

**Proyecto final de ingeniería**  
**Primera maquinaria para sushi en argentina**

**Autor: Arakaki, José Luis – LU: 1022886**

Ingeniería electromecánica

**Tutor: Ing. Perfumo, Lucas; UBA, IAP Ingenium**

**Co-tutor: Ing. Galván Fernández, Eriel; UADE**



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## **Abstract**

This project aims to develop, design and manufacture prototypes of functional machines for professional use for the production of different types of sushi pieces.

In prior phases to the development of prototypes, a strategic analysis of implementation and marketing is carried out. A study of norms and regulations on the Argentine territory, for the selection of materials and their good use in contact with food, is also carried out.

There are three machines to develop, capable of working together and producing the most consumed sushi pieces in the country. From each machine is developed its design, operation, technical details and the manufacture of functional prototypes of two of them.

During the preparation of this project will present a great number of difficulties and stages to overcome, which will contribute to the formation of a professional profile.

## **Resumen**

El presente proyecto tiene por objetivo el desarrollo, diseño y fabricación de prototipos funcionales de máquinas destinadas a la producción de distintos tipos de pieza de sushi y para un uso profesional.

En fases previas al desarrollo de los prototipos, se realiza un análisis estratégico de implementación y marketing. También se lleva a cabo un estudio de las normas y regulaciones vigentes sobre el territorio argentino para la selección de los materiales y un buen empleo de los mismos desempeñándose en contacto con alimentos.

Se presentan tres máquinas a desarrollar, capaces de trabajar en conjunto y de producir las piezas de sushi más consumidas en el país. De cada máquina se desarrolla su diseño, funcionamiento, detalles técnicos y la fabricación de prototipos de dos de ellas.

Durante el transcurso del presente proyecto se presentarán una gran cantidad de dificultades y etapas a superar, las cuales contribuirán a la formación del perfil profesional.

## Tabla de Contenidos

Abstract .....	2
Resumen.....	3
Capítulo 1 Marco introductorio .....	7
Objetivos del proyecto .....	7
Sushi en Japón.....	8
Producción de sushi en Japón .....	8
Sushi en Argentina.....	9
Técnicas de fabricación de sushi en argentina .....	9
Ingredientes principales .....	10
1. Arroz para sushi o Shari.....	10
2. Alga nori. ....	10
Tipos de sushi .....	11
1. Maki sushi.....	11
2. Nigiri .....	14
3. Sashimi.....	14
Capítulo 2 Antecedentes .....	15
Justificación .....	15
Antecedentes .....	16
Maquinaria para sushi en Japón.....	16
Maquinaria para sushi en Brasil.....	18
Accesorios para sushi en Argentina.....	20
Capítulo 3 Análisis estratégico, competencia e implementación.....	22
Herramientas empleadas .....	22
Análisis FODA.....	23
Fortaleza 1, maquinaria novedosa y única en Argentina .....	24
Fortaleza 2, fabricación 100% nacional.....	24
Fortaleza 3, múltiples beneficios en el proceso productivo .....	24
Fortaleza 4, no requiere demasiada capacitación para su uso.....	25
Debilidad 1, no abarca todos los tipos de sushi .....	25
Debilidad 2, producción de sushi se asimila a trabajo artesanal .....	26
Debilidad 3, maquinaria novedosa requiere implementación .....	26
Oportunidad 1, primer paso para nuevos proyectos en esta área .....	27
Oportunidad 2, permite nuevos emprendimientos y extender consumo de sushi por todo el país .....	27
Amenaza 1, empresas extranjeras podrían instalarse y vender maquinaria en el país .....	28
Amenaza 2, nuevas políticas de importación podrían favorecer ingreso de maquinaria japonesa.....	28

Análisis 4P .....	29
Capítulo 4 Selección de materiales .....	30
Normas vigentes.....	30
Definiciones .....	31
Metales .....	31
Materiales plásticos.....	32
Materiales seleccionados .....	33
Acero inoxidable.....	33
Poliacetal o delrin. ....	34
APM, Polietileno de alta densidad.....	36
Fijaciones .....	37
Capítulo 5 Maki sushi armadora .....	39
Geometrías .....	39
Diseño .....	51
Primer diseño. ....	51
Segundo diseño. ....	52
Diseño de prototipo a fabricar.....	52
Modelo final del prototipo en acero inoxidable.....	55
Fabricación del prototipo .....	58
Piezas impresas en 3D .....	60
Ensamblaje.....	62
Resorte como operador elástico .....	63
Ajustes.....	63
Prototipo terminado .....	64
Funcionamiento.....	65
Fabricación de norimaki sushi. ....	65
Fabricación de uramaki sushi.....	67
Secuencia de funcionamiento y empleo del prototipo .....	68
Inconvenientes manifestados y posibles mejoras .....	72
Capítulo 6 Maki sushi cortadora .....	73
Objetivo.....	73
Geometrías .....	73
Diseño .....	75
Base de apoyo para los rollos.....	76
Elementos de corte.....	77
Tapas .....	78
Apoyo de las tapas. ....	80
Base de la máquina. ....	81
Diseño completo de la máquina.....	82
Fabricación del prototipo .....	84

Base de soporte para los rollos.....	84
Elementos de corte .....	86
Tapas .....	87
Apoyo de las tapas .....	88
Base de la máquina. ....	90
Fijaciones. ....	90
Prototipo terminado. ....	90
Secuencia de funcionamiento y empleo del prototipo .....	91
Resultados, inconvenientes encontrados y posibles mejoras .....	94
Corte y deformación en las piezas obtenidas .....	95
Problemas de centrado. ....	95
Posibilidades de mejoras en el diseño.....	96
Capítulo 7 Nigiri Maker.....	97
Justificación .....	97
Objetivo de la máquina .....	98
Geometrías .....	98
Diseño .....	99
Fabricación.....	100
Mecanizado .....	100
Funcionamiento.....	101
Capítulo 8 Costos y fabricación .....	103
Justificación .....	103
Costos de fabricación.....	103
Capítulo 9 Conclusiones, posibles mejoras y pasos a seguir .....	107
Balance general.....	107
Pasos a seguir.....	108
Lista de referencias .....	109

## **Capítulo 1**

### **Marco introductorio**

#### **Objetivos del proyecto**

El objetivo del presente proyecto es introducir, en un creciente mercado gastronómico nacional, la maquinaria capaz de fabricar piezas de sushi.

Mediante la maquinaria a desarrollar se desean obtener múltiples beneficios en el proceso productivo: aumentar la producción y rendimiento productivo, lograr una estandarización de los procesos, facilitar los procedimientos y disminuir capacitación necesaria de los recursos humanos, disminuir el espacio físico y la cantidad de elementos o utensilios a utilizar.

Durante el proyecto se desea alcanzar la concepción, diseño y la posterior fabricación de prototipos funcionales de diferentes máquinas que trabajan en conjunto para la fabricación de piezas de sushi. Además se desea realizar previamente un estudio de los materiales, una evaluación de costos y una evaluación sobre las posibilidades de implementación mediante herramientas de análisis estratégico y marketing.

El trabajo realizado en el presente proyecto apunta a alcanzar un crecimiento y desarrollo del perfil profesional, buscando soluciones a los inconvenientes que se

presenten mediante la aplicación de las herramientas teóricas adquiridas durante el transcurso de la carrera universitaria y las recomendaciones de colegas profesionales.

### **Sushi en Japón**

He tenido la oportunidad de viajar a Japón, país del cual es originario el sushi. Durante mi estadía tuve la posibilidad de probar este platillo muy a menudo, ya que es muy habitual entre japoneses. Luego de visitar varios restaurantes llamó enormemente mi atención que la gran parte de la producción de sushi se realiza por el uso de máquinas y llega a automatizarse en gran medida, situación que no sucede en la Argentina, a pesar de la ya establecida y creciente demanda. Es allí donde surgió la idea de mejorar el proceso de fabricación de este platillo en la Argentina, mediante maquinaria de fabricación nacional y para un uso profesional.

### **Producción de sushi en Japón**

Los establecimientos que se especializan a la venta de sushi se pueden diferenciar a grandes rasgos en: los restaurantes que ofrecen sushi en su carta y la producción a grandes cantidades para luego comercializar, por ejemplo, a cadenas de supermercados.

En restaurantes se utiliza maquinaria capaz de agilizar y estandarizar el proceso de fabricación en las piezas de sushi más solicitadas. El sushi más populares en los restaurantes de Japón es de tipo nigiri. Es por eso que la máquina que se suele encontrar comúnmente es para fabricar las bolas de arroz que compondrán el nigiri. Estas máquinas



funcionan estando en reposo y se utilizan por el personal solo cuando se recibe el pedido del comensal.

Para grandes cantidades de fabricación de sushi se apunta a un proceso continuo, similar al de una línea de producción. Lo más común en este tipo de caso es realizar piezas de maki sushi, más conocidas como rollos de sushi. Se utiliza un sistema de máquinas que trabajan en conjunto asemejado a una línea de producción apuntando a la elaboración de elevadas cantidades de piezas de sushi, mediante un proceso productivo ininterrumpido.

### **Sushi en Argentina**

Una característica de los restaurantes de sushi en la Argentina es que cuentan en gran parte de su personal por descendientes de japoneses, se los llaman *nikkei*. Ellos han aportado enormemente al crecimiento de este plato en todo el país, y siguen haciéndolo.

Debido a que el sushi ha ganado en popularidad en Argentina en las últimas décadas, el mismo es comercializado cada vez más, tanto en delivery como en cadenas de restaurantes. Su venta se ha visto incrementada incluso en comercios no especializados a la venta de sushi, como cafeterías o restaurantes de otras ramas, que ahora lo incluyen en su menú.

### **Técnicas de fabricación de sushi en argentina**

El sushi en argentina es elaborado de similar manera. En los restaurantes un encargado, denominado sushiman, es el responsable de la preparación de las piezas. El

sushiman suele tener un asistente que realiza las tareas secundarias. El procedimiento es artesanal, y depende del conocimiento, capacidades técnicas y la experiencia del sushiman.

Las principales herramientas utilizadas durante la fabricación tradicional de sushi son: cuchillos, esterilla con papel film para el armado de rollos y las manos del sushiman. En cuanto a los delivery de sushi también se utilizan únicamente técnicas artesanales para la preparación.

### **Ingredientes principales**

Las máquinas a desarrollar utilizan siempre similares ingredientes durante su proceso productivo, se detallan a continuación los más importantes.

#### **1. Arroz para sushi o Shari.**

Se trata del arroz que se utiliza para la elaboración de sushi. El arroz para sushi consta de un tipo especial de arroz de grano corto cocido, al cual se le agrega una mezcla de vinagre, sal y azúcar. La calidad del mismo afecta enormemente el resultado final y cada sushiman suele tener su propia receta y procedimientos para preparar el arroz para sushi.

#### **2. Alga nori.**

Es junto con el arroz para sushi otro de los ingredientes principales e indispensable para la fabricación de sushi. Se trata de alga prensada y lista para su

consumo, es comercializada en planchas de estándar dimensiones de 18x21 centímetros, independientemente de la marca o del fabricante. Se ilustra en la figura 1.



Figura 1

## **Tipos de sushi**

Para lograr un buen entendimiento del funcionamiento de las máquinas incluidas en este proyecto, es de importancia conocer los distintos tipos de piezas de sushi existentes. Cada máquina está destinada a un tipo de pieza de sushi en particular. Se detallan a continuación, incluyendo ilustraciones de las piezas de sushi más consumidas en el país.

### **1. Maki sushi**

Se trata del sushi que se fabrica enrollando, generalmente utilizando una esterilla de bambú. Este tipo de sushi utiliza alga seca prensada, nori. Es la primera de las clasificaciones, dentro de la cual se encuentran cinco principales tipos.

### 1.1 Norimaki sushi o maki (Rollo de sushi con alga visible en su exterior)

Es el tipo más común de sushi y su nombre hace referencia a cualquier tipo de sushi que se hace en forma de rollo. Obligatoriamente contiene arroz y por dentro una pequeña cantidad de verdura, fruta, queso filadelfia o pescado. En el exterior del mismo se encuentra un trozo de alga seca de color negro, el nori. Por tener nori por fuera se denomina norimaki o maki. Una vez realizado el armado el norimaki se deberá cortar siempre de la misma manera, dando por ocho piezas de igual tamaño. En la técnica tradicional se utiliza un cuchillo de buen filo para realizar cortes deslizantes. Se realiza un corte en el medio del rollo, en las dos partes resultantes se realizan cortes en el medio. Se obtendrán cuatro partes iguales que al cortarlas nuevamente por el medio dan como resultado ocho piezas de igual tamaño. El resultado final dependerá de la habilidad y experiencia del cocinero.



Figura 2

### 1.2 Uramaki sushi. (Rollo de sushi con alga escondida en su interior)

Junto con norimaki o maki es uno de los tres más comunes tipos de sushi y se ilustra en la figura 3. Cuenta con los mismos ingredientes que el anterior, a diferencia que

el alga nori se sitúa entre el arroz y el resto de los ingredientes, por el medio separándolos. Se le suele agregar semillas de sésamo tostadas blancas y negras por fuera. El tipo uramaki sushi al igual que norimaki sushi se deberá cortar siempre de la misma manera, en ocho piezas de igual tamaño. La técnica de corte es la misma en ambos casos.



Figura 3

### 1.3 Futomaki.

En japonés “*futoi*” significa grueso. Su tamaño es considerablemente mayor al de los anteriores y se les suele rellenar con varios ingredientes. Para la realización del mismo se coloca alga nori con el doble de dimensiones que para la fabricación de norimaki sushi. Se deberá cortar siempre de la misma manera tal que se obtengan ocho piezas de igual tamaño, con la misma técnica utilizada en norimaki sushi o uramaki sushi.

### 1.4 Hosomaki.

En japonés “*hosoi*” significa delgado. Es más delgado que los dos primeros y suele llevar el alga por fuera. El roll obtenido se cortará siempre en seis partes iguales.

### 1.5 Temaki.

Como en los anteriores se utiliza el alga nori. Tiene una forma de cono en la cual los ingredientes se encuentran en su interior. Se produce de forma artesanal enrollándolo con las manos.

## 2. Nigiri

Es uno de los tipos de sushi más comunes. Se trata de un trozo de arroz con otro ingrediente cubriendo la cara superior. Las bolas de shari pueden estar cubiertas por varias clases de pescado crudo u otros ingredientes, como el omelette de huevo japonés. La bola de shari es elaborada por el sushiman moldeada a mano. Se ejemplifica en la figura 4 a continuación.



Figura 4

## 3. Sashimi

Este tipo de no lleva arroz, y hay quienes no suelen llamarlo sushi. Sashimi son trozos de pescado crudo, la calidad del mismo depende únicamente del pescado utilizado y de la habilidad del Sushiman en realizar los cortes.

## **Capítulo 2**

### **Antecedentes**

En este capítulo se desarrollan diversos antecedentes de maquinaria especializada para piezas de sushi. También se menciona como en la Argentina no se utiliza maquinaria similar y tampoco se encuentran los restaurantes automatizados denominados kaiten sushi, a los cuales se les hará mención más adelante.

### **Justificación**

Siendo descendiente de una familia japonesa tuve la posibilidad de conocer a un gran número de personas cuyo perfil laboral está ligado al rubro, pudiendo observar en todos los casos métodos artesanales de elaboración. Inclusive importantes establecimientos de ascendencia occidental que incluyen sushi en su menú, producen piezas de sushi de manera tradicional.

Si recorremos los puntos de venta y comercios más importantes destinados a la venta de equipos gastronómicos en el país, la variedad de productos ofrecidos no presenta ninguno destinado a la fabricación de piezas de sushi. Lo más cercano a un producto de estas características en la Argentina, se trata de accesorios, a los cuales se les hará mención más adelante.

---

Los dos anteriores párrafos describen la situación actual en territorio nacional, la cual no presenta existencia de maquinaria en el proceso de elaboración de piezas de sushi, circunstancia que se traduce como un terreno fértil de desarrollo e innovación.

### **Antecedentes**

Podemos encontrar varios ejemplos de maquinaria para sushi, las cuales fueron surgiendo a lo largo de diferentes épocas y diversos lugares del globo, siendo Japón el pionero de este tipo de desarrollos. También existen máquinas que en la actualidad son comercializadas y que cuentan con diversas características y contenido tecnológico. A continuación se explican algunos desarrollos, los cuales fueron significativos para la concepción y nacimiento del presente proyecto.

### **Maquinaria para sushi en Japón**

Es Japón el país originario del sushi y sin dudas también un país a la vanguardia tecnológica, esta combinación lo convirtió en los pioneros en diseñar maquinaria automatizada para elaboración del sushi.

El primer sistema de automatización implementado en el ámbito de venta de sushi se trata de cintas transportadoras establecidas dentro del restaurante. En las mismas se colocan los platos que recorren una trayectoria cerrada, estando al alcance para ser retirados por los clientes. Este tipo de restaurantes fueron bautizados como kaiten sushi, también conocidos como tren de sushi y asemejándose también a restaurantes de comida



rápida. La automatización de ciertos aspectos de los restaurantes kaiten sushi derivó también en la necesidad de automatización de la propia producción de piezas de sushi. A lo largo de los años se han desarrollado en Japón diferentes tipos de máquinas, siendo las más significativas las correspondientes a la firma japonesa Suzumo.

A continuación se menciona una de las máquinas más avanzadas existentes, Sushi roll machine, comercializada por Suzumo. Estas máquinas son comercializadas en la actualidad en Japón, y están destinadas únicamente a la producción de piezas de sushi. La máquina dispone de manera automática el arroz de sushi en la cantidad adecuada, y lo sitúa de forma tal que el operario solo debe proceder a incorporar los ingredientes por encima. Luego se forman los rollos, también de forma automática, mediante un sistema en el que la superficie en que se situó el arroz es flexible y se enrolla para obtener los mismos.



Figura 5

Existe también otra máquina desarrollada por la misma compañía y con el mismo fin, pero cuyo sistema de formado de los rollos de sushi es mediante cuatro superficies rígidas que se cierran para alcanzar la forma requerida, se ilustra en la siguiente figura.



Figura 6

### **Maquinaria para sushi en Brasil**

Brasil es uno de los países que cuenta con la mayor concentración de descendientes de japoneses alrededor del mundo, y mayor en cantidad en Latinoamérica. Esta sección de la población ha implantado parte de la cultura culinaria japonesa a lo largo de los años en este país, este hecho desencadenó un importante aumento en la demanda de Sushi y un gran campo de oportunidades para desarrollar en ese aspecto.

En Brasil podemos encontrar antecedentes de máquinas de sushi, los cuales se tratan de máquinas con menor desarrollo tecnológico que los producidos por empresas japonesas, pero sin dejar de ser proyectos novedosos. Uno de ellos fue presentado en la televisión brasileña y se trata de una mesa de trabajo con accesorios destinados a producir las diferentes piezas de sushi, este emprendimiento fue desarrollado a modo de establecerse como franquicia.

La mesa de trabajo con una sección destinada a armar rollos, en la cual unas superficies don empujadas mediante un rodillo para lograr el apriete y dar forma a los rollos, como se muestra en la figura 7. Esta mesa de trabajo presenta también unas guías las cuales son útiles para realizar a la medida justa y partes iguales los cortes de los rollos, en la figura 8. Otra sección está destinada a formar las piezas de arroz que componen el nigiri, la misma cuenta con moldes para y se forman a presión.



Figura 7



Figura 8



Figura 9

### **Accesorios para sushi en Argentina**

En el país podemos adquirir accesorios para la fabricación de piezas de sushi, los cuales son para utilizar en el hogar y no para producción a gran escala. Muchos de los mismos son comercializados por medio de internet y algunos se pueden encontrar también en comercios especializados.

