



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Industrialización De Procesos Para La Elaboración De Alfajores**

**Diego Felipe Burgos Domínguez**

*Tesis de Grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero*

*Mecánico*

Quito, Septiembre de 2008

**Universidad San Francisco de Quito**  
**Colegio de Ciencias e Ingeniería**  
**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Industrialización De Procesos Para La Elaboración De Alfajores**

**Diego Felipe Burgos Domínguez**

Laurent Sass, Ph.D

Director de la Tesis

Miembro del comité de Tesis



---

Edison Bonifaz, Ph.D

Miembro del comité de Tesis



---

Martin Hirschhorn, MASc Systems Design Engineering

Miembro del comité de Tesis



---

Ing. Fernando Romo P., M.Sc.

Decano del Colegio de Ciencias e Ingeniería



---

Quito, Septiembre 2008

© **Derechos de autor**

**Diego Felipe Burgos Domínguez**

**2008**



## Resumen

El alfajor es un dulce que se consume en América del Sur. Dentro de su elaboración existentes diferentes procesos que son largos y repetitivos. El presente documento busca una solución efectiva para simplificar algunos de estos procesos desde una perspectiva de ingeniería para un negocio local. Primero, se presentan distintas posibilidades para mejorar los procesos de estiramiento y corte de masa y la aplicación de manjar en las galletas. Luego, se define el mejor de los prediseños para su construcción, a través de un proceso de selección que consiste en encontrar el diseño que tenga la mejor funcionalidad y posteriormente la mejor forma de accionar dicho dispositivo. Enseguida, se realiza el diseño final de los dispositivos, donde se dimensionan los componentes requeridos para cumplir los requisitos presentados por el cliente. Dentro del diseño se determinan los materiales de construcción, el funcionamiento de los sistemas y la integración de los dispositivos. Finalmente, se pone en marcha los dispositivos que fueron construidos para el negocio local, donde se verifica la viabilidad de los sistemas. Adicionalmente, se incluyen los anexos que detallan los planos, los costos y los cálculos y análisis que fueron realizados.

## **Abstract**

An *alfajor* is a treat that is eaten in Latin America. During its fabrication there are several tedious and long processes. This document pretends from an engineering point view, to find a solution to some of these processes for a local business. First, it shows several devices to complete the flattening and cut of the paste to shape the cookies and the applying of milk jam to form the *alfajor*. Then, the best solution is picked for design and construction, through a process, which includes: the selection of the most efficient design and the best way to activate it. Then the final design of these devices is developed, including the material selection, the systems required and the final integration between devices. Finally, the assembled devices are installed in the local business, where the viability of the design is tested with results. In addition, this document includes the blueprints, costs sheets, calculations and analysis in the annex section.

## Lista de figuras

Figura 1. Diagrama Bloque.....	5
Figura 2. Bolillo (sistema actual).....	8
Figura 3. Rodillo de traslación.....	9
Figura 4. Rodillos de presión.....	10
Figura 5. Prensa.....	11
Tabla No.1 Proceso de selección de dispositivos de estiramiento.....	16
Tabla No.2 Proceso de selección del sistema para dispositivos de estiramiento.....	20
Figura 6. Cortador simple.....	22
Figura 7. Cortador múltiple.....	22
Figura 8. Extrusor de masa.....	23
Tabla No.3 Proceso de selección de dispositivos de estiramiento.....	27
Tabla No.4 Proceso de selección del sistema para dispositivos de corte.....	29
Figura 9. Manga Pastelera.....	30
Figura 10. Dispensador múltiple.....	31
Tabla No.5 Proceso de selección de dispositivos de estiramiento.....	35
Tabla No. 6 Proceso de selección del sistema para dispositivos de corte.....	37
Figura 11. Análisis elementos finitos placa de acero inoxidable 1mm.....	42
Figura 12. Análisis elementos finitos placa de acero inoxidable 5mm.....	43
Figura 13. Análisis elementos finitos placa de hierro 5mm.....	46
Figura 14. Análisis de elementos finitos para perfil cuadrado.....	47
Figura 15. Análisis de elementos finitos cilindro de nylon.....	52
Figura 16. Análisis de elementos finitos placa de nylon 5cm.....	53
Tabla No. 7 Análisis de producción.....	55
Gráfico 1. Producción de galletas.....	55

