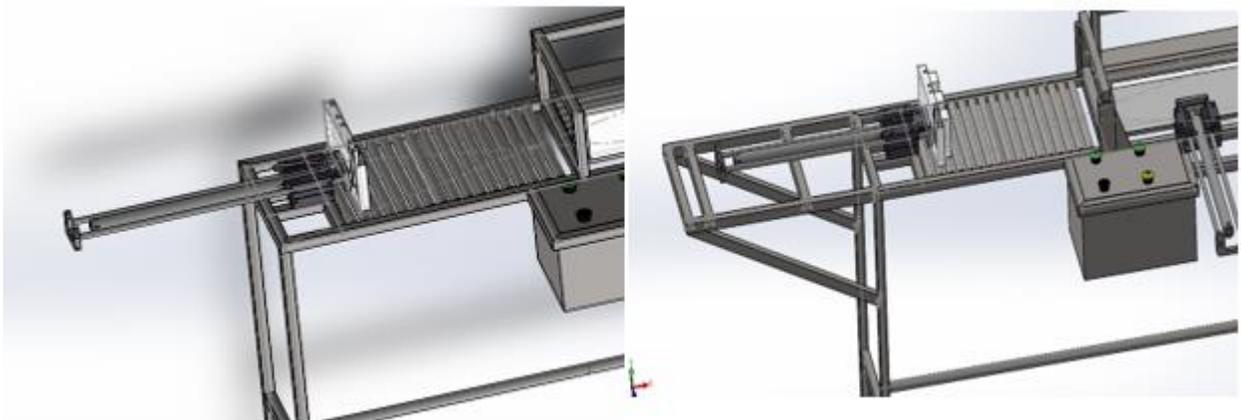


Figura 37. Antes y después de agregar el soporte o extensión a la estructura

## 5. Conclusiones.

- Se logró lo que se esperaba en los cortes de los bloques de queso QG15 Y GQ20, un corte firme y limpio para evitar las mermas.
- Funciono de manera correcta los sistemas neumáticos para el desplazamiento de los cortes.
- Logro ser de fácil uso para los operarios
- Se puede limpiar con agua sin dañar partes del equipo (no tiene piezas eléctricas)

De este modo el proyecto cumple con los objetivos planteados al inicio de la Tesis y las necesidades de la empresa a continuación veremos la parte final del proyecto.

Se realiza el rediseño del marco ahora se propone un marco intercambiable solido de acero inoxidable ANSI 304, quedando de la siguiente forma logrando el objetivo de los cortes firmes

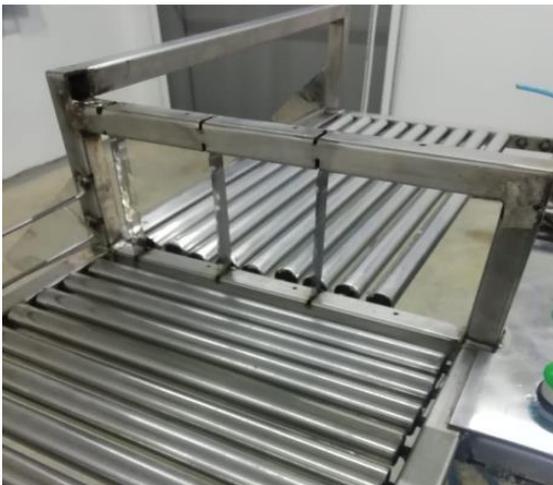


Figura 39. Modificación del marco



Figura 38. Marco maquinado y listo

Maquinamos unos complementos para el Naylamind (figura 39), debido a las modificaciones en los alambres de acero los cuales se cambiaron por cuchillas para evitar que los bloques de queso tengan cortes torcidos



Figura 40. Naylamind antes de modificar



Figura 41. Naylamind modificado

Los soportes del pistón de empuje a la zona de corte se rediseñaron igual, quedando de la siguiente forma (figura 40 y 41), lo que sucedía en esta zona es que la fuerza del pistón movía la base. Realizando el soporte de la base este nos sirve para tener una mayor fijación del pistón evitando que el mismo se mueva en la parte trasera eliminando los cortes torcidos.