Uno de los accesorios que comúnmente podemos encontrar está destinado a la elaboración de maki sushi y se trata de un molde plástico de forma cilíndrica, el cual forma el rollo de sushi uniendo las dos tapas del mismo. El molde cuenta con una palanca

que ejerce presión y empuja el rollo de sushi formado, hasta que finalmente se le coloca el alga nori.



Figura 10

## **Capítulo 3**

### **Análisis estratégico, competencia e implementación**

#### **Herramientas empleadas**

Al tratarse de un producto novedoso a comercializar, se requieren un análisis estratégico sobre su implementación. Las herramientas a utilizar son FODA y 4P. Se analizan también los puntos importantes sobre implementación y factibilidad del proyecto.

Observando el análisis FODA resulta importante hacer hincapié en puntos que se surgieron en los resultados, como la posibilidad de ingreso de este tipo de maquinaria al país. Por otra parte mediante el análisis 4P se contempla una implementación vista como un producto, por el lado del marketing. Se encuentran ilustrados los análisis FODA y 4P, en la figura 11 y la figura 12, respectivamente.

**Análisis FODA**



Figura 11

### **Fortaleza 1, maquinaria novedosa y única en Argentina**

El objetivo del proyecto es un desarrollo novedoso en el país, capaz de marcar tendencia en el rubro, por lo tanto también capaz de captar la atención de los potenciales clientes a adquirir la maquinaria. Además, en un desarrollo de estas características se proponen máquinas que no presentan competencia de mercado por productos similares a nivel nacional, ya que es el único con estas características.

### **Fortaleza 2, fabricación 100% nacional**

Un artículo de producción nacional cuenta con múltiples ventajas, muchas de ellas debido a una conveniente ubicación geográfica. Podemos mencionar la logística y transporte de las máquinas, mejores posibilidades de acercamiento con clientes, la no necesidad de incurrir en gastos de importación de componentes de otros países, la disponibilidad de repuestos y la facilidad de brindar asesoramiento.

### **Fortaleza 3, múltiples beneficios en el proceso productivo**

La maquinaria desarrollada mejora un proceso productivo, un proceso que se desarrolla de manera artesanal en la república argentina. Como beneficios podemos mencionar un aumento de la cantidad de piezas de sushi hora, estandarización del proceso y de elaboración de las piezas, disminución de herramientas y utensilios de trabajo,



disminución de metros cuadrados de zona de elaboración destinados a la producción de las piezas de sushi.

#### **Fortaleza 4, no requiere demasiada capacitación para su uso**

El sushi es un producto fino y delicado, que para una correcta elaboración requiere del desarrollo de diferentes técnicas y horas de práctica por parte de la persona que lo realiza. Esta es la razón por la que son necesarios recursos humanos con capacidades altamente desarrolladas para producir sushi, teniendo en cuenta que cada pieza elaborada se ve afectada por las aptitudes del sushiman.

Una de las ventajas de uso de maquinaria, es que limita la necesidad de aptitudes requeridas en la persona que la emplea, ya que el producto se obtiene siempre de la misma forma. Cualquier persona designada puede elaborar las piezas de sushi y obtener siempre los mismos resultados, y por lo tanto de esta manera no es obligatorio depender de recursos humanos altamente calificados para la elaboración de sushi.

#### **Debilidad 1, no abarca todos los tipos de sushi**

La maquinaria alcanzada en este proyecto nos permite realizar principalmente piezas de norimaki sushi, uramaki sushi y nigiri. Pero hay comercios que elaboran más variedad de pizzas tales como geishas, Temaki, Futomaki, Hosomaki o sashimi. A pesar de ser poco producidas, estas piezas se pueden encontrar en algunos menús. En el presente

proyecto no fue desarrollada maquinaria destinada a la elaboración de este tipo de piezas de sushi, debido a su escasa demanda y a particularidades morfológicas de las piezas, sumado a aspectos de su elaboración las cuales no encuadraban en la factibilidad y rentabilidad para incursionar en su desarrollo.

### **Debilidad 2, producción de sushi se asimila a trabajo artesanal**

La producción de sushi es comúnmente relacionada con un trabajo artesanal, y que incluso podría ser vinculada con aires artísticos. Una producción estandarizada incita a la eliminación de estos dos aspectos y podría generar una primera imagen de rechazo, dando como resultado que la maquinaria se vea condicionada en la implementación al mercado.

### **Debilidad 3, maquinaria novedosa requiere implementación**

Este punto surge del análisis FODA como una debilidad, desde el punto de vista de que se trata de un producto a dar a conocer e implementar. A pesar de esto podemos utilizar esta condición como un punto favorable, si realizamos adecuadamente la implementación del producto. Para esto se realiza el análisis 4P, estudiando diferentes aspectos del artículo a comercializar, para lograr establecer las estrategias de mercadeo y alcanzar la implementación deseada

### **Oportunidad 1, primer paso para nuevos proyectos en esta área**

El objetivo del presente proyecto es también abrir una puerta para todo tipo de desarrollos en este rubro. Se pueden mencionar mejoras y nuevos modelos de maquinaria, la implementación de nuevas máquinas capaces de producir otro tipo de piezas de sushi o incluso el diseño de una red de distribución como los restaurantes tipo kaiten sushi. Para lograrlo es necesario una primera incursión en el área, como la que se desarrolla en este proyecto.

### **Oportunidad 2, permite nuevos emprendimientos y extender consumo de sushi por todo el país**

La inserción de nueva maquinaria para sushi en la Argentina no solo se limita a comercios gastronómicos ya establecidos. También interviene de forma positiva como incentivo en el desarrollo de nuevos emprendimientos similares que puedan surgir al conocer estas nuevas máquinas, debido a la posibilidad de utilizar novedosos y más eficientes métodos de elaboración de piezas de sushi.

Se puede dar la situación que restaurantes de diferentes características amplíen su menú, debido a las prestaciones que otorga una maquinaria de piezas de sushi, otra más de las situaciones que influye de forma positiva y cuyo efecto aporta en el incremento del consumo en todo el país.

### **Amenaza 1, empresas extranjeras podrían instalarse y vender maquinaria en el país**

Existe la posibilidad de que alguna empresa extranjera desee instalar una planta cuyo destino sea producir maquinaria de sushi en el país, actuando como competencia de este proyecto. También podemos mencionar la posibilidad de que surja otro emprendimiento novedoso pero de carácter puramente nacional, que también apunte al desarrollo de maquinaria para piezas de sushi.

### **Amenaza 2, nuevas políticas de importación podrían favorecer ingreso de maquinaria japonesa**

Se trata de una posible amenaza, obtenida como uno de los resultados del análisis FODA. La importación de máquinas de similares características y con tecnología de avanzadas significaría un punto negativo al impuso del presente proyecto. A pesar de esto es favorable para el proyecto que la importación de maquinaria de Japón es algo complejo, debido varios motivos a mencionar. El idioma de las máquinas y manuales de instrucciones dificultan el entendimiento generando problemas operativos, las regulaciones nacionales que ponen trabas a la importación, desconocimiento sobre métodos de trabajo y fabricación de sushi en Japón, el servicio técnico de las máquinas, un alto costo debido al cambio monetario y la distancia, la imposibilidad de conseguir repuestos en el país.

## Análisis 4P



Figura 12

## Capítulo 4

### Selección de materiales

#### Normas vigentes

Los materiales a utilizar en cualquier elemento de uso gastronómico deben cumplir con ciertos requisitos. La maquinaria a desarrollar está destinada a la República Argentina, y el marco regulatorio nacional está administrado por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). Se encarga de llevar adelante los procesos de autorización, normalización, vigilancia y fiscalización de todos los productos de su competencia en todo el territorio Argentino.

Al diseñar una máquina debemos apoyarnos sobre los criterios generales sobre selección de materiales establecidos por ANMAT.

*"Todos los utensilios, recipientes, envases, embalajes, envolturas, aparatos, cañerías y accesorios que se hallen en contacto con alimentos deberán encontrarse en todo momento en buenas condiciones de higiene, estarán contruidos o revestidos con materiales resistentes al producto a elaborar y no cederán substancias nocivas ni otros contaminantes o modificadoras de los caracteres organolépticos de dichos productos. Estas exigencias se hacen extensivas a los revestimientos interiores, los cuales, así como también todos los elementos mencionados sin revestimientos, deben ser inalterables con respecto a*

*los procesos y productos utilizados en su limpieza e higienización" (NORMA ANMAT capítulo 4, administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica [ANMAT], 1990, artículo 185)*

De la correspondiente cita se infiere como elementos primordiales garantizar que los materiales no transfieran sus componentes al alimento, cambien su composición o alteren sus características organolépticas.

### **Definiciones**

Para analizar los materiales para la fabricación de las máquinas debemos catalogar la misma dentro de las clasificaciones dispuestas. En la norma ANMAT se encuentran varias definiciones de elementos, con sus respectivas regulaciones. Podemos encasillar la maquinaria a desarrollar como aparatos alimentario, tal como se manifiesta en el siguiente extracto de la norma.

*“Se entiende por Aparatos alimentarios, los elementos mecánicos o equipos utilizables en la elaboración, envasado, conservación y distribución de los alimentos” (ANMAT, 1986, artículo 184)*

### **Metales**

En la norma se recomiendan algunos materiales para utilizar, al momento de fabricar los aparatos alimentarios. Se mencionan distintos tipos de metales.

*"Queda permitido, sin autorización previa el empleo de los siguientes materiales:*

- 1. Acero inoxidable, acero, hierro fundido o hierro batido, revestidos o no con estaño técnicamente puro y hierro cromado.*
- 2. Cobre, latón o bronce revestidos íntegramente por una capa de oro, plata, níquel, cromo o estaño técnicamente puros, exceptuándose del requisito del revestimiento a las calderas, vasijas y pailas para cocción de dulces y almíbares, morteros, platos de balanzas y pesas.*
- 3. Estaño, níquel, cromo, aluminio y otros metales técnicamente puros o sus aleaciones con metales inocuos.” (ANMAT, 1988, artículo 188)*

### **Materiales plásticos**

Podemos extraer de la norma las más importantes disposiciones y recomendaciones de uso de los plásticos. Resulta de importancia estudiar las mismas a la hora del diseño para que el método de trabajo también sea apto dentro del marco regulatorio. Se seleccionaron las disposiciones más significativas en la siguiente cita de la norma:

*“Disposiciones generales para envases y equipamientos plásticos en contacto con alimentos*

*(...) 1- La presente Resolución se aplica a envases y equipamiento, inclusive revestimientos y accesorios, destinados a entrar en contacto con alimentos, materias primas para alimentos y aguas minerales y de mesa, así como los de uso doméstico, elaborados o revestidos de material plástico. (...)*



*5- Los envases y equipamientos plásticos en las condiciones previsibles de uso, no cederán a los alimentos sustancias indeseables, tóxicas o contaminantes, que representen un riesgo para la salud humana, en cantidades superiores a los límites de migración total y específica.*

*6- Los envases y equipamientos plásticos no ocasionarán modificaciones inaceptables de la composición de los alimentos o de los caracteres sensoriales de los mismos.” (ANMAT, 1995, resolución GMC N° 056/92)*

## **Materiales seleccionados**

### **Acero inoxidable.**

Luego del estudio de las regulaciones vigentes en territorio argentino se decidió de selección de acero inoxidable como uno de los principales componentes de las máquinas. El diseño deberá también respetar las regulaciones de higiene establecidas por la norma.

El material deberá ser cortado mediante técnicas de corte laser, luego se le aplicará la técnica de plegado. Las empresas destinadas a prestar este servicio también incluyen el material en diferentes espesores.

*Tabla 1.* Tipos de acero inoxidable más comercializados.

<i>Tipo</i>	<i>Ejemplos de aplicacion</i>
AISI304	Electrodomésticos, industria frigorífica, equipos para lácteos.
AISI304L	Igual a 304, favorece soldadura.
AISI316	Corrosión, farmacéutica, industrias química.
AISI316L	Igual a 316 favorece soldadura.

Contemplando diferentes opciones factibles, se emplea un acero inoxidable AISI304 de 2,5 milímetros de espesor, capaz de prestar las cualidades mecánicas nos garantizan la rigidez y resistencia deseada para la fabricación de una máquina de estas características.

**Poliacetal o delrin.**

Se decidió utilizar Poliacetal como material componente de las máquinas. Este material es comúnmente reconocido por su nombre comercial, delrin, introducido al mercado por la empresa Dupont.

Esta empresa líder cuenta con diferentes variantes de estos materiales. En la Tabla 1 se observan las alternativas que la empresa ofrece en cuanto a materiales en contacto con alimentos, datos obtenidos de su página web.

*Tabla 2. Materiales en contacto con alimentos catálogo Dupont.*

<i>Nombre comercial</i>	<i>Tipo de material</i>
DuPont™ Hytel® TPC-ET	thermoplastic polyester elastomer
DuPont™ Delrin® POM	acetal resin
DuPont™ Zytel® HTN PPA	high-performance polyamide
DuPont™ Crastin® PBT	thermoplastic polyester resin
DuPont™ Zytel®	6, 6/6 and 6/12 nylon resin
DuPont™ Rynite® PET	thermoplastic polyester resins
DuPont™ Sorona® EP PTT	thermoplastic

Delrin es muy utilizado al momento de realizar piezas mecánicas de cualquier tipo de maquinaria en contacto con alimento, por ejemplo engranajes de precisión. Al momento de diseñar las piezas en este material, nos garantizamos de conseguir una máquina firme ya que sus cualidades mecánicas le otorgan rigidez necesaria sin dimensiones extremadamente robustas.

Entre las principales características del material, debemos destacar principalmente su aptitud para ser utilizado en aplicaciones sanitarias o en contacto con alimentos. Además cuenta con disponibilidad en diferentes dimensiones para ser mecanizado de especificaciones requeridas, y una muy buena combinación de resistencia y dureza tal como indica la siguiente cita, traducida del idioma inglés, recuperada del sitio web de DuPont.

*“Las características comunes de las resinas de acetal Delrin® incluyen propiedades mecánicas y físicas tales como alta resistencia mecánica y rigidez,*

*excelente resistencia a la fatiga y al impacto, así como resistencia a la humedad, gasolina, lubricantes, disolventes y muchos otros productos químicos neutros. Las resinas de acetal de Delrin® también tienen excelente estabilidad dimensional y buenas características de aislamiento eléctrico. Son naturalmente resistentes, auto-lubricantes, y están disponibles en una variedad de colores y grados de especialidad.*

*La resina de acetal Delrin® se utiliza típicamente en aplicaciones exigentes en la industria automotriz, de electrodomésticos, deportes, ingeniería industrial, electrónica y bienes de consumo.*

*Delrin® 100AL es un homopolímero acetal de alta viscosidad que contiene un avanzado sistema de lubricación diseñado para un bajo desgaste, baja fricción y bajo ruido contra metales y plásticos.”*

### **APM, Polietileno de alta densidad**

Este material comúnmente utilizado en aplicaciones de ingeniería es uno de los seleccionados para la fabricación. Es apto para un estar en contacto con alimentos y presenta características beneficiosas: buena rigidez, resistencia a impactos, permite mecanizados. Adquiere importancia al ser un material disponible y económicamente viable.

Este material es usado ampliamente en fabricaciones de industria alimenticia y química, y para una gran variedad de aplicaciones como fabricación de herramientas e incluso de prototipos.

### **Fijaciones**

Para cumplir con las exigencias de higiene, ya sea al tipo de material y a su aplicación, se utilizarán tornillos, arandelas y tuercas de acero inoxidable. De esta manera tenemos también la ventaja de realizar de forma más simple el ensamblaje de la máquina al momento de su fabricación.

No todas las fijaciones se realizan simplemente utilizando tornillos y tuercas, en algunas situaciones se procederá con diferentes métodos. En el caso de requerir efectuar fijaciones de tornillos a delrin, se realiza mediante un mecanizado y posterior roscado en el material. Otro posible inconveniente son que vibraciones o el mismo uso de las máquinas conlleva aflojar la fijación tornillo-tuerca, para impedir esta situación se utiliza adhesivo anaeróbico en entre los filetes.

Para el desarrollo de las máquinas se utilizarán principalmente tornillos de 1/8 pulgadas. En la figura 13 se contemplan los tipos más comercializados de tornillos. Se seleccionó un tornillo de cabeza redonda (1) para la mayoría de las fijaciones por su disponibilidad en el mercado en las medidas y el material requerido. Se utilizan otros tornillos para aplicaciones diferentes, por ejemplo un sistema buje-eje requerirá un bulón hexagonal media rosca (4).

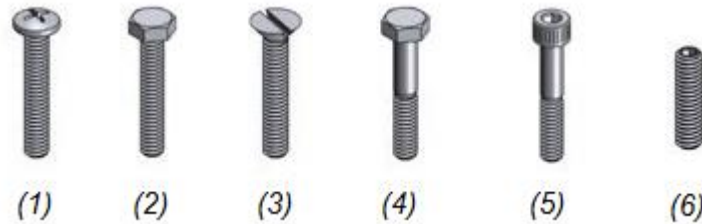


Figura 13

Algunas de tuercas más comercializadas se muestran en la figura 14. Se debe seleccionar el tipo de tuerca a emplear para la medida a utilizar. Se evaluó la opción de utilizar tuercas ciegas (4), pero se optó tuercas hexagonales (1) debido a su disponibilidad en acero inoxidable, medida 1/8 pulgadas y su menor altura, una característica buscada que favorece el diseño de las máquinas.



Figura 14

## **Capítulo 5**

### **Maki sushi armadora**

#### **Objetivo**

Diseñada para un ámbito gastronómico, la presente máquina nombrada Maki sushi armadora tiene por objetivo la primera etapa de la fabricación de piezas de sushi tipo norimaki y uramaki. La misma se encarga de realizar la tarea de armar y enrollar, dando por resultado la formación de rollos de sushi. Esta máquina trabaja en conjunto con la máquina Maki sushi cortadora que más adelante desarrollada, las dos se complementan y trabajan en conjunto para fabricar las piezas de sushi.

#### **Geometrías**

Durante el diseño se busca una máquina capaz de fabricar rollos de sushi, pero de un modo más fácil y eficiente que el método tradicional. El sistema elegido es el de cuatro superficies que se cierran para formar los rollos. Se hace uso de un mecanismo capaz de transferir y transformar movimientos desde una palanca, el componente de entrada, hasta las características geométricas y cinemáticas requeridas de una parte del sistema, es decir una barra del mecanismo.

Las geometrías de la máquina deben garantizar que los rollos a producir deben tengan una medida de 35 x 35 milímetros. La medida que define la longitud del rollo

queda establecida por la distancia entre los dos topos transversales que posee la máquina.

Se ilustra en el croquis de la figura 15 a continuación.

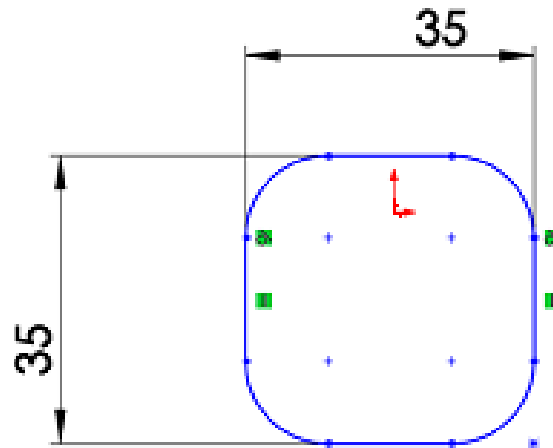


Figura 15

Conociendo las dimensiones del rollo, continuamos con las superficies que estarán en contacto con los ingredientes para el armado. Se busca lograr una forma cuadrada de las dimensiones requeridas, por lo tanto el diseño es de superficies de 35 milímetros.