## Tabla de contenidos

1. Introducción .....	2
2.1 Elaboración de alfajores.....	4
2.2 Procesos que pueden ser mejorados .....	5
3.1 Dispositivos de estiramiento.....	7
3.1.1 Bolillo.....	8
3.1.2 Rodillo de traslación.....	9
3.1.3 Rodillos de presión.....	9
3.1.4 Prensa .....	10
3.2 Selección de dispositivo de estiramiento.....	11
3.2.1 Funcionabilidad.....	12
3.2.2 Accionamiento .....	17
4.1 Dispositivos de corte .....	20
4.1.1 Cortador simple.....	21
4.1.2 Cortador Múltiple.....	22
4.1.3 Extrusor de masa .....	23
4.2 Selección de dispositivo de estiramiento.....	23
4.2.1 Funcionabilidad.....	24
4.2.2 Accionamiento .....	28
5.1 Dispositivos de aplicación de manjar .....	29
5.1.1 Cuchillo .....	30
5.1.2 Dispensador Simple.....	30
5.1.3 Dispensador múltiple.....	31
5.2 Selección de dispositivo de aplicación de manjar.....	31
5.2.1 Funcionabilidad.....	32
5.2.2 Accionamiento .....	36
6 Diseño de sistemas.....	37
6.1 Dispositivo de estiramiento y corte.....	37
6.1.1 Cilindros Neumáticos.....	38
6.1.2 Placas de prensado y corte .....	40
6.1.3 Estructura de integración y soporte.....	44
6.1.4 Puentes para cilindros.....	45
6.1.5 Cuchillas.....	47
6.1.6 Soldadura.....	48
6.2 Dispositivo para aplicación de manjar .....	50
6.2.1 Cilindro Neumático.....	51
6.2.2 Puente para cilindro.....	51
7 Análisis de eficiencia .....	54
8 Conclusiones .....	56
9 Bibliografía.....	58
10 Anexos.....	59

## 1. Introducción

Dentro de la vida diaria se pueden encontrar problemas complejos y triviales para los humanos. El principal objetivo de la ingeniería es buscar soluciones que beneficien a los implicados sin afectar al resto.

*La **ingeniería** es la profesión que aplica conocimientos y experiencias para que mediante diseños, modelos y técnicas se resuelvan problemas que afectan a la humanidad.<sup>1</sup>*

La ingeniería mecánica se encuentra relacionada a las máquinas que simplifican la vida de las personas en muchos aspectos de la vida como la transportación, producción, trabajo y en casi todas las actividades diarias de la humanidad. Mediante la utilización de principios físicos el ingeniero mecánico busca obtener la solución al problema mediante máquinas o dispositivos diseñados para hacer más simple la vida del hombre.

Dentro de la industria alimenticia existe una gran cantidad de problemas que se pueden solucionar a través de dispositivos mecánicos. Este texto se concentra en la producción de alfajores, un producto de pastelería que se fabrica en América del sur. Su origen se establece en Argentina y en la actualidad se produce en Uruguay, Colombia, Ecuador y otros países de América Latina. Es un dulce que consiste en dos galletas con manjar de leche o dulce de guayaba en la mitad y cubierto con chocolate o coco. Cuando el proceso se realiza manualmente se requiere una gran cantidad de trabajo por parte de los trabajadores. Adicionalmente, es muy complicado garantizar la calidad del producto usando un proceso manual artesanal. En un negocio local, los alfajores son producidos de manera artesanal; sin embargo, gracias al sabor y la calidad del producto se ha

---

<sup>1</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa>

encontrado un nicho de mercado en el cual la demanda es tal que una mayor capacidad de producción es indispensable.

En la ciudad de Quito desde el año 2005 se estableció un negocio artesanal, alfajores Chavela, para fabricar alfajores de maicena con manjar de leche con el objetivo de venderlos a familiares y amigos bajo pedido. Desde el año 2005, cuando se realizaba un máximo de doscientos (200) alfajores por pedido el negocio ha ido creciendo hasta llegar a su capacidad máxima. Hoy en día se tienen pedidos de hasta nueve mil (9000) alfajores lo que sobrepasa la capacidad de las personas para cumplir con los procesos que se realizan durante la elaboración del producto. Por esto, desde un punto de vista de ingeniería, se encontró un problema que se debe solucionar para simplificar la vida de la persona que elabora los alfajores. A través de la ingeniería mecánica serán diseñados dispositivos para simplificar el trabajo, aumentar la producción y mantener y garantizar la calidad del producto.