Figura 42. Vista superior de los soportes.



Figura 43. Soportes del pistón de empuje

## Referencias

- [1] <http://www.lindabrockmann.com/QuesosdeMexico.html>, «G. C. de L. T. los derechos Reservados., “Gastronomía creativa de Linda,”» [En línea].
- [2] <https://www.jornada.com.mx/2010/02/13/quesos.html>, «“Los quesos tradicionales mexicanos: nuevos ilegales,”» 13 Febrero 2010.. [En línea]. [Último acceso: 2019].
- [3] “Norma Oficial Mexicana Nom-121-SSA1-1994, *Q. Frescos and M. Y. P. Especificaciones*, Mexico, 1994.
- [4] <https://www.gob.mx/canastabasica>., «S. de agricultura y desarrollo Rural, “Canasta basica.”» [En línea].
- [5] <http://laeconomia.com.mx/la-canasta-basica/>., «L. ECONOMIA, “La canasta basica.”» [En línea].
- [6] “Análisis del Sector Lácteo”, *Secretaría de Economía*, p. pp. 1–29, 2012.
- [7] A. Hervás Serra, «“El mercado del queso en México”»,» p. pp. 1–45, 2012.
- [8] L. Chacon, «“Manufactura”»,» [En línea]. Available:  
<https://manufactura.mx/industria/2014/11/07/mexicanos-consumen-6-kg-de-queso-al-ano..>
- [9] G. & Cía, «Cortador de queso»,» [En línea]. Available:  
<https://gastronomiaycia.republica.com/2009/09/18/cortador-de-queso/>.. [Último acceso: 18 JUNIO 2020].

- [10] Itinari, «Invencion noruega cortadora de queso,» [En línea]. Available: <https://www.itinari.com/es/norwegian-invention-cheese-slicer-ostehovel-ky5a..> [Último acceso: 18 JUNIO 2020].
- [11] M. BARRAL, «Las primeras balanzas y locheras,» [En línea]. Available: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2016/11/22/las-primeras-balanzas-loncheadoras-1143852-310.html>. [Último acceso: 8 Agosto 2020].
- [12] U. N. D. Córdoba, «Selección de materiales y procesos de manufactura.,» Facultad De Arquitectura Urbanismo Y Diseño, Cordoba, 2013.
- [13] J. W. J. J. Raymond A. Serway, Física para Ciencias e Ingeniería, Volumen 1, Cengage Learning, 2018.
- [14] M. s. Bonnet, «Clasificacion de los Aceros Inoxidables,» 2002.
- [15] J. K. N. Richard G. Budynas, Elementos de Máquinas de Shigley, Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill, 2008.
- [16] R. L. Norton, Diseño de Máquinas: Un Enfoque Integrado, Mexico : Pearson, 2011.
- [17] A. R. H. H. G. L. Allen S. Hall, Diseño de máquinas, Colombia: McGraw-Hill, 1971.
- [18] R. L. Norton, Diseño de maquinaria : síntesis y análisis de maquinas y mecanismos, Mexico, DF.: McGraw-Hill., 2009.
- [19] M. C. Pérez, «ESTRUCTURAS Y MÁQUINAS,» CEIP Santa María de Gracia, 2017.
- [20] A. C. Solé, Neumática e hidráulica., España: Marcombo, 2008.
- [21] «El sistema neumático básico.,» Lunes Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://et4113neumatica.blogspot.com/2017/03/el-sistema-neumatico-basico-los.html>. [Último acceso: 19 julio 2020].

[22] «LEVISION ACEROS, PLASTICOS, METALES,» [En línea]. Available:  
<http://www.aceroslevinson.com/plasticos/nylamid/descripcionesyaplicaciones/>. [Último  
acceso: 14 Abril 2020].