En el dibujo a continuación se observa que una de las superficies de contacto tiene el doble de largo que las restantes, esto es porque en el momento del armado de los rollos se requiere un excedente de superficie para poder sellar los rollos



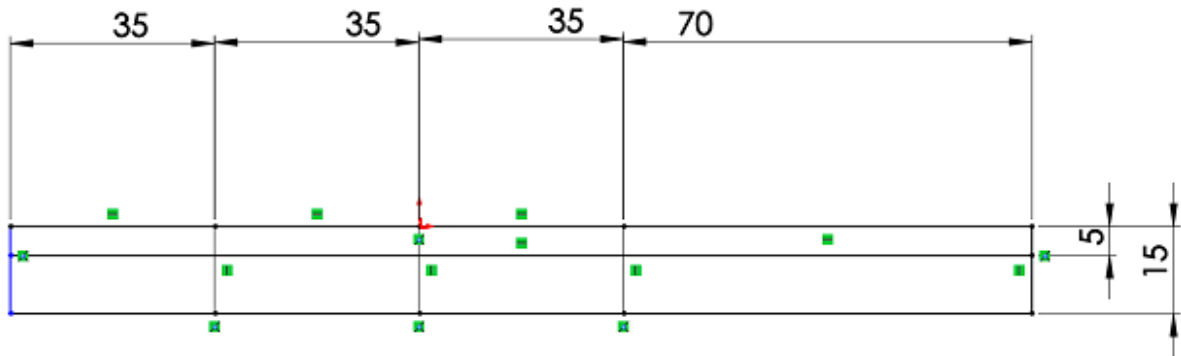


Figura 16

El movimiento de la máquina es realizado por una palanca. Para un mejor entendimiento de cómo se obtienen las características geometrías requeridas, la explicación del movimiento realizado se divide, en parte izquierda y parte derecha la máquina.

El siguiente esquema de la figura 17 nos da un panorama de las piezas de la máquina, que servirán de estructura y darán soporte a las superficies garantizando obtener las geometrías buscadas. Este pantallazo contribuye a un mejor entendimiento de la explicación sobre las geometrías que se encuentran a continuación.

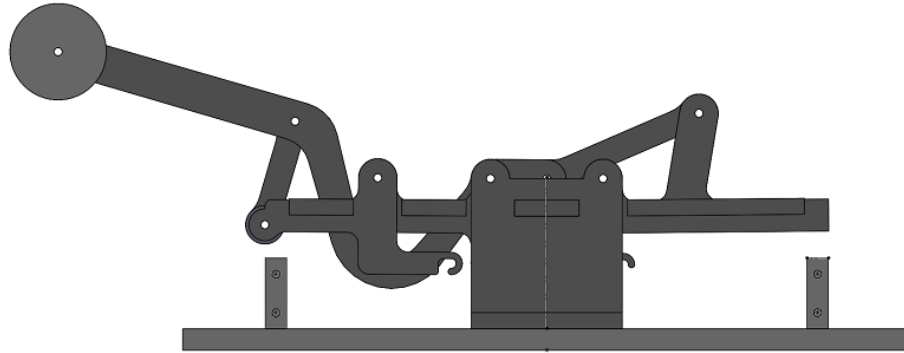


Figura 17

Comencemos por la parte derecha de la máquina. Se trata de un mecanismo de cuatro barras articuladas, cuyas piezas identificadas con diferentes colores se comportan como las barras, es decir como elementos que transfieren el movimiento en dicho mecanismo.

La descripción se encuentra en la figura 18. Con color azul se encuentra la pieza sobre la cual descansa la superficie de 35 milímetros que podemos asimilar como la barra fija del mecanismo. A la derecha de esta, con color amarillo está la pieza correspondiente a superficie de 70 milímetros, la cual corresponde a la pieza de la que queremos obtener las características geométricas de salida. Con color rojo tenemos la palanca, es decir el componente de entrada, y con color verde una barra componente del mecanismo de barras articuladas. Con flechas rojas se identifican los cuatro vínculos del mecanismo.

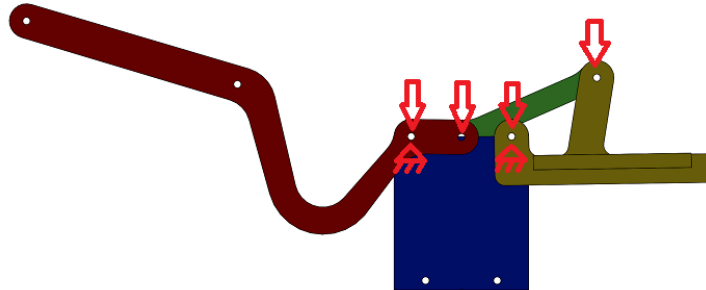


Figura 18

Mediante el movimiento de la palanca la geometría garantiza que la barra amarilla gire sobre uno de sus vínculos hasta un ángulo de 90 grados sobre el vínculo que lo une a la barra fija. Este movimiento es también realizado teniendo en cuenta el recorrido del elemento de entrada, alcanzándose los 90 grados cuando la palanca está mitad de su recorrido. Procediendo el accionar de la palanca, la pieza mantiene su posición a 90 grados, esta es una conducción buscada para el funcionamiento de la máquina.

Se ejemplifica en el siguiente esquema geométrico de la figura 19 de análisis de esta sección de la máquina.

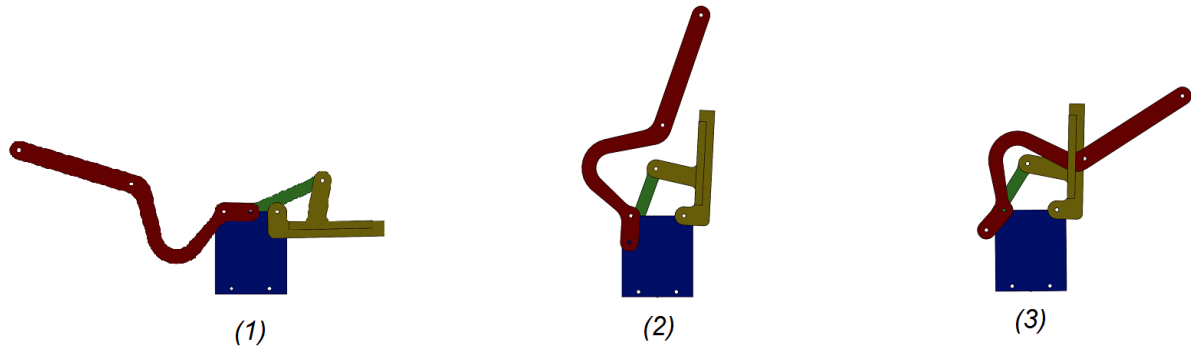


Figura 19

Analizamos ahora la parte izquierda de la máquina. También tenemos un mecanismo barras articuladas y vinculadas entre ellas. En este caso podemos hablar de un sistema de tres barras, restringiéndose uno de sus vínculos al estar fijo en un punto.

La descripción se encuentra en la figura 20. Con color azul se encuentra la pieza que corresponde a la superficie de 35 milímetros, misma que se encuentra en el análisis de la parte derecha de la máquina, está pieza está ligada a un vínculo del sistema restringiéndole un grado de libertad. La palanca es la misma, también identificada con color rojo. Con color violeta se encuentran las dos piezas que corresponden a las dos superficies de 35 milímetros del lado izquierdo, las mismas se analizan unidas durante la primer parte del recorrido de la palanca. Con color verde se identifica la otra barra componente del sistema y con flechas rojas los vínculos que permiten rotaciones. Uno de estos vínculos es el que presenta restricción de uno grado de libertad.

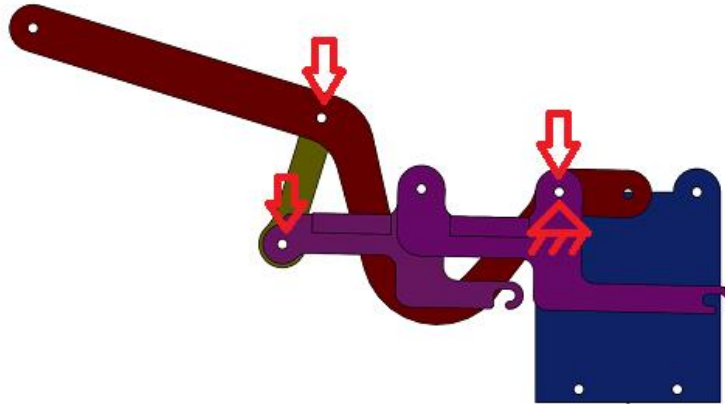


Figura 20

Mediante el accionamiento de la palanca se obtiene una rotación de las piezas identificadas con color violeta, girando sobre el vínculo fijo a la pieza azul. Esta rotación ocurre a través del movimiento de la barra de color verde y alcanza los 90 grados.

EL conjunto de piezas violetas se mantiene unido por medio de un elemento flexible de expansión, ya sea un resorte o una goma, tal que las mantenga firmes durante la primer parte del movimiento de la palanca. El elemento flexible de expansión requiere de una distancia mínima que contenga su rango de acción, es por eso que se las piezas violetas presentan tal forma para contener el mismo, esto se manifiesta en el esquema de la figura 21.

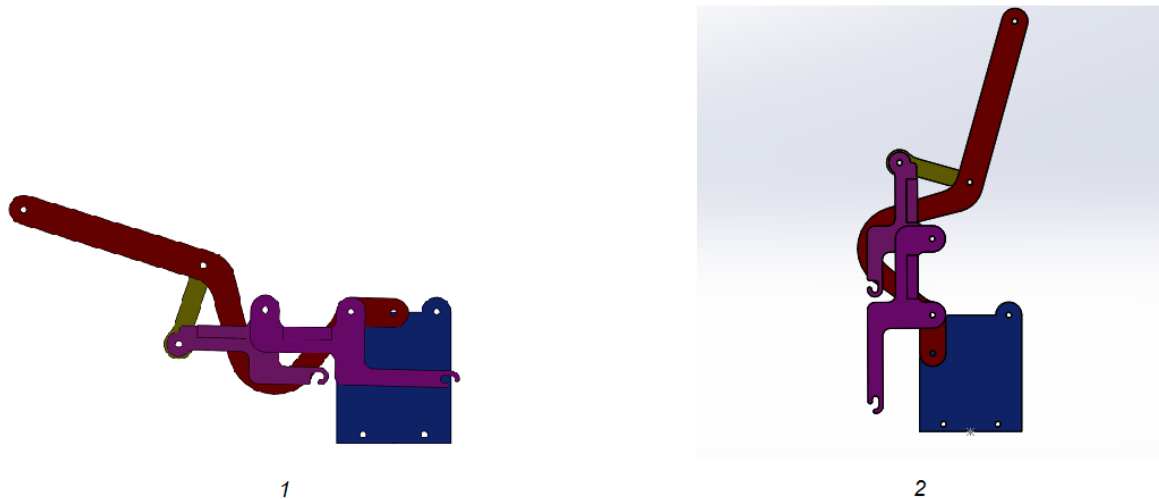


Figura 21

Una vez las piezas violetas alcanzan esta posición, una de estas piezas detiene su movimiento a causa de un tope que impide su avance en sentido rotacional. Por consiguiente el movimiento que se obtiene la rotación únicamente de la pieza violeta más alejada, pivotando sobre el vínculo que las une y venciendo al elemento flexible. La palanca continúa con su accionar hasta que la pieza pivotando alcanza una rotación de 90 grados formándose con las superficies una forma envolvente, puede observarse en la ilustración (3) de la figura 22.

Alcanzada la palanca esta posición, la parte derecha de la máquina mantiene constante la posición de la superficie de 70 milímetros a un ángulo de 90 grados.

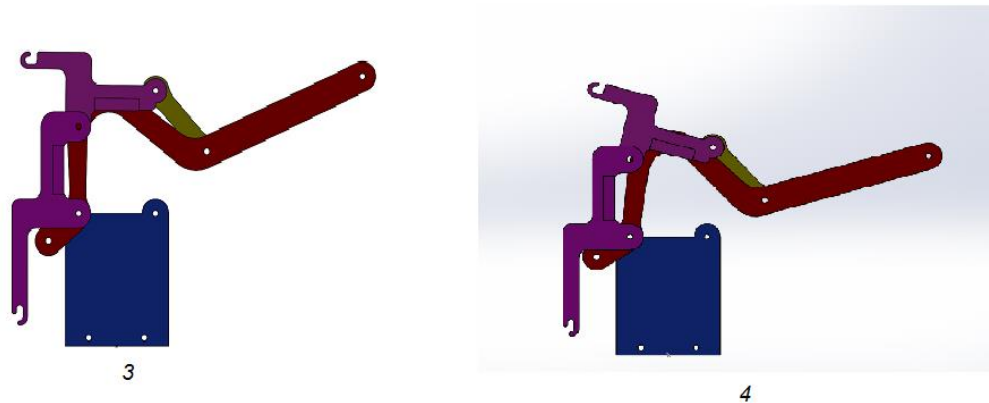


Figura 22

Llegado a este punto las superficies muestran una superficie cuadrada. A pesar de esto las geometrías del diseño permiten que la palanca continúe un poco más con su accionamiento, como podemos observar en (4). Esto nos da la posibilidad de alcanzar algunos grados extra de rotación, sobre la pieza identificada con color violeta que alcanzó por último los 90 grados.

La posibilidad de que esta pieza pueda seguir con su rotación resulta beneficioso para los resultados finales del producto, obteniendo la posibilidad de aplicar una presión extra sobre los ingredientes consiguiendo un mejor sellado de los rollos.

Definidas las geometrías simultáneamente de las piezas de la parte derecha e izquierda de la máquina, se prosigue con el acoplamiento de las mismas debiendo analizar el comportamiento del sistema de barras en tres dimensiones.

Se presenta el siguiente croquis en la figura 23, que deberá ser respetado al momento de buscar la mejor configuración de posicionamiento de las piezas.





figura 24 podemos identificar la palanca con color rojo, las piezas que contienen las superficies con color verde y las dos barras restantes con color azul.

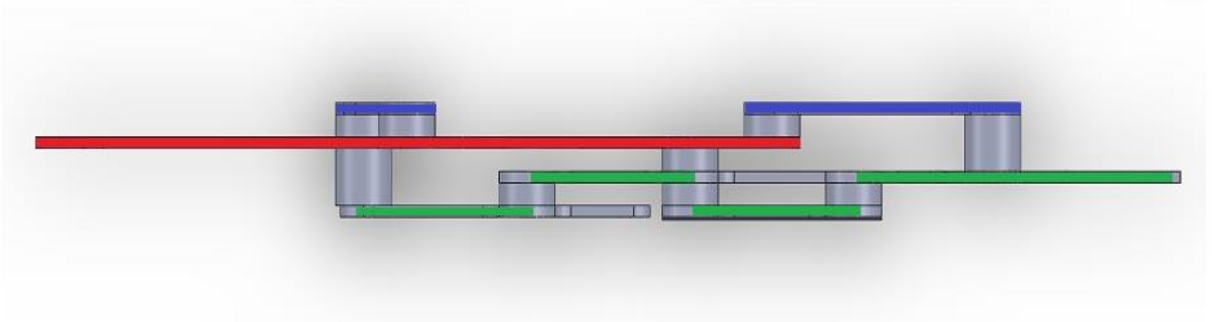


Figura 24

Entre cada una de las barras se colocaron espesores se suficiente longitud para que hagan posible la incorporación de las correspondientes fijaciones. Los espesores respetan una relación en su magnitud, de uno, dos o tres espesores, tal como se representa a continuación en el esquema de la figura 25.

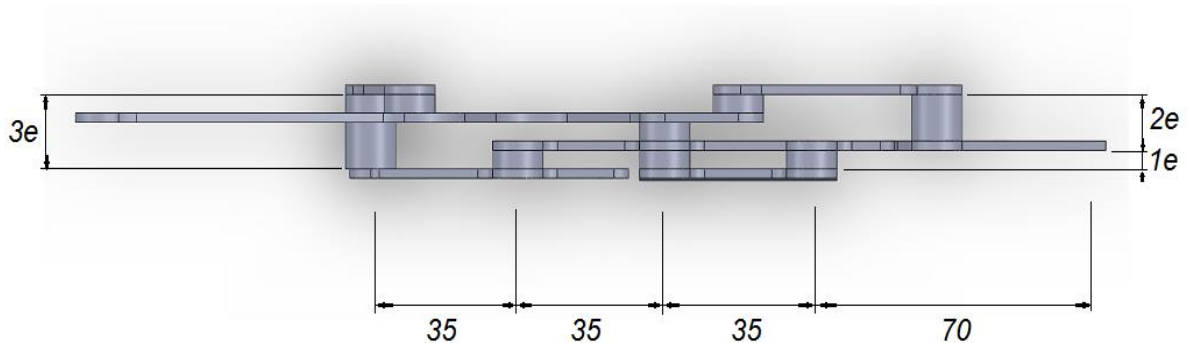


Figura 25

Definidas las geometrías y resuelto el conflicto de superposición de las barras y la palanca, se presenta a continuación en el esquema de la figura 26 la secuencia de funcionamiento de todo el conjunto, unificando la sección izquierda con la derecha.

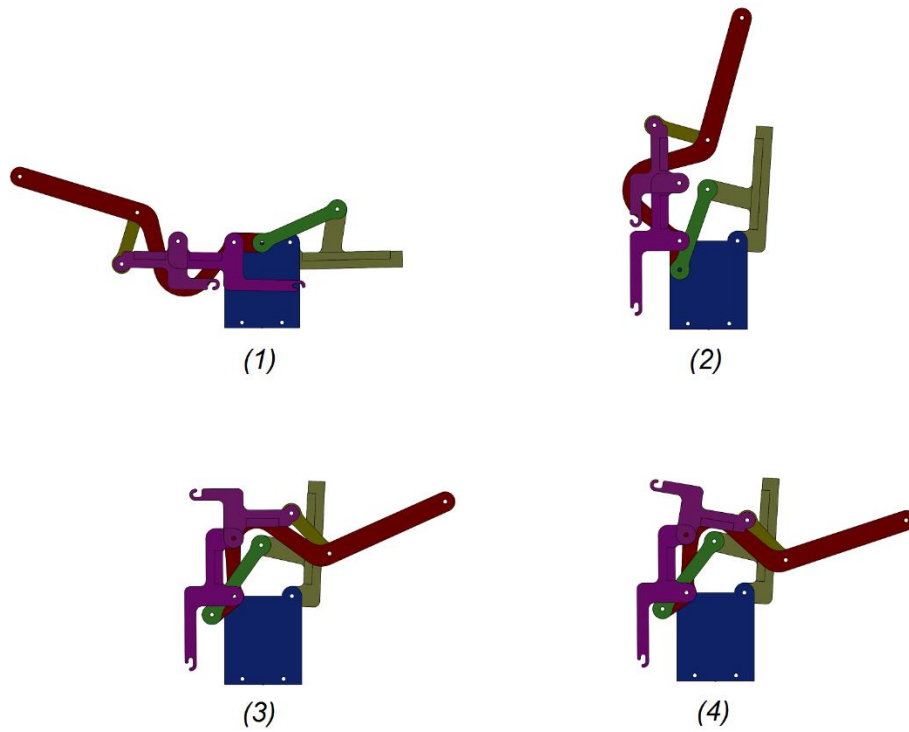


Figura 26

## **Diseño**

Durante el proyecto se presentaron diferentes ideas, las cuales se fueron puliendo gracias al estudio de diferentes posibilidades y los aportes del tutor y demás colegas.