El objetivo de este trabajo es diseñar los dispositivos mecánicos que serán utilizados en alfajores Chavela, mejorando y simplificando los procesos que se realizan en la elaboración de alfajores. Se buscará una solución para reducir el tiempo de producción, aumentando la productividad con diseños de bajo costo que permitan reducir la cantidad de trabajo que realiza la persona encargada de hacer los alfajores. Adicionalmente se debe establecer claramente que no se buscan procesos continuos ya que no se pretende industrializar todo el proceso, sino solamente subprocesos puntuales.

## **2.1 Elaboración de alfajores**

La elaboración de alfajores consiste en una serie de pasos que se deben seguir. En el anexo 1 se muestra una receta para hacer alfajores. Los alfajores que se realizan en el negocio al que se aplicará la tesis siguen un proceso similar pero no se pudo otorgar la receta original utilizada.

Es importante mencionar que dentro de la elaboración existen varios procedimientos que se deben realizar, los principales son:

- Elaboración de la masa.
- Elaboración de las galletas
- Armado del alfajor

Cada uno de estos procedimientos principales tiene subprocesos que requieren gran cantidad de tiempo y trabajo. El proceso global se muestra en el diagrama bloque que se presenta en la figura 1.

## PROCESO: Elaboración de alfajores

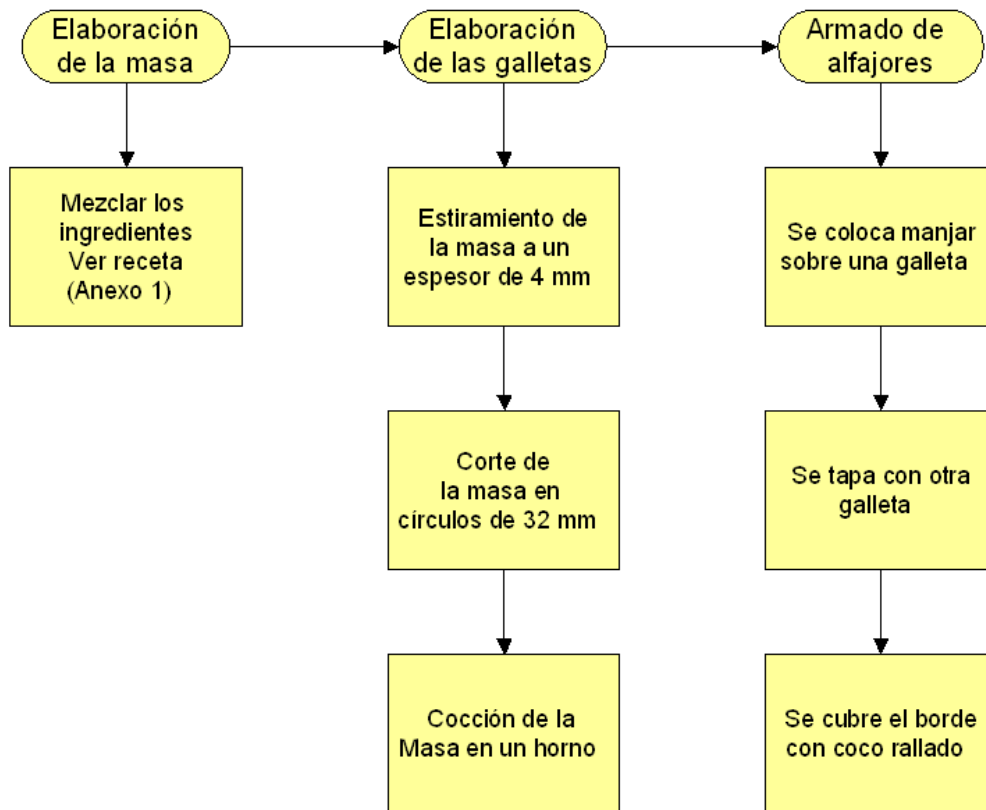


Figura 1. Diagrama Bloque

### 2.2 Procesos que pueden ser mejorados

Cabe mencionar que estos procesos fueron sugeridos por la persona encargada de alfajores Chavela, con quien tuvimos una entrevista (Ver anexo 2) y fue parte fundamental en el desarrollo del trabajo.