### **Primer diseño.**

El primer diseño que se desarrolló presentaba una base de madera, siendo tosco, que a su vez presentaba conflicto en sus geometrías no posibilitando su fabricación. En esta etapa del proyecto no se tenían en cuenta varios aspectos al momento del diseño, como por ejemplo las normas ANMAT en selección de materiales y migración de partículas en aparatos alimentarios. Tampoco se habían terminado de resolver los problemas geométricos presentes.

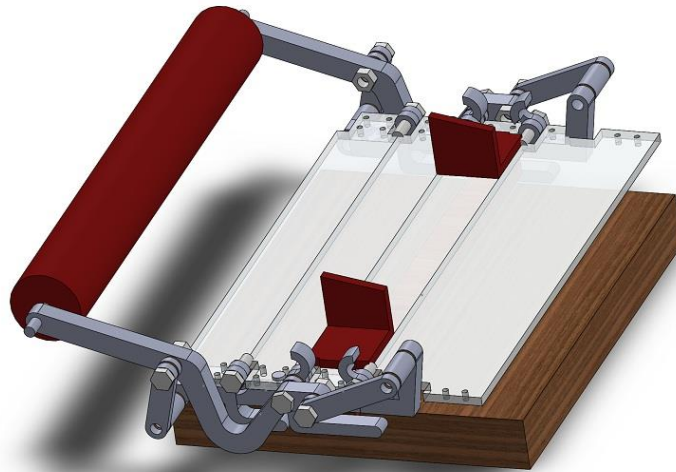


Figura 27

### **Segundo diseño.**

Un modelo más avanzado del prototipo presenta acero inoxidable y delrin entre sus materiales, piezas desmontables y diseño más compacto, se ilustra en la figura 28. Este diseño presenta conflictos al momento de introducir las fijaciones de las superficies en contacto con los alimentos al resto de la máquina. No se tuvieron en cuenta muchas de las consideraciones necesarias para la factibilidad de su fabricación

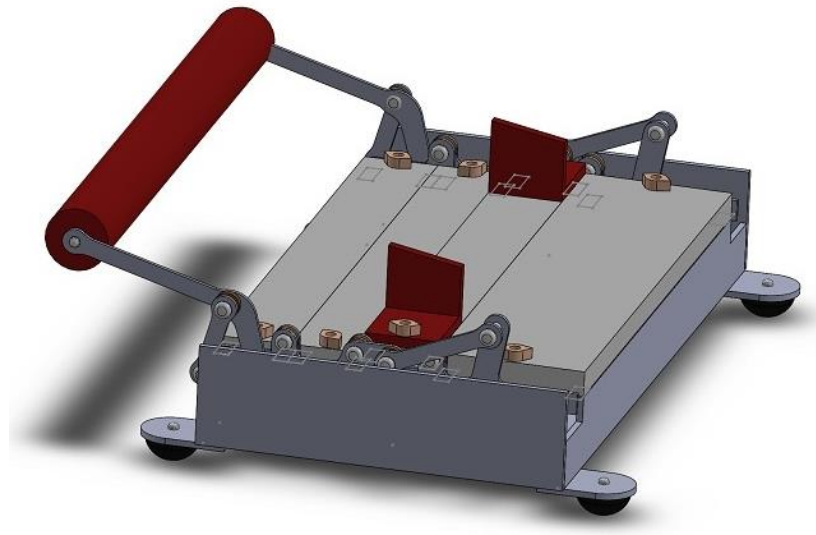


Figura 28

### **Diseño de prototipo a fabricar.**

El presente diseño es el elegido para la construcción del prototipo, principalmente compuesto por delrin, se puede observar en la figura 29. Los planos de fabricación se encuentran en la sección de anexos.

Este diseño presenta geometrías sin conflictos de choque de piezas o fijaciones durante todo el accionamiento. La base es robusta con el fin de alcanzar una buena rigidez estructural, mismo caso con las piezas. El material, tanto delrin como APM, otorgan otras buenas características mecánicas como elevada resistencia a impacto.

Todos los materiales cumplen con las regulaciones de higiene vigente, lo mismo ocurre con el método de trabajo de la máquina.

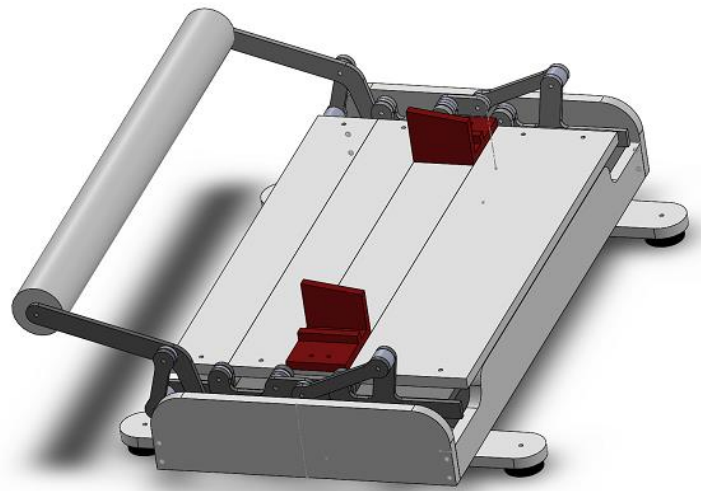


Figura 29

La secuencia de funcionamiento de la máquina se describe en la imagen de la figura 30 a continuación, mientras que en la ilustración figura 31 se observa mediante un corte transversal.

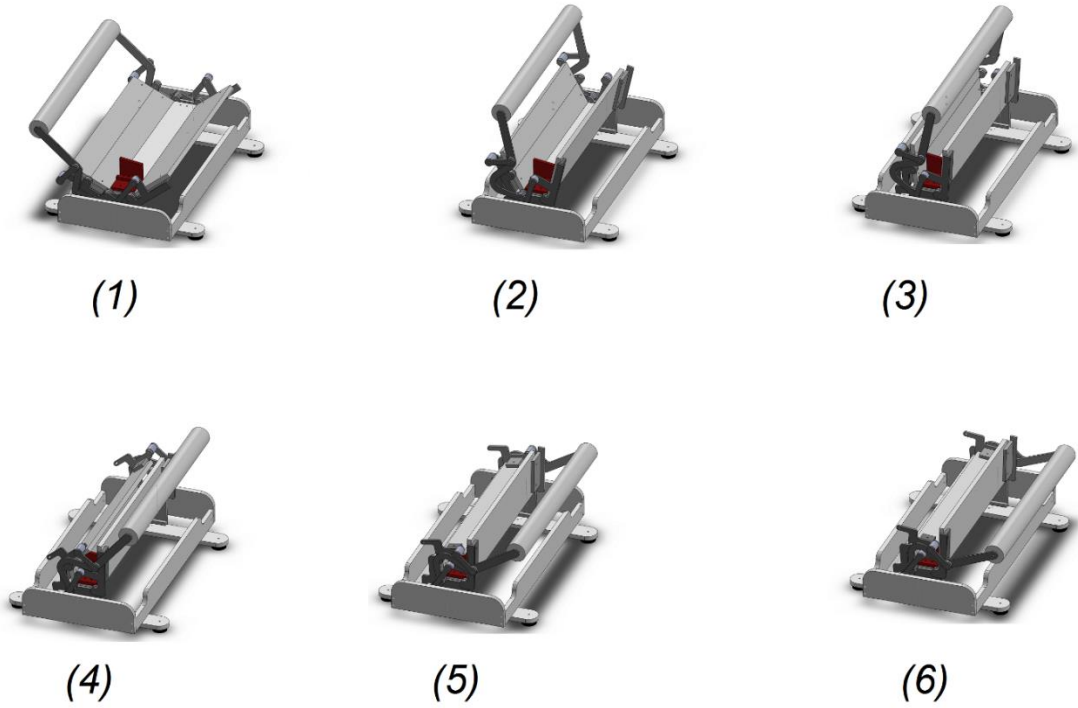


Figura 30

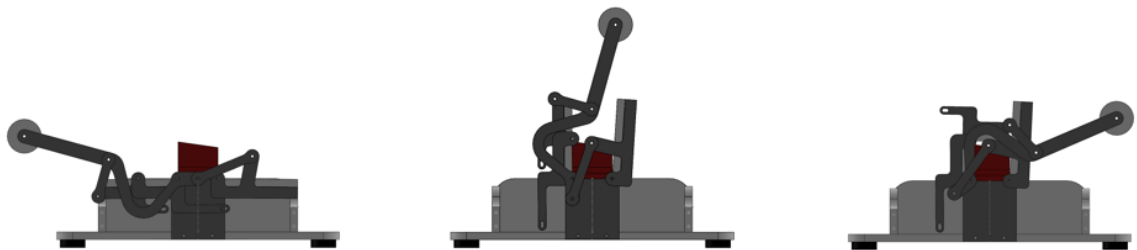


Figura 31

### **Modelo final de la máquina en acero inoxidable.**

Avanzando un paso más en la búsqueda de un mejor diseño de la máquina y utilizando recomendaciones del tutor se llegó un modelo, cuya carcaza y piezas mecánicas están compuestas por acero inoxidable.

El acero inoxidable a utilizar es de espesor 2,5 milímetros. La fabricación requiere un trabajo de corte laser y plegado. Esta base robusta de acero garantiza la rigidez estructural suficiente para un uso prolongado, asimismo en las piezas mecánicas y demás fijaciones de igual material. En la imagen de la figura 32 se observa la estructura de este modelo.

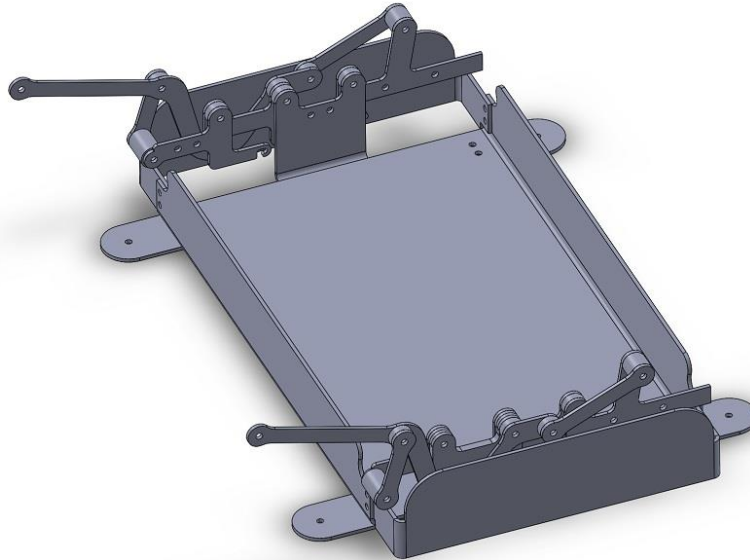


Figura 32

Para la fabricación en acero inoxidable necesitamos realizar algunos cambios en las piezas. Las nuevas piezas surgen a partir de placas de acero, por lo tanto las fijaciones se realizan sobre estas piezas directamente. Esto conlleva un cambio en la morfología de las cuatro superficies que estarán en contacto con los ingredientes, las fijaciones se realizan mediante roscados en las mismas. Analizando mecánicamente la geometría, redondeos en las piezas y tapas eliminan concentradores de tensión, al mismo tiempo dan una mejor estética a la máquina.

En cuanto al corte laser y plegado del material, se realiza por encargo a una empresa especializada a dichas tareas. Durante el transcurso del proyecto se solicitó información y un presupuesto para la fabricación de este modelo en acero inoxidable.

En la siguiente ilustración de la figura 33 podemos observar cómo se forman las piezas correspondientes a la carcasa y la tapa de la máquina, a partir de la técnica de plegado del acero inoxidable, previo a ser cortado por láser. Otras piezas componentes del presente diseño no requieren de plegado, son obtenidas únicamente por corte por láser, como se contemplan en la figura 34.



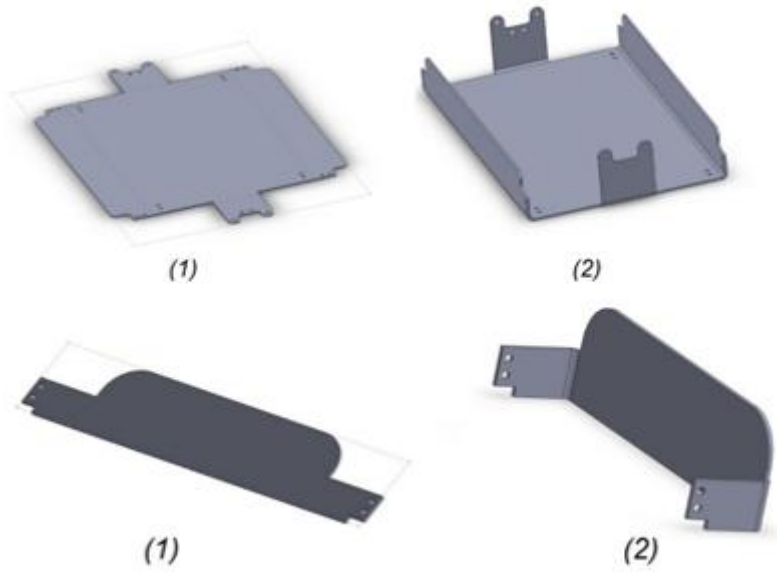


Figura 33

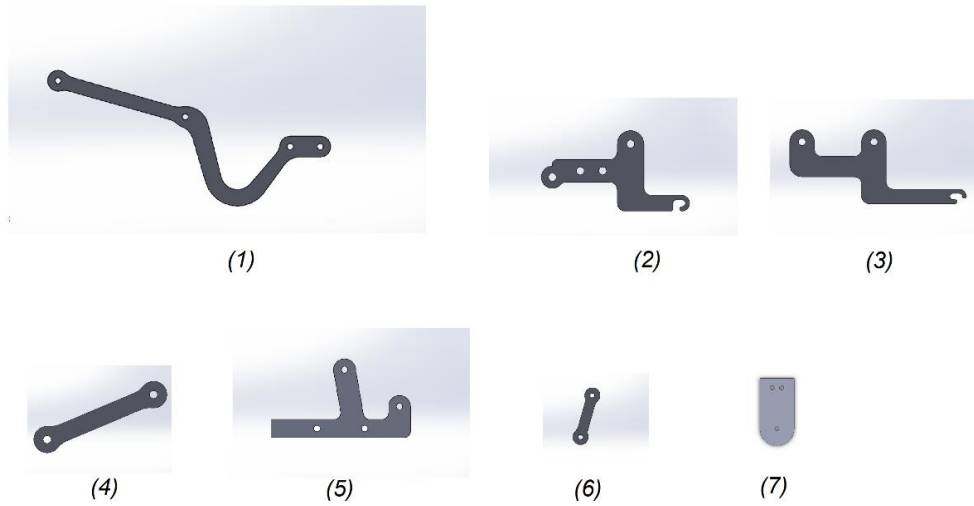


Figura 34

### **Fabricación del prototipo**

El prototipo a fabricar presenta como material principal delrin o APM, pero para la fabricación de este prototipo se debió reemplazar ya que no se dispuso del mismo. Se utilizó un material similar, también un material apto sanitario y para utilizar a la hora de fabricar un aparato alimenticio. De este material ilustrado en la figura 35 se utilizaron placas de 6,2 milímetros de espesor, las cuales se cortaron a la medida especificada en los planos.



Figura 35

El material utilizado tiene similares propiedades mecánicas a las seleccionadas en el diseño, pero no óptimas. Su rigidez es menor a la de delrin o APM. Se realizaron cortes rectos sobre el material. Para obtener los resultados deseados, fue más que suficiente el empleo de un torno manual, con el que se consiguieron las curvaturas requeridas y posteriormente se mejoró la terminación superficial. Se observa la herramienta empleada en la figura 36.



Figura 36

Mediante un lijado se logró mejorar la terminación superficial, a pesar de no ser un material de la calidad del delrin se obtuvieron aceptables resultados, observables en la captura de la figura 37.

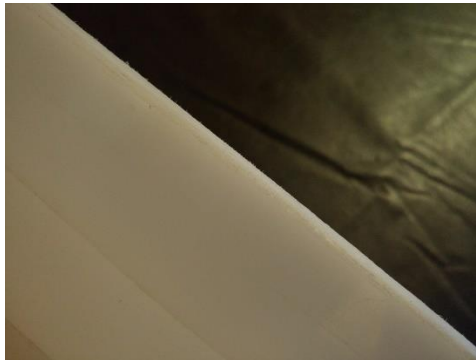


Figura 37

### **Piezas impresas en 3D**

Las piezas están originalmente diseñadas para ser fabricadas mediante un mecanizado sobre APM o delrin. Se utilizó la variante de imprimirlas en 3d para la fabricación de este prototipo.

Para lograr la impresión se partió del modelo utilizado en el software de diseño 3d. Se seleccionaron las piezas a imprimir y luego se cambiaron a formato STL, el cual es requerido para compilar los datos que permitirán la posterior impresión.

En cuanto la compilación, se utilizó Repetier-Host, un software de uso abierto que funciona sobre el software también de uso libre Slicer. Se utilizó una configuración de impresión estándar y mediante el software antes mencionado las piezas se compilaron una a una, como se observa en la captura de la figura 38.

Los filamentos mayormente utilizados en impresiones 3D son ABS y PLS. Se seleccionó un PLA color gris de 1,75 milímetros para realizar las impresiones de la mayoría de las piezas, y de color rojo para los topes. Use selecciono PLA debido a que este tipo de material es apto para un uso sanitario. El proceso de impresión es tal como el que se encuentra en las imágenes de la figura 39.

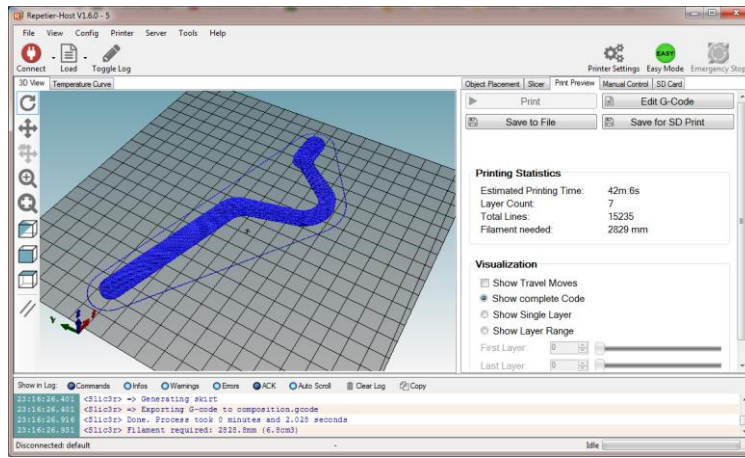


Figura 38

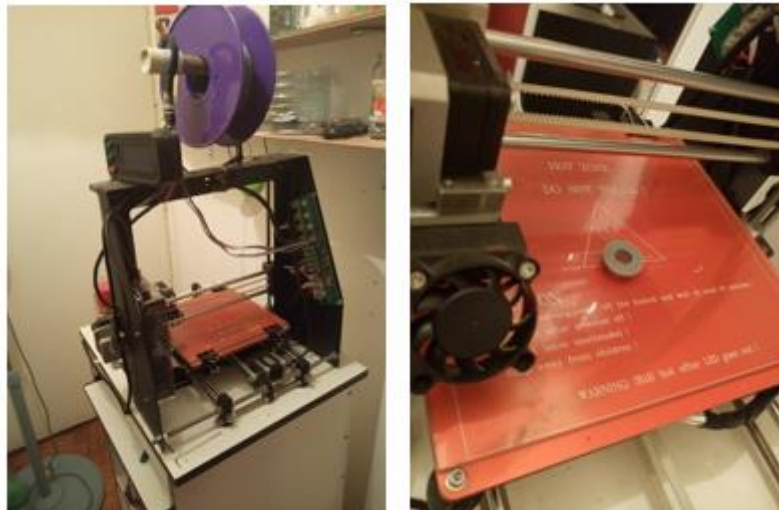


Figura 39

## Ensamblaje

Una vez disponible todas las piezas, el siguiente paso es el armado de la máquina. Los tornillos utilizados son en su mayoría de medida 1/8 pulgadas.

En muchos casos las roscas deben estar fijas a los tornillos, y a su vez deben permitir una rotación libre de las piezas, como por ejemplo en un sistema mecánico eje-buje. Se evita el afloje producido por el uso mediante un producto sellador de roscas como el que encontramos en la foto de la figura 40. El producto queda escondido entre los filetes de contacto entre tornillo y tuerca como se observa en la misma figura. La posible alternativa de utilizar tuercas autofrenantes quedó descartada por contener partes plásticas no aptas para uso sanitario.



Figura 40

### **Resorte como operador elástico**

Se utilizaron dos resortes de expansión y se cortaron de dimensiones tales a estar listos para su funcionamiento solo con ser colocados en su posición definitiva, se muestra en la figura 41.

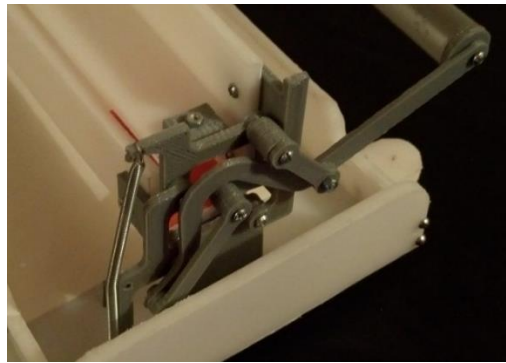


Figura 41

### **Ajustes**

Al realizaron algunas pruebas se notó que se requerían ciertos ajustes. Las tuercas estaban demasiado apretadas impidiendo fluidez en las rotaciones. Desatornillando firmemente se logró disminuir la presión sobre las roscas y se aplicó nuevamente el producto fijador solucionando el problema.

Los resortes presentaban un contacto no deseado con la pieza en la que estaban sujetos. Se solucionó sin inconvenientes doblando sus extremos hasta lograr una deformación plástica. De esta manera se consiguió una orientación favorable en la que el resorte no presentaba ningún roce indeseado con la pieza.

### **Prototipo terminado**

Se consiguió fabricar un prototipo funcional respetando las geometrías, pautas y recomendaciones consideradas durante las etapas de diseño. Se añaden capturas del mismo en la figura 42 y algunos detalles de la máquina en la posición cerrada en las imágenes de la figura 43.

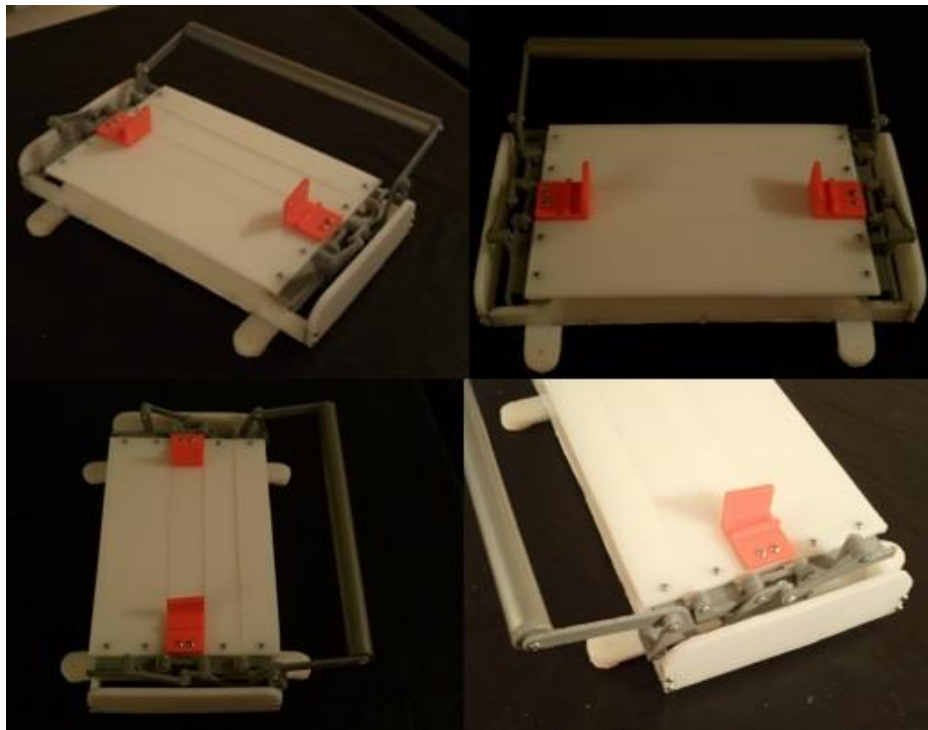


Figura 42



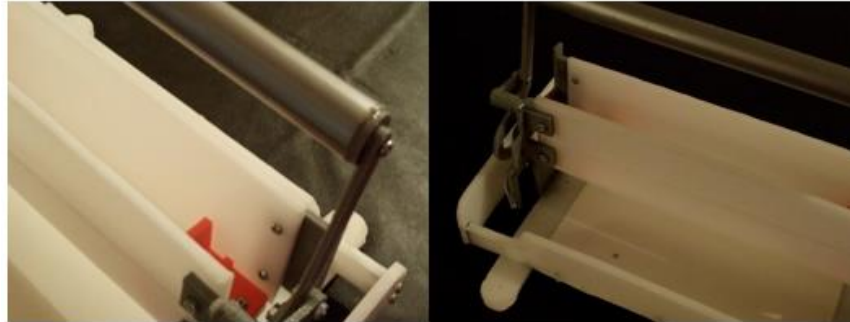


Figura 43

### **Funcionamiento**

Como fue descrito anteriormente, la máquina en cuestión es capaz de producir dos tipos de rollos de sushi.

### **Fabricación de norimaki sushi.**

Una vez limpia y preparada para operar, la máquina se debe apoyar sobre una superficie horizontal, la cual bien puede ser una mesada de una cocina u otra superficie de trabajo de labores gastronómicas. Ya firme sobre sus apoyos se podrán comenzar a fabricar las piezas de sushi norimaki sushi o uramaki sushi.

Al igual que al método tradicional, las planchas de alga nori se cortan por la mitad dando por resultado una plancha con dimensiones a utilizar de 9x21 centímetros. La medida estándar conlleva a que las piezas de norimaki sushi y uramaki sushi presenten también un tamaño estandarizado.

Para la fabricación de norimaki sushi se dispone de la plancha alga nori con dimensiones de 9x21 centímetros, la cual se debe colocar sobre la máquina con la cara brillante hacia abajo.

Sobre el alga nori se incorpora la cantidad necesaria de arroz para sushi, la cual debe ser siempre la misma. Esparciendo el arroz por encima del alga nori se debe cubrir aproximadamente tres cuartas partes de la misma. Al momento de esparcirlo, no se debe ejercer demasiada presión ya que influiría negativamente en el resultado final. Se deja un poco de aire entre el arroz de sushi que luego desaparecerá al accionar la máquina.

El siguiente paso es añadir los ingredientes internos del maki sushi a fabricar, los cuales pueden variar dando por resultado los distintos tipos de norimaki sushi. Los ingredientes más usados para este tipo de preparación son: salmón rosado, atún, queso filadelfia, palta y pepino, entre otros.

Una vez preparados los ingredientes se procede a accionar la máquina. Utilizando la palanca mediante un solo movimiento se logra fabricar los rollos de norimaki sushi. La máquina funciona gracias a su sistema de componentes mecánicos que transfieren fuerzas y movimientos. De esta manera se logran los movimientos necesarios para lograr el funcionamiento. El diseño de la máquina permite aplicar distintas cantidades de fuerza para un mejor resultado. Volviendo la palanca a la posición original se obtendrá un rollo de sushi.

Se puede repetir este último paso, previo a girar el rollo de sushi, para lograr una mejor terminación. Luego de girar los rollos y accionar nuevamente la máquina, estos adquieren una forma más regular. La fuerza aplicada puede ser administrada a voluntad también mejorando el producto final.

Poniendo la manija en la posición original termina el trabajo de maki sushi armadora para la preparación de rollos de nori maki sushi. Estos rollos están terminados y listos para cortar, se disponen para dar lugar al uso de la siguiente máquina: Maki sushi cortadora.

#### **Fabricación de uramaki sushi.**

Este tipo de piezas de sushi es similar al norimaki sushi, por lo tanto el proceso de fabricación del mismo mediante máquina maki sushi armadora también es similar.

Teniendo la máquina apoyada y firme se agrega el primer ingrediente, que a diferencia de los rollos de norimaki sushi, se trata del arroz para sushi. La forma de administrarlo es la misma, no se debe aplicar mucha presión, solo esparcirlo logrando una superficie rectangular de dimensiones no variantes.

El siguiente paso es poner sobre el arroz para sushi las planchas cortadas de alga nori sin taparlo completamente.

Luego se incorporan los ingredientes que definirán la clase de rollo, los mismos no varían demasiado de los utilizados en la fabricación de rollos de nori maki sushi.

De aquí en adelante el procedimiento es el mismo que para nori maki sushi. Se acciona la palanca para obtener los rollos de uramaki sushi. En este caso el resultado es un rollo de maki sushi que tiene arroz en el exterior.

Se puede repetir este paso para lograr una mejor terminación. Sobre estos rollos terminados se suelen incorporar semillas de sésamo tostado por encima. Los rollos están listos para ser cortados por la maki sushi cortadora.

### **Secuencia de funcionamiento y empleo del prototipo**

La secuencia de funcionamiento se explica de forma gráfica en el esquema de la figura 44. Se observan también fotos del prototipo operando y los rollos de sushi resultantes, respetando la correcta secuencia de funcionamiento. La figura 45 corresponde a rollos de norimaki sushi de atún, mientras que la figura 46 contiene la fabricación de un rollo de uramaki sushi compuesto por palta y kanikama, cubierto por semillas de sésamo.

Secuencia de funcionamiento Maki sushi armadora

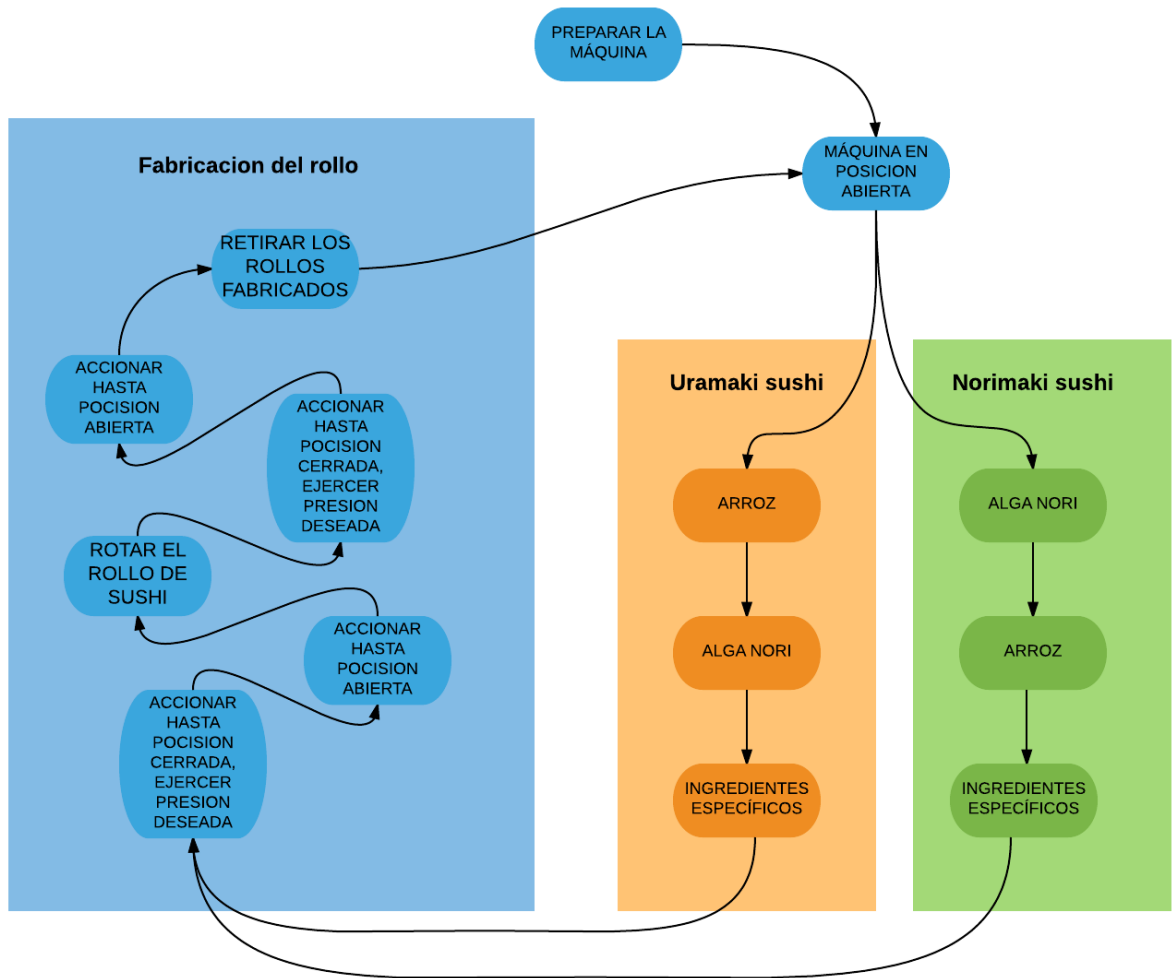


Figura 44

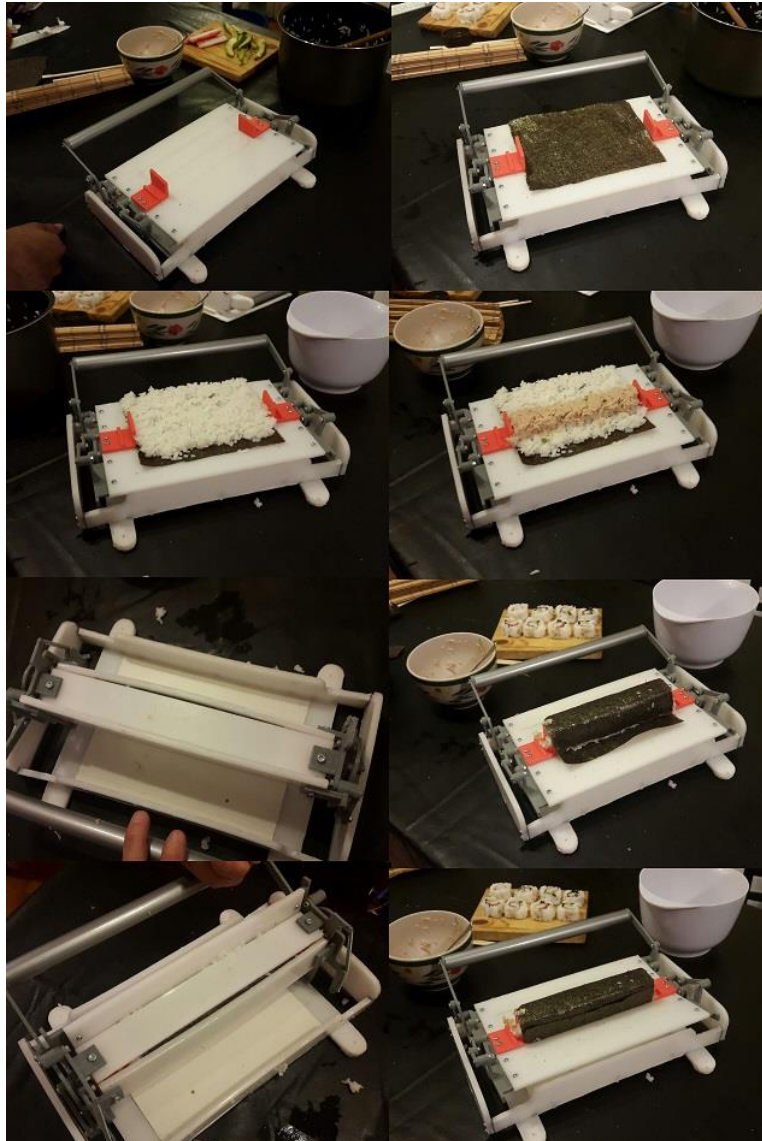


Figura 45

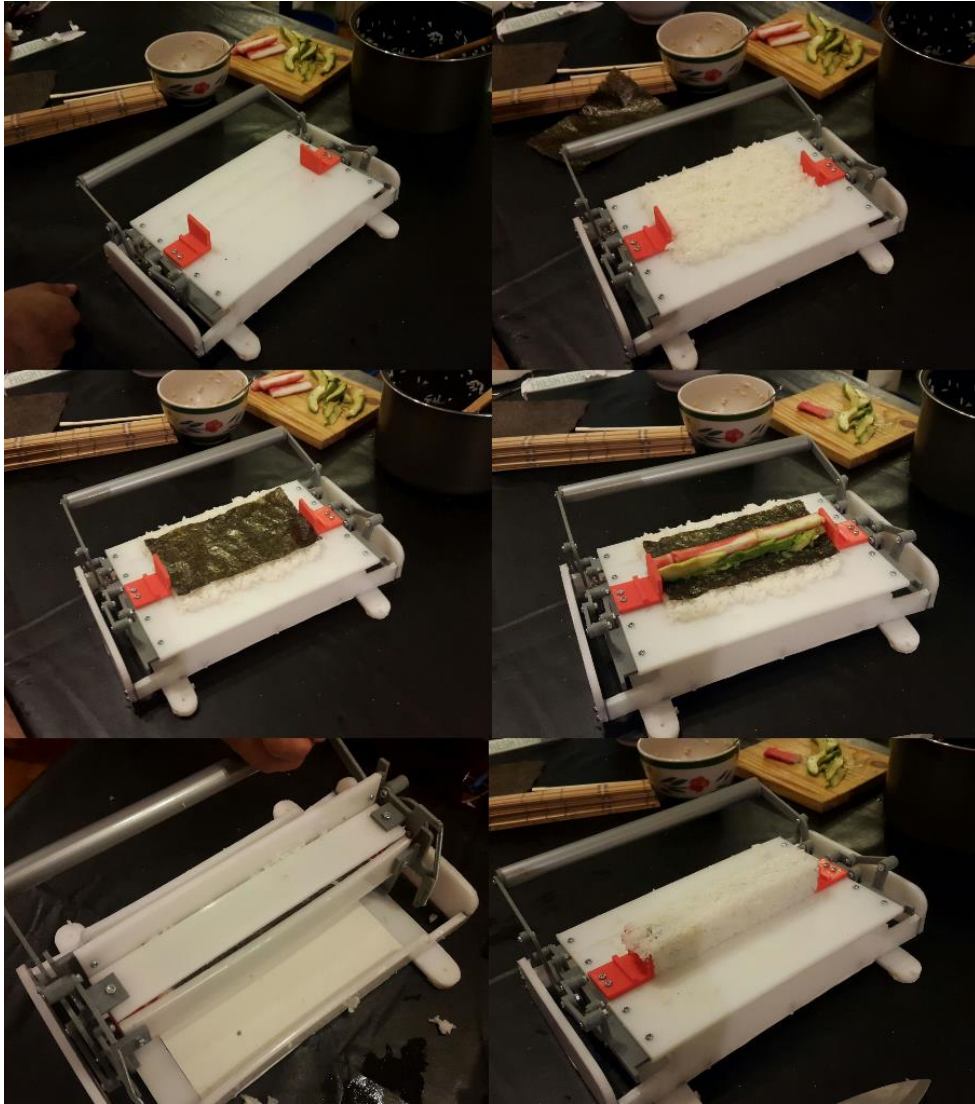


Figura 46

**Inconvenientes manifestados y posibles mejoras**

En la máquina maki sushi armadora se lograron óptimos resultados, avalados por un buen desempeño y funcionamiento. Los rollos producidos por la misma cumplen con las características buscadas.

Un inconveniente fue encontrado a la hora del cierre de la máquina. Las superficies en contacto con los ingredientes presentaban un ligero pandeo. A pesar de esto, esta situación no genera mayores dificultades ya que se soluciona fácilmente utilizando el material correspondiente al diseño. El diseño original contempla la fabricación de estas superficies con un material como APM o delrin, cuyas características mecánicas impiden este tipo de flexiones a esfuerzos de esta magnitud.

La mejora más significativa a incorporar es la del uso de acero inoxidable en las piezas mecánicas, debido a que las piezas impresas en 3D no son lo suficientemente rígidas. Es posible lograr una aceptable rigidez, pero esto conlleva a un gran aumento las dimensiones de las impresiones 3D. Analizando las ventajas de un diseño en acero inoxidable, el uso de impresiones queda descartado. De esta manera se apunta a una máquina de uso profesional, con los materiales más adecuados.



## **Capítulo 6**

### **Maki sushi cortadora**

#### **Objetivo**

Esta máquina se utiliza luego de obtener los rollos de sushi de maki sushi armadora. El objetivo es cortar los rollos de norimaki y uramaki sushi una manera rápida y eficiente. Además se logra obtener más precisión en los cortes, a comparación con métodos tradicionales.

#### **Geometrías**

Esta máquina debe cortar rollos que son recibidos siempre con las mismas dimensiones. Igual altura y ancho de 35 milímetros con contorno levemente redondeado en sus vértices. La longitud también una constante, de 180 milímetros, como se ejemplifica a continuación.

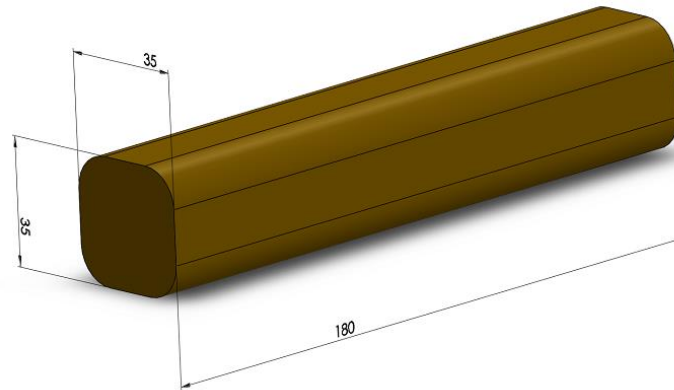


Figura 47

La máquina debe ser capaz de cortar los rollos, obteniendo como resultado ocho piezas de sushi de igual tamaño. Para obtener este resultado se utilizarán siete elementos cortantes distanciados una misma distancia uno de otro.

$$e = \frac{L}{N} = \frac{180\text{mm}}{8} = 22,5\text{mm}$$

*L = longitud del rollo*

*e = separación entre los filos*

*N = cantidad de piezas de sushi*

En la siguiente imagen de la figura 48 se detalla la posición de los filos, teniendo en cuenta el espesor de los mismos de 0,35 milímetros.

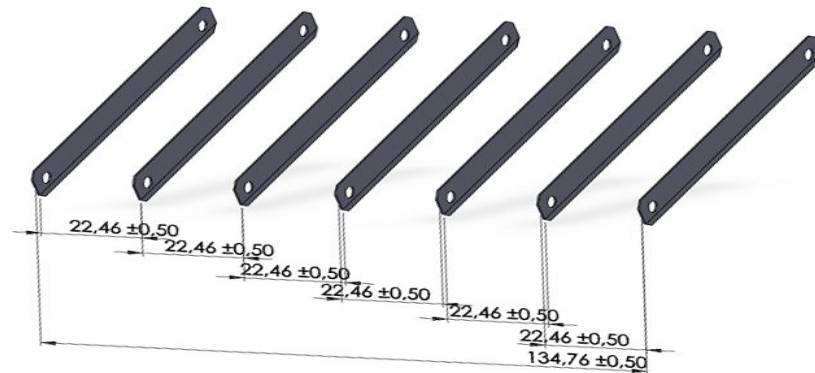


Figura 48

Para cumplir con estas condiciones se concibió un diseño simple y robusto, con un accionamiento manual que garantice una correcta acción de corte. Esta es una máquina que presenta menor dificultad que la máquina maki sushi armadora a la hora de analizar las geometrías de su diseño.

Como conclusión del análisis geométrico obtenemos pautas a considerar en el diseño, tomando como referencia una vista transversal de los rollos a ser cortados. Se incorporó una base curvada de apoyo para los rollos, los soportes de los elementos de corte y una estructura de soporte. Los filos deben pasar a través de los rollos para cortarlos completamente

### Diseño

Esta máquina consta de varias partes que serán analizadas por separado para un mejor desarrollo del tema: la base de apoyo para los rollos, los elementos cortantes, las

tapas que rotan y contienen los fillos, los apoyos para las tapas y la base que actúa como estructura de soporte del resto de los componentes de la máquina.

**Base de apoyo para los rollos.**

La base de apoyo para los rollos debe ser capaz de contener a éstos tanto transversal como longitudinalmente. La medida transversal de apoyo de la cavidad para los rollos no puede ser otra que 180 milímetros, mientras que transversalmente unos 35 milímetros a lo ancho con esquinas redondeadas. Esta parte de la máquina cuenta también con las ranuras correspondientes a los fillos que por ella. Ubicados a una misma distancia unos de otros, las ranuras continúan hacia cubrir gran porcentaje de esta base.

La base de apoyo para los rollos cuenta con topes en ambos costados, para contener y mantener la mejor forma de los rollos de sushi y las piezas producidas, como se observa en la figura 49. A su vez un estrechamiento hacia la parte superior de los topes funciona como un acompañamiento de las tapas para asegurar un correcto centrado de los fillos, debido a que estos topes entran en contacto con tapas como se desarrollará más adelante.

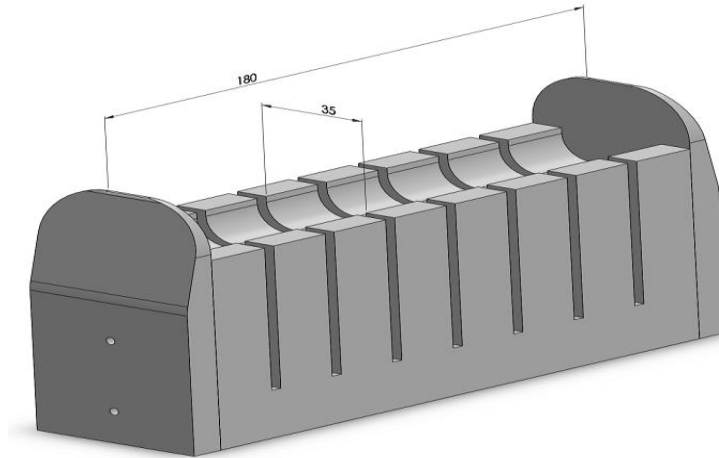


Figura 49

### **Elementos de corte.**

Continuemos el análisis ahora los elementos cortantes. Estos están empotrados a una estructura que mantiene fija su posición de una forma que no permite separar los filos de su estructura. En las imágenes de la figura 50 se logra ejemplificar exhibiendo una parte de una máquina, destinada al corte de alimentos y fabricada con este método. En el diseño los filos se fijan a una estructura la cual finalmente es empotrada a otra exterior. Los ajustes se realizan mediante tornillos de acero inoxidable, agujero pasante en las tapas y un roscado en esta estructura de soporte de filos. Se esquematiza en la representación de la figura 51.



Figura 50

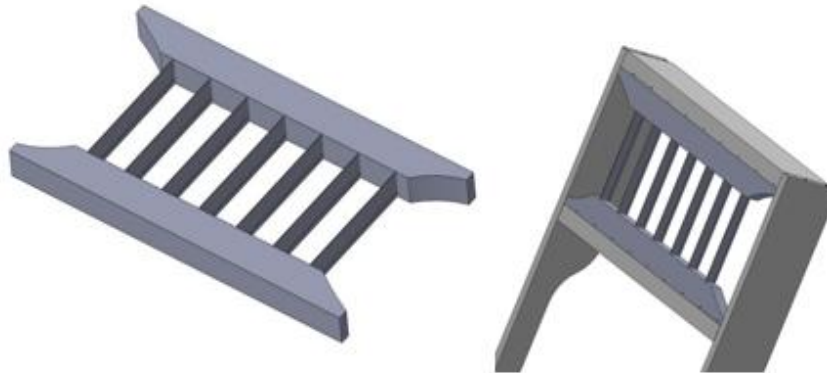


Figura 51

## Tapas

Los filos a su vez están fijados a piezas componentes de la máquina destinadas a realizar el movimiento de corte. Se trata de dos tapas laterales, una tapa frontal y otra de menor tamaño para contener la estructura de los filos.

La tapa frontal a su vez es la que sostiene la palanca de la máquina. Esta funciona también como uno de los dos topes, en este caso cuando la máquina se encuentra en posición de reposo, dejándola hasta una posición horizontal.

Las tapas laterales tienen como objetivo funcionar de soporte. Además en el otro extremo tienen orificios que funcionan como eje y una forma que le permite actuar como topes restringiendo su movimiento.

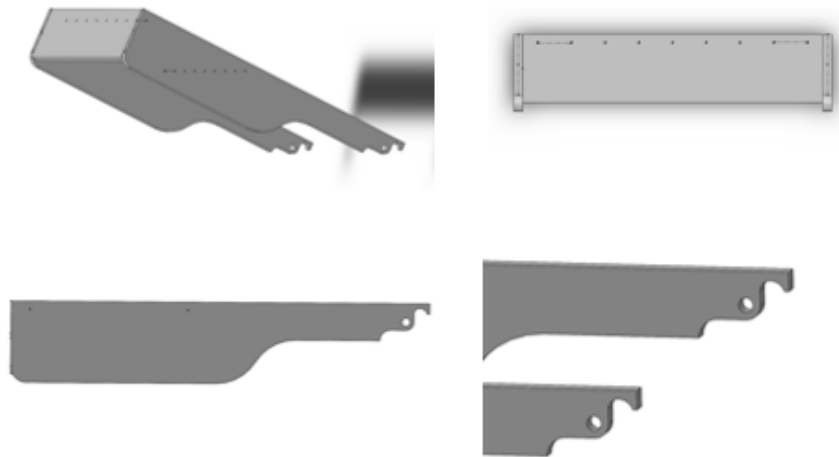


Figura 52

Es importante considerar que esta máquina es accionada por una persona y existen riesgos de lesiones causadas por los elementos cortantes. En respuesta a esta posibilidad se diseñaron las tapas laterales y frontales con una dimensión y geometría tal que impide que los filos alcancen las manos del operario a la hora de accionamiento de la máquina, ya que se encuentran escondidos. En la figura 53 encontramos una ilustración de esta característica.

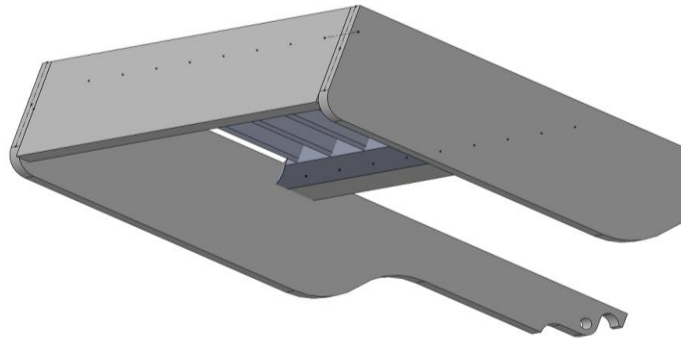


Figura 53

### **Apoyo de las tapas**

Los mismos tienen la función de permitir las rotaciones y generar un tope que impida el movimiento más allá de lo estipulado. Podemos ilustrarlos en la figura 54.

Como características importantes podemos mencionar:

Están fijos sin realizar movimientos, ya que se encuentran empotradas sobre la base.

Poseen orificios que actúan como ejes permitiendo la rotación de las tapas. Se trata de lograr un sistema buje-eje, con un tornillo media rosca que actúa como eje.

Poseen un tope ubicado por debajo de la posición del sistema buje-eje. Está situado una posición específica que limita el recorrido de la parte rotante superando los 90 grados de inclinación hasta alcanzar una posición de reposo.



Tiene una forma recta en su cara superior, de una considerable longitud. Esta extensión de su superficie no permite movimientos axiales indeseados durante la rotación. Se ejemplifica en la siguiente figura.

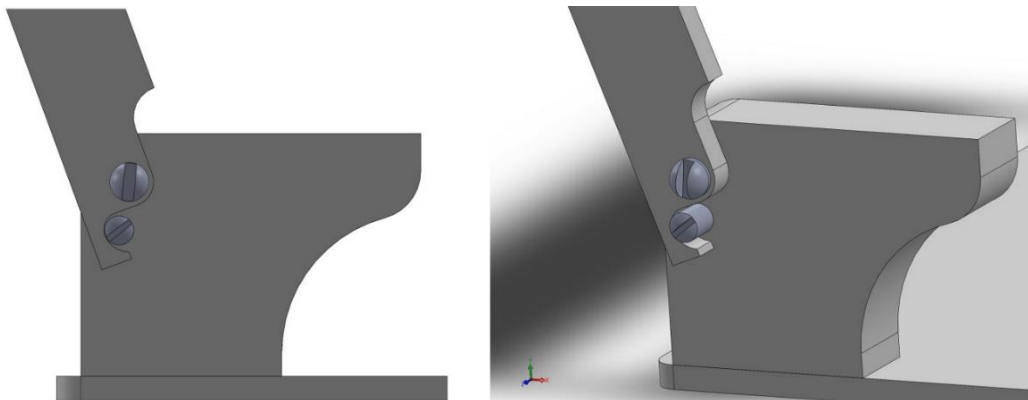


Figura 54

### **Base de la máquina.**

En cuanto al diseño de la estructura que da soporte a los demás componentes, se trata de una plancha del mismo material. Sobre esta se fijan los soportes de las tapas y la base. En la cara inferior de la base se fijan gomas para impedir resbalamiento, así como también como en el extremo cercano al soporte de los rollos donde impacta la estructura de los filos. Se ilustra en la figura 55 a continuación.

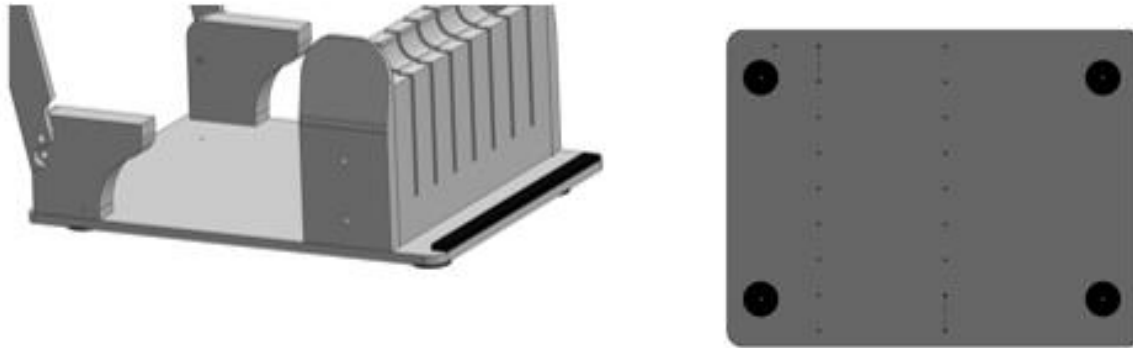


Figura 55

### **Diseño completo de la máquina.**

Se detalla el diseño final en las siguientes ilustraciones de la figura 56. En la figura 57 podemos observar una representación de la máquina con distintas vistas y en posición cerrada.

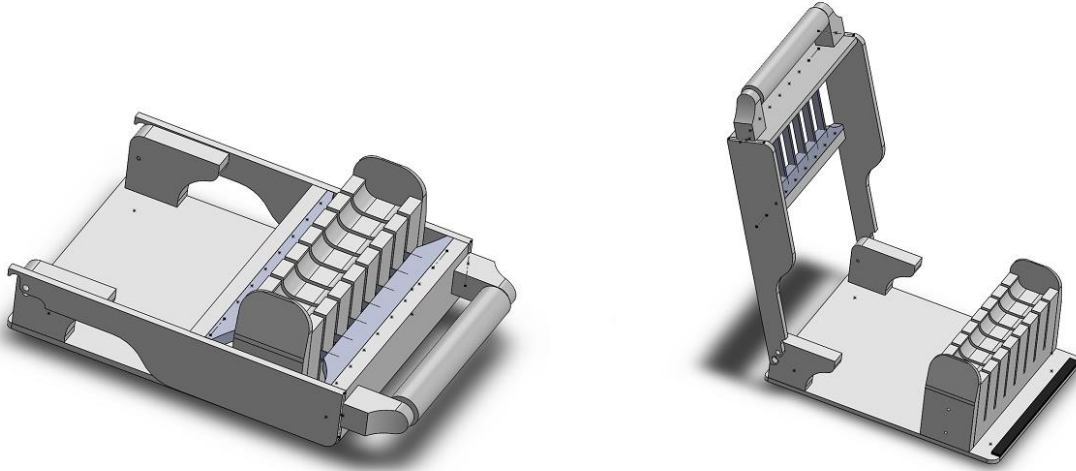


Figura 56

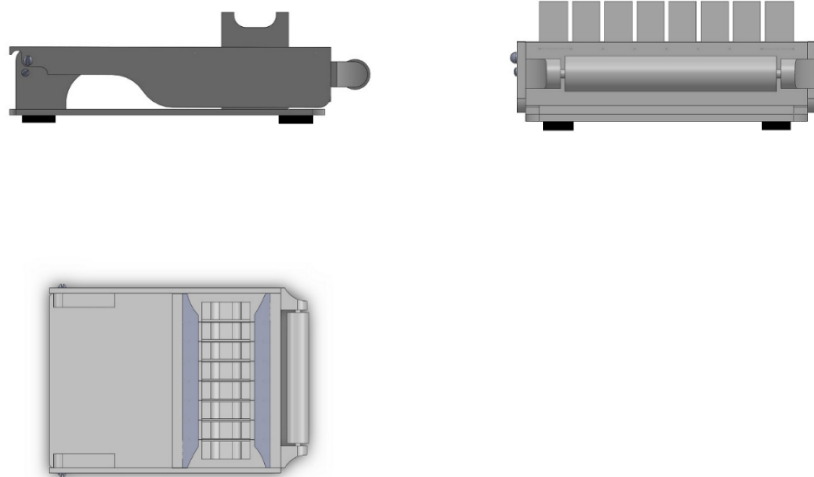


Figura 57

### **Fabricación del prototipo**

En esta sección se desarrolla la construcción del prototipo funcional. Este prototipo puede presentar variantes respecto al diseño original debido a la no disponibilidad de algunos materiales.

Los elementos cortantes se adquirieron de otra máquina de similares funcionamientos también destinados al corte de alimentos. Estos filos estaban empotrados por un sistema similar al del diseño de esta máquina, el cual se adoptó también para la construcción de este prototipo.

La pieza de soporte para rollos de sushi fue realizada con delrin. Las piezas soporte de las tapas y los topes se realizaron mediante impresiones 3D, cuya ventaja es permitir la posibilidad de reimprimir las piezas en caso de ser necesario algún ajuste en las dimensiones.

### **Base de soporte para los rollos.**

Se trata de la pieza que da soporte a los rollos de sushi. A mecanizar con delrin, esta pieza fue encargada a un taller de mecanizado. Se entregó un plano con las medidas requeridas y la pieza fue recibida una semana más tarde.

Una vez disponible la pieza, se le realizaron ranuras mediante el uso de una sierra mecánica. Se pudo disponer el uso de esta máquina gracias a la ayuda del tutor.

Posicionando la pieza en los apoyos correspondientes se garantizó un corte perpendicular

a la cara superior. El espesor obtenido es óptimo ser atravesado por los filos. La máquina herramienta utilizada se contempla en la captura de la figura 58 a continuación.



Figura 58

Los topes laterales fueron diseñados digitalmente y compilados mediante el software, para luego ser impresos mediante impresora de piezas en 3D, como se observa en la figura 59

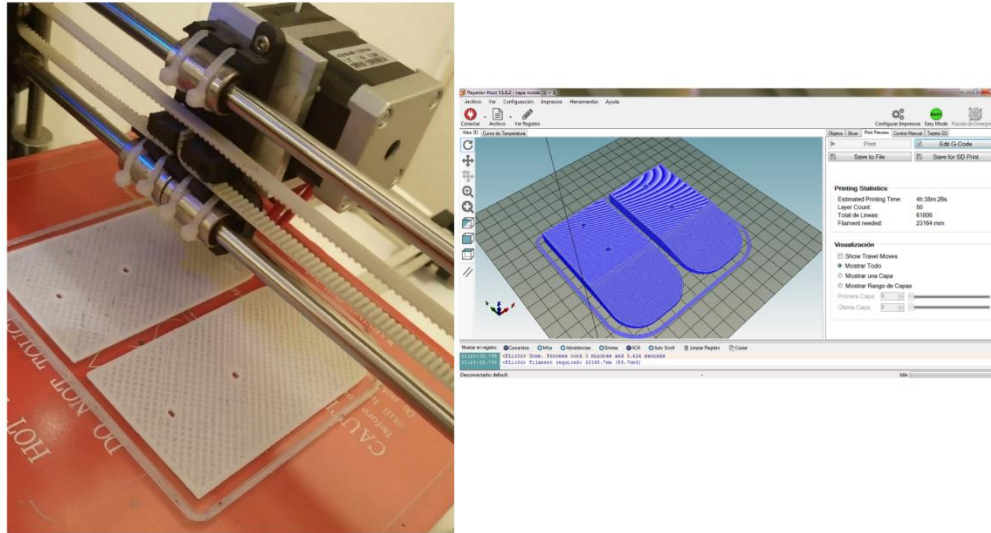


Figura 59

## Elementos de corte

Para la construcción de este prototipo el elemento cortante a utilizar son fillos de acero inoxidable, originalmente utilizados en otra máquina de uso gastronómico. Se respetó el sistema de fijación utilizado en la máquina de origen, a pesar de variar con el de esta máquina. En el taller por medio de una agujereadora de banco se le realizó un mecanizado por encima de la ya existente ranura como se observa en las capturas de la figura 60.



Figura 60

Los fillos se cortaron de las dimensiones requeridas y se le mecanizaron mediante un taladro de banco agujeros necesarios para completar su fijación. Capturas en la Figura 61 a continuación.



Figura 61

## Tapas

Utilizamos el método original de empotramiento de los fillos. Los fillos con sus respectivos soportes se empotraron directamente sobre la estructura. Los soportes fueron

mecanizados y la fijación se realizó mediante roscado del material de la estructura, como se detalla en la figura 62.



Figura 62

La estructura se realizó mediante el corte de las placas siguiendo la especificación de los planos. Se utilizó un torno manual para obtener una mejor superficie. Una vez las piezas cortadas se fijaron con tornillos de acero inoxidable.

### **Apoyo de las tapas**

Estas piezas también fueron realizadas mediante impresión 3D. Luego de ser impresas se incorporaron los bulones cuya función es limitar el recorrido de la estructura de filos. La estructura de filos y sus respectivos soportes quedaron vinculados luego de incorporar los bulones correspondientes. Se incorporó también el bulón cuyo objetivo es delimitar el recorrido de las tapas. Se contempla en la figura 63.



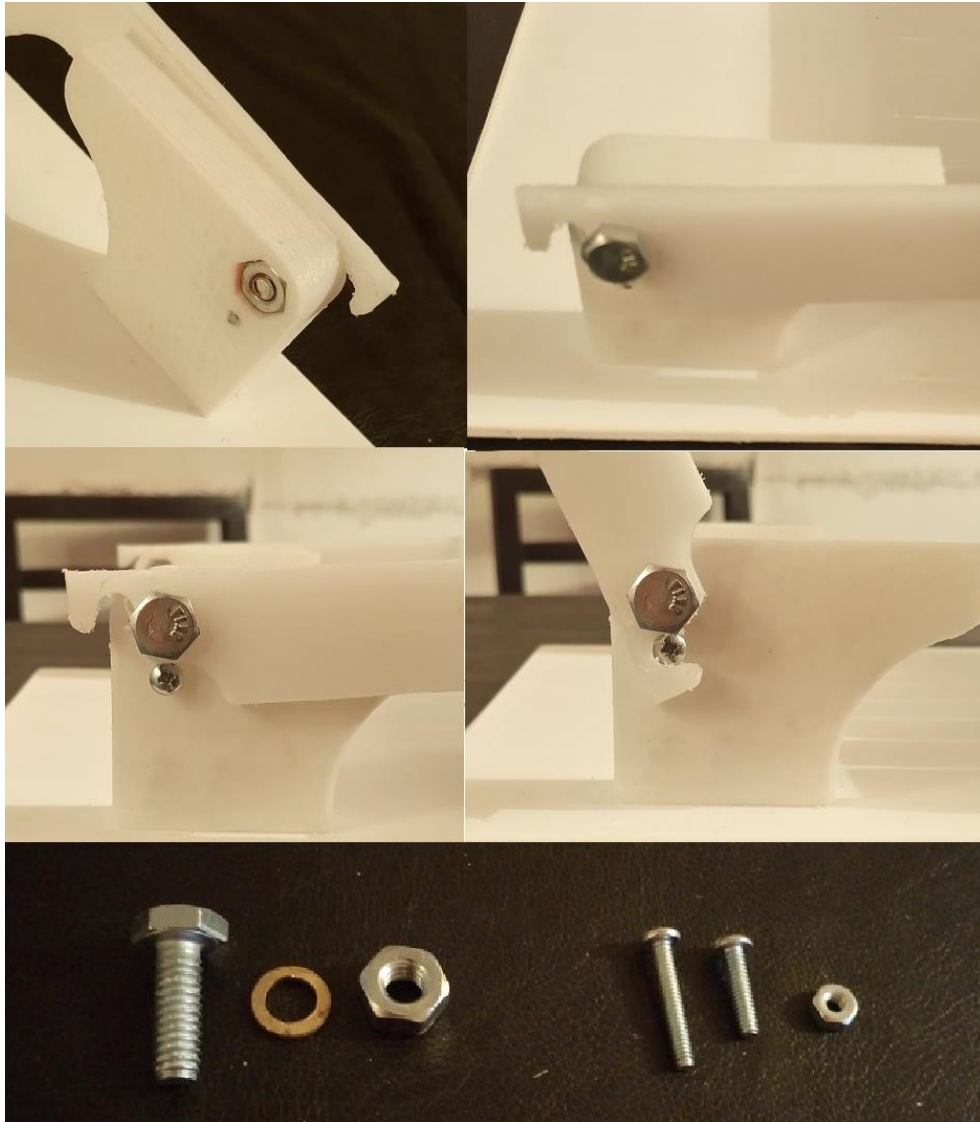


Figura 63

### **Base de la máquina.**

Esta base también se obtuvo mediante una placa. Cortada a las medidas requeridas se le incorporaron las gomas antideslizantes.



Figura 64

### **Fijaciones.**

Con el fin de respetar las normas de higiene, se utilizaron métodos de fijaciones similares al de la anterior máquina. Tornillos y en este caso bulones de acero inoxidable. Se utilizó el mismo producto fijador de roscas que en maki sushi armadora, bajo los mismos criterios y consideraciones.

### **Prototipo terminado.**

A continuación en la figura 65 se observan imágenes del prototipo funcional completado.

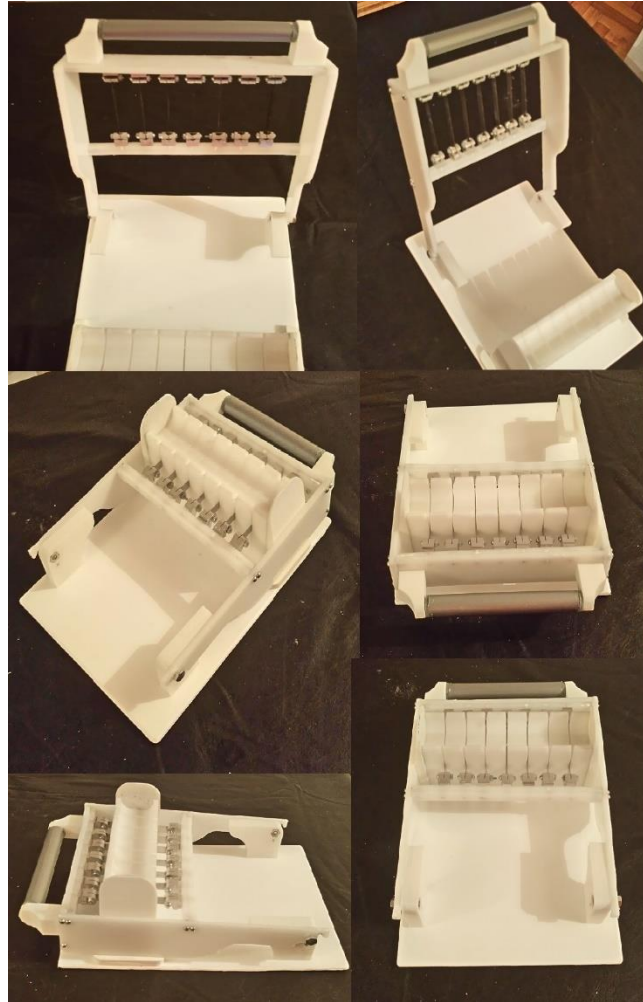


Figura 65

### **Secuencia de funcionamiento y empleo del prototipo**

Esta máquina se utiliza luego de la maki sushi armadora. Se deben situar las dos máquinas a una cercana distancia para un uso en conjunto.

Como cualquier herramienta de uso gastronómico, la máquina debe estar limpia antes de su uso. Firme sobre una superficie plana, se abre mediante el accionamiento de la palanca, permaneciendo en reposo en esta posición gracias a los topes. Los filos pueden ser rociados por agua para obtener un más deslizante y mejor corte del rollo. Se toma el rollo de sushi fabricado por la maki sushi armadora y se sitúa en la maki sushi cortadora, por los costados y con las dos manos. Si más se acciona la misma con un movimiento continuo y certero. Se obtienen ocho piezas de sushi. Estas piezas ya cortadas se toman con las manos por los costados para ser retiradas de la máquina. La máquina vuelve a ser abierta para continuar con el mismo proceso.

En la figura 66 se presenta un diagrama con la secuencia de funcionamiento de la máquina. En la figura 67 se encuentran capturas de la máquina funcionando y de las piezas de sushi resultantes del corte. Los rollos cortados son los previamente armados por la máquina maki sushi armadora, en las capturas superiores se observa el rollo de uramaki sushi mientras que en las inferiores el de norimaki sushi.

*Secuencia de funcionamiento Maki sushi cortadora*

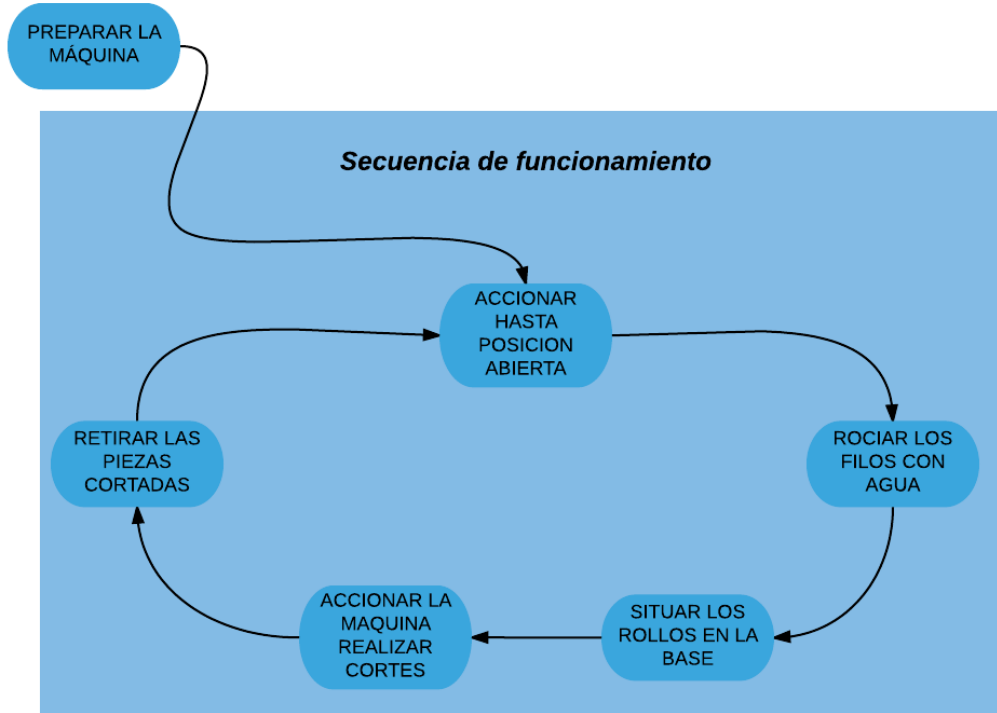


Figura 66

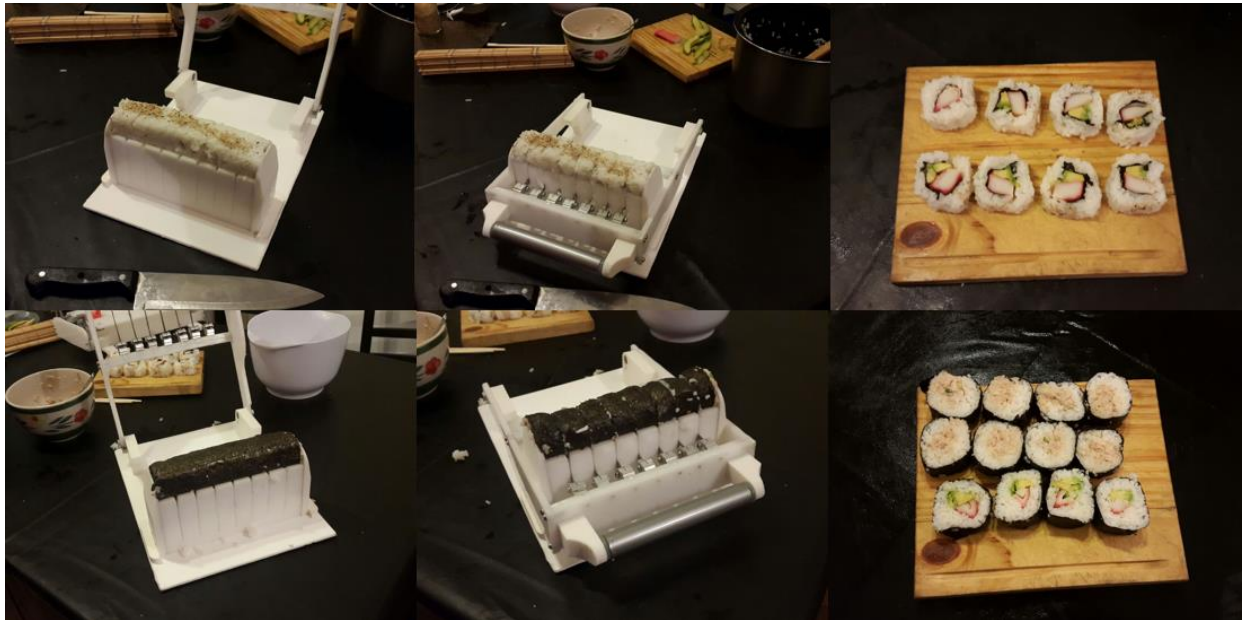


Figura 67

### **Resultados, inconvenientes encontrados y posibles mejoras**

Se llevó a cabo satisfactoriamente la construcción del prototipo funcional, el cual cumple con su objetivo en gran medida. Con la fabricación de este prototipo surgieron varios inconvenientes a solventar, sobre todo a la hora de cortar rollos de norimaki sushi, el cual contiene el alga de sushi por fuera. También se hizo visible la posibilidad de incorporar mejoras en algunos aspectos.

### **Corte y deformación en las piezas obtenidas**

Desempeño de la máquina cortando rollos de uramaki sushi, el cual contiene alga por dentro: una de las posibilidades de mejora del diseño es el aplastamiento del rollo de sushi al momento de ser cortado, debido al ángulo de entrada de los filos. A pesar de esto, la máquina mostró un desempeño satisfactorio en piezas de uramaki sushi, obteniendo una mínima o casi nula deformación en el rollo y en posteriores piezas de sushi fabricadas.

Desempeño de la máquina cortando norimaki sushi, el cual contiene alga por fuera: se utilizó un alga nori prensada que presentaba ligeros signos de humedad, una característica no deseada en el ingrediente. A pesar de esto los rollos fueron fabricados sin problemas. A la hora de realizar el corte, se observó que el alga nori presentaba un comportamiento elástico provocando un mayor y no deseado aplastamiento del rollo. Este inconveniente se vio reducido a la hora de utilizar un alga nori en perfectas condiciones, pero no deja de ser un inconveniente a tener en cuenta.

### **Problemas de centrado**

Una mínima desviación en el posicionamiento de los filos genera un contacto o choque indeseado de los filos con la base de soporte para los rollos. Durante la fabricación del prototipo se presentó ocasionalmente este inconveniente debido a la inferior rigidez del material de las tapas, el cual presentaba ligeras flexiones. Se realizó un pequeño lijado en la de apoyo de los rollos para neutralizar esta situación en caso de

manifestarse. Este es un inconveniente menor que no se presenta al utilizar APM o delrin. Asimismo se recibieron recomendación del tutor para aumentar las dimensiones de estas tapas.

### **Posibilidades de mejoras en el diseño**

Luego de considerar las recomendaciones del tutor, se decidió realizar de forma más robusta algunas partes específicas de la máquina. Las superficies de contacto de las tapas con los topes de sus respectivos soportes y la estructura que contiene los filos.

Para eliminar la posibilidad del aplastamiento de las piezas de sushi, se propone utilizar hojas de corte de un menor ancho. La superficie en contacto con los rollos durante el corte se verá reducida, disminuyendo el rozamiento y favoreciendo el deslizamiento de la hoja. Una propuesta más compleja es modificar geometrías y el ángulo de ataque de los filos, favoreciendo a un deslizamiento y avance conjuntos a la hora de entrar en contacto con los rollos.

En la pieza soporte de los rollos, para lograr retirar de una forma más cómoda las piezas de sushi con las manos, se propone disminuir el área de contacto de con los rollos orientada al centro de la máquina. Al realizar esta modificación obtenemos el beneficio deseado sin efectos negativos, ya que luego de realizar pruebas, salió a la luz que debido al ángulo de ataque de los filos no es requerida una gran superficie de contacto en esa dirección.



## **Capítulo 7**

### **Nigiri Maker**

#### **Justificación**

Se decidió introducir otra máquina, especialmente para la fabricación de piezas de sushi tipo nigiri, debido a que este tipo de pieza es de junto a maki sushi, una de la más demandada en el consumo de sushi en Argentina.

Existen moldes para la fabricación de nigiri y se pueden comprar en el exterior o por internet, aunque estos no son para uso profesional. A pesar de esto, es necesario introducir en este proyecto maquinaria para la fabricación de este tipo de piezas de sushi, debido a la demanda de las mismas.

Como primera maquinaria en el país, el método más eficiente de trabajo es el de una máquina por medio de moldes al igual que los accesorios, fabricando las piezas de sushi ejerciendo presión sobre los mismos. Si bien los diseños y funcionamiento son distintos y novedosos, el sistema de fabricación es el mismo. La diferencia radica en el deseo de desarrollar máquinas de un uso profesional, para las cuales se ideó un diseño robusto, para mayor capacidad de producción y uso continuo. Por este motivo que se optó solo por la introducción de un diseño sin la posterior fabricación del prototipo.

### **Objetivo de la máquina**

Esta máquina tiene por objetivo la fabricación de las bolas de arroz, destinadas a la elaboración de piezas de sushi tipo nigiri. Mediante el uso de la máquina se busca estandarizar y ganar tiempo en el proceso productivo, obteniendo mejor calidad en los productos obtenidos. En el método tradicional estas bolas de arroz son confeccionadas utilizando las manos del cocinero, esto no ocurre con esta máquina, requiriendo solo una mínima capacidad técnica del operario para accionar la máquina.

### **Geometrías**

Las piezas de nigiri están compuestas por una bola de arroz a la que se incorporan ingredientes. Estas bolas aplastadas deben tener una forma redondeada y respetar similares dimensiones de 25x45x21 milímetros, como se muestra en la figura 68.

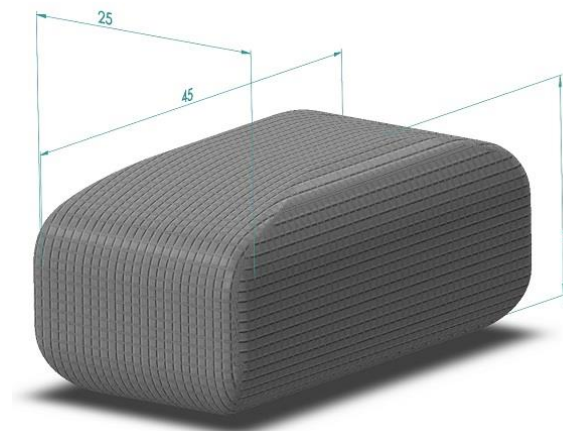


Figura 68

## Diseño

La máquina en cuestión consta de tres partes las cuales podemos identificar como: un cuerpo principal, una tapa inferior de apoyo y una tapa superior de apriete. Estas tres piezas trabajan en conjunto para dar forma a las bolas de arroz respetando sus medidas establecidas.

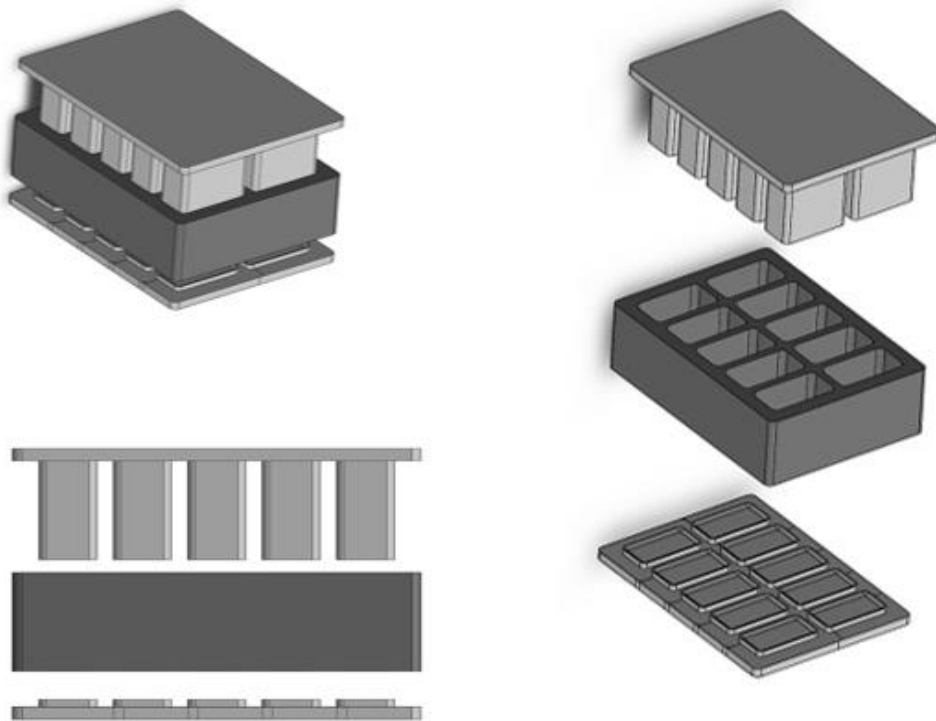


Figura 69

## **Fabricación**

Si bien existen diversos métodos para de fabricación para este tipo de trabajos, se seleccionará el mismo teniendo en cuenta que en una primera etapa se fabricará en bajas cantidades. Por este motivo se presenta un diseño compatible a ser fabricado mediante mecanizado a partir de piezas de material delrin o APM. Acorde al desarrollo a lo largo este proyecto, podemos afirmar que este material cumple con las normas sanitarias vigentes.

## **Mecanizado**

El cuerpo es fabricado mediante un mecanizado de una pieza de delrin, es un trabajo de taller sencillo a realizar en mediante un fresadora. La tapa inferior requiere mayor trabajo que la estructura principal. Este trabajo también puede ser llevado a cabo mediante fresadora a partir de una plancha de material. Se deben realizar las curvaturas que presenta el molde siguiendo las especificaciones de los planos de fabricación. En cuanto a la tapa superior, el método de fabricación adecuado es obtener mediante un mecanizado individual, cada molde, para luego fijarlo a una placa del mismo material. De esta manera no se obtiene la tapa a partir de un mecanizado de una pieza maciza de material, pero es un método de fabricación más eficiente, rápido y apropiado para este caso.

## Funcionamiento

Para el correcto funcionamiento se deben respetar procedimientos en un orden específico, los cuales se incluyen también en el diagrama explicativo de la figura 70. El procedimiento es ilustrado mediante una vista de corte transversal en la figura 71.

Una vez limpias las partes (1), se posiciona la tapa con el cuerpo (2). Se coloca la cantidad requerida de arroz en cada uno de las correspondientes cavidades y se coloca la tapa superior (3). Se debe ejercer la presión necesaria para formar las piezas de arroz (4). Se retira la tapa inferior (5). Por último se procede a empujar la tapa superior para impulsar al exterior las piezas de arroz formadas (6).

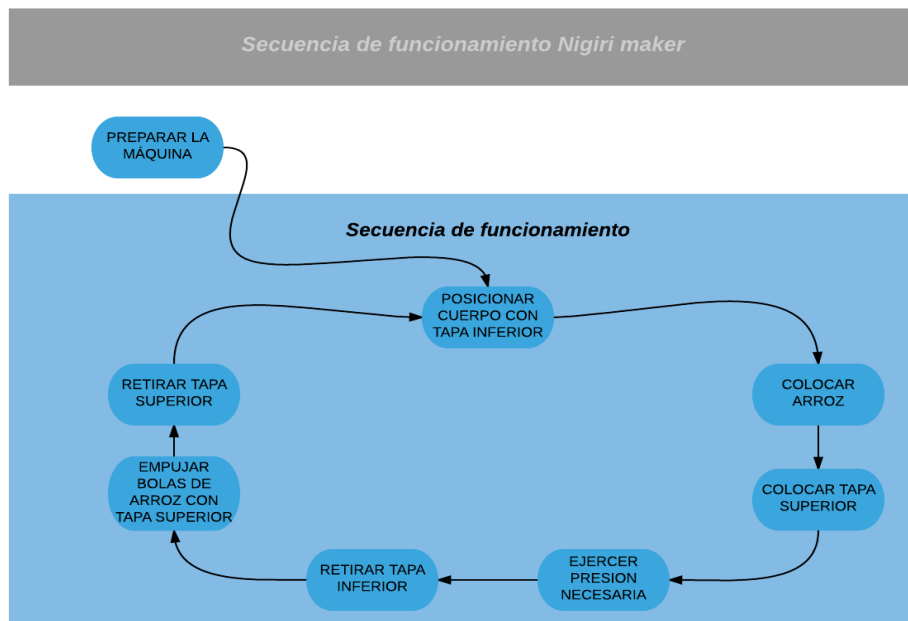


Figura 70

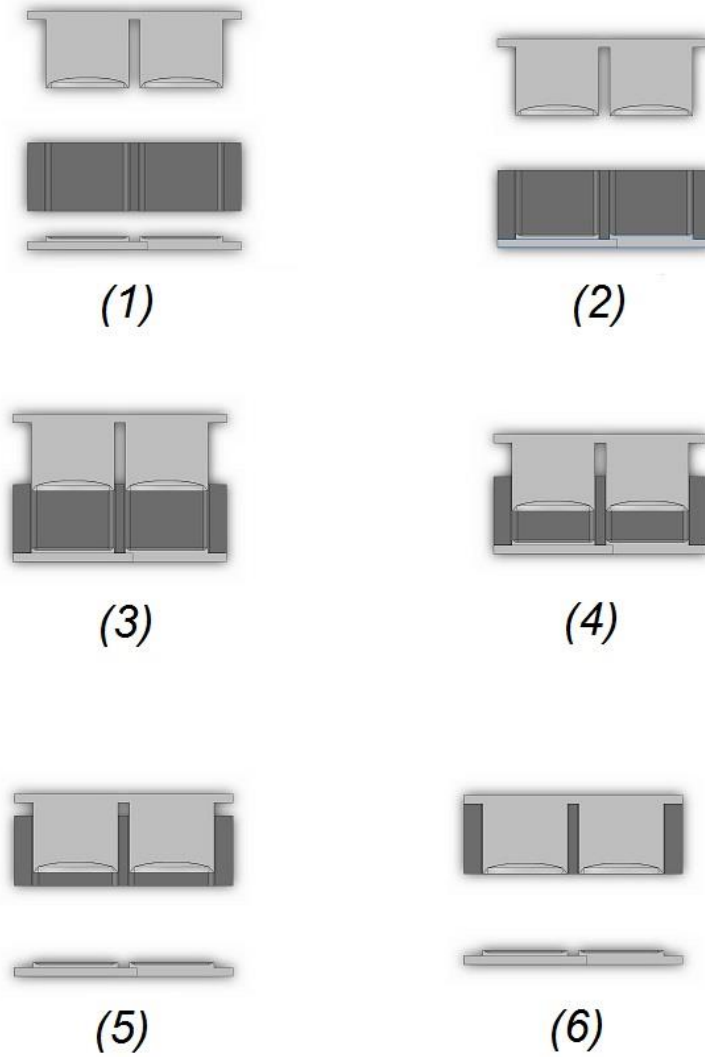


Figura 71

---

## Capítulo 8

### Costos y fabricación

#### Justificación

El presente capítulo desarrolla un análisis de costos de fabricación estimados de maki sushi armadora y maki sushi cortadora. Se trata de costos empleados en la fabricación de los prototipos funcionales, únicamente incluye costos de materiales y de las horas de taller requeridas para su ensamblaje. No se contemplan las horas de trabajo en el diseño de los mismos. Se utiliza el término de estimación de costos debido a que los precios de los componentes pueden tener variaciones y a que algunos detalles de diseño podrían ser modificados, impactando en el valor final obtenido. Una posible y más avanzada etapa del proyecto comprende la selección de materiales y procedimientos de fabricación de las máquinas a una escala superior.

#### Costos de fabricación

Los presentes costos de fabricación incluyen el costo de los materiales, en los cuales también se incluyó el comprendido por piezas que fueron enviadas a fabricar por medio de un tercero, como por ejemplo la base para rollos de Maki sushi armadora. También se encuentran comprendidas las horas de uso de taller requeridas para el ensamblaje y puesta a punto, como se mencionó anteriormente. Costos de estas

características fueron estimados linealmente, de acuerdo con los costos referidos a piezas similares y a tiempos de taller empleados.

Los valores monetarios se expresan en dólares a fin de expresar los mismos de una forma más objetiva, debido a la constante inflación en la Argentina.

A continuación se expresan los costos de fabricación, en la tabla 3, para maki sushi armadora, que suman 776,16 dólares estadounidenses.

*Tabla 3. Costos de fabricación Maki sushi armadora.*

<i>Componente</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario (U\$D)</i>	<i>Precio total (U\$D)</i>
Piezas y carcasa inox. más corte laser (cotización)	1	388	388
Plegado de carcasa	-	-	45
APM o Delrin material y mecanizado	1	205	205
Resortes tracción	2	2	4
Tornillo acero inoxidable 1/8 pulgada 10 mm	42	0,08	3,36
Tornillo acero inoxidable 1/8 pulgada 20 mm	10	0,08	0,8
Tuerca y arandela 1/8 pulgada	50	0,24	12
Fijador de roscas	1	8	8
Piezas impresas material PLA apto uso sanitario	1	20	20
Horas taller, ensamblaje y ajustes	3	30	90
<b>Total</b>			<b>776,16</b>



En cuanto a la máquina Maki sushi armadora, se obtuvo un presupuesto a partir de un tercero, trabajo a realizar en acero inoxidable. La cotización obtenida incluye el material y corte laser de una lámina de material, de la cual se obtienen las piezas y la carcasa. El presente presupuesto no incluyendo el trabajo de plegado. Se encuentra a continuación en la imagen de la figura 72 y corresponde a ARG\$5850 al cambio monetario de la fecha. Se preservó la identidad de la empresa.

Lunes, 31 de Octubre de 2016

**Sres.: ARAKAKI JOSE LUIS**

**Atención Sr. Jose Arakaki:**

Asunto: **Cotización**

Por medio del presente nos complace hacerle llegar la cotización del trabajo solicitado:

Denominación	Cantidad	Material	Espesor	Precio Total [ARS]
CONJUNTO DE 19 PIEZAS	1	AISI 304	2,0 mm	<b>5850,00</b>

*\* No incluyen impuestos.*

**Observaciones:**  
*No incluye plegados.*

**Material:** Provisto por [REDACTED]

**Forma de pago:** Anticipo del 50% y resto contado contra entrega.

**Plazo de entrega:** 15 días luego de recibida la orden de compra y el anticipo correspondientes.

**Lugar de entrega:** [REDACTED]

**Validez de oferta:** 7 días.

En espera de una respuesta favorable, lo saludamos cordialmente.

Figura 72

En la tabla 4 se expresan los costos de fabricación estimados de maki sushi cortadora, cuyo valor alcanza los 451,92 dólares estadounidenses.

*Tabla 4. Costos de fabricación Maki sushi cortadora.*

<i>Componente</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario (USD)</i>	<i>Precio total (USD)</i>
Elementos de corte y mecanizado	7	3,2	22,4
Estructura soporte y mecanizado	2	16	32
APM o Delrin material y mecanizado	1	197	197
Tornillo acero inoxidable 1/8 pulgada 10 mm	24	0,08	1,92
Tornillo acero inoxidable 6 mm 25 mm	4	0,08	0,32
Tuerca y arandela 6 mm	2	0,24	0,28
Fijador de roscas	1	8	8
Goma antideslizante	1	20	20
Piezas impresas material PLA apto uso sanitario	1	20	20
Horas taller, ensamblaje y ajustes	5	30	150
<b>Total</b>			<b>451,92</b>

## **Capítulo 9**

### **Conclusiones, posibles mejoras y pasos a seguir**

#### **Balance general**

El presente proyecto comprende varias etapas de análisis, investigación, diseño y fabricación en esta área de la ingeniería, durante el transcurso de las cuales se adquirió un crecimiento del perfil profesional.

Durante el transcurso del proyecto se presentaron gran cantidad de dificultades y obstáculos, para los cuales se buscó siempre una solución basada en las bases de un buen empleo de la profesión. Fueron de gran importancia las constantes contribuciones, consejo y recomendaciones recibidas por parte de los tutores a la hora de superar estas dificultades. Se incorporaron conocimientos sobre materiales, empleo de máquinas de taller y técnicas de mecanizado. Se hizo uso de software y posterior manejo de impresora 3D. Se realizó una labor de proyectista, y un manejo constante de software a la hora del diseño.

Respecto al desarrollo de maquinaria, se lograron alcanzar con resultados positivos las metas anteriormente establecidas en la propuesta. Incluso se presentó una máquina adicional destinada a realizar otro tipo de piezas de sushi, abarcando toda la gama de piezas más demandadas. Los prototipos demostraron un correcto desempeño, solo resta incorporar en el diseño los cambios propuestos para una posterior fabricación.

### **Pasos a seguir**

**Fabricación:** A lo largo del proyecto se desarrollaron prototipos a una etapa avanzada y que además lograron una correcta funcionalidad. A partir de la experiencia y los resultados obtenidos, los prototipos presentados cumplen las condiciones establecidas sobre su fabricación e implementación en el mercado, estando próximos a ser desarrollados para una producción a escala superior. El gran consumo de sushi en el país y el crecimiento del mismo es una realidad, esta situación abre muchas puertas sobre las posibilidades de crecimiento del proyecto.

**Implementación:** para lograr incorporarte exitosamente las estrategias se basan en el análisis de marketing realizado durante el transcurso del mismo. Asimismo es una buena alternativa el asesorarse adecuadamente mediante especialistas en el área de marketing.

**Patente:** se plantea la posibilidad de solicitar una patente de invención ante la Administración Nacional de Patentes, del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI).

### Lista de referencias

*NORMA ANMAT capítulo 4, Administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica* [ANMAT], (1995).

Multimet. *Clasificación de los aceros inoxidable según Norma AISI*. Recuperado de <http://www.multimet.net/pdf/clasificacionaceros.pdf>

Quiminet. *Usos y aplicaciones de las placas de polietileno de alta densidad*. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-las-placas-de-polietileno-de-alta-densidad-42316.htm>

Dupont. *Food contact materials*. Recuperado de <http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/thermoplastics/uses-and-applications/food-contact-material-products.html>

Dupont. *Delrin® 100AL / POM ACETAL RESIN Product Text*. Recuperado Y traducido del inglés de <http://dupont.materialdatacenter.com/profiler/301OW/standard/main/ds/17100/4097>

*“Common features of Delrin® acetal resins include mechanical and physical properties such as high mechanical strength and rigidity, excellent fatigue and impact resistance, as well as resistance to moisture, gasoline, lubricants, solvents, and many other neutral chemicals. Delrin® acetal resins also have excellent dimensional stability and good electrical insulating characteristics. They are naturally resilient, self-lubricating, and available in a variety of colors and specialty grades.*

*Delrin® acetal resin typically is used in demanding applications in the automotive, domestic appliances, sports, industrial engineering, electronics, and consumer goods industries.*

*Delrin® 100AL is a high viscosity acetal homopolymer containing an advanced system of lubrication designed for low wear, low friction, and low noise against metals and plastics.”*