*Estiramiento de la masa:* una vez que la masa está lista, esta debe ser estirada antes de ser cortada para obtener las galletas. El estiramiento de masa es uno de los procesos que



serán mejorados ya que es uno de los procesos más cansados cuando se lo realiza manualmente como menciona la persona encargada de alfajores Chavela. “Cuando se utiliza el bolillo para estirar la masa, luego de la cuarta estirada se hace duro y cansado.”<sup>2</sup> Es importante mencionar que una (1) masa, equivalente a una medida en la receta, produce ciento sesenta (160) galletas. Se debe estirar diez (10) veces para obtener un espesor deseado de 4mm. En la sección 3 de dispositivos de estiramiento se detallará las posibles opciones para cumplir el procedimiento incluyendo la opción actual (un bolillo). Cuando se piensa en estirar la masa se debe tomar la masa echa y darle la forma plana que requieren las galletas, considerando ciertos aspectos de la masa como son la contextura, el peso y la firmeza. La masa de los alfajores es una masa pegajosa, fácil de moldear y estirar y que mantiene la forma dada por un tiempo suficiente para realizar el corte. En la actualidad, el proceso es manual y no se tiene un control sobre el espesor final de la masa. Con el dispositivo diseñado se podrá garantizar que todas las galletas tengan el mismo espesor de manera a mantener una calidad única en todos los productos.

*Corte de masa:* una vez que se tiene estirada la masa con las especificaciones requeridas se debe cortar la masa en círculos para dar la forma del alfajor. Este proceso es manual y se realiza uno por uno, lo que alarga el proceso. En la sección 4 de dispositivos de corte se detallan los posibles diseños incluyendo el método actual utilizando un anillo simple. Se debe tomar en cuenta ciertos factores importantes al momento de diseñar el sistema de corte. Por ejemplo, la masa es pegajosa y puede quedarse pegada en las cuchillas. Se debe buscar un diseño con materiales aptos para el área de alimentos como es el acero

---

<sup>2</sup> Entrevista realizada en alfajores Chavela.

inoxidable o ciertos plásticos. Dentro de este proceso además de reducir los tiempos de producción y aumentar la producción se va a controlar la calidad en la forma de las galletas. Finalmente, se debe mencionar que no existe desperdicio durante el proceso ya que las sobras entre las galletas se pueden volver a juntar y reciclar en otro procesamiento de masa.

*Aplicación de manjar:* una vez que las galletas están cocidas se puede armar el alfajor. Como se menciona en la receta se debe colocar manjar de leche sobre una de las galletas y taparla con otra. Este proceso se hace de manera manual e individual lo que alarga la elaboración de alfajores. En la sección 5 sobre dispositivos de aplicación de manjar se detallan posibles diseños incluyendo el método actual que consiste en untar el manjar en cada galleta con un cuchillo. Para el diseño final del dispositivo se deben considerar detalles importantes como la textura pegajosa del manjar, la limpieza del dispositivo y los materiales, como se mencionó anteriormente. Finalmente, se debe buscar un diseño que aumente la producción y reduzca la cantidad y los tiempos de trabajo. También con el nuevo diseño se controlará la cantidad de manjar en cada alfajor para mantener una calidad constante.

### **3.1 Dispositivos de estiramiento**

El primer procedimiento que se realiza una vez que se tiene la masa hecha es el estiramiento de la misma. El estiramiento consiste en dar un espesor de cuatro (4) milímetros a la masa que luego será cortada para obtener las galletas. El dispositivo de estiramiento busca garantizar que todos los alfajores tengan un espesor igual, para mantener la calidad del producto.

Entre los posibles diseños para proporcionar el espesor requerido se consideran:

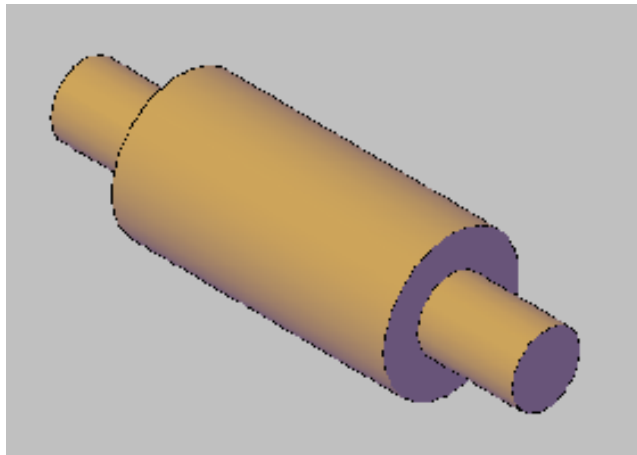
- Bolillo (procedimiento actual)
- Rodillo de traslación
- Rodillos de presión
- Prensa

A continuación se presenta una descripción de cada dispositivo.

### ***3.1.1 Bolillo***

El bolillo como se lo conoce comúnmente es un dispositivo que se utiliza en la pastelería para aplanar masas. Es un rodillo de madera que se opera manualmente. (Ver figura 2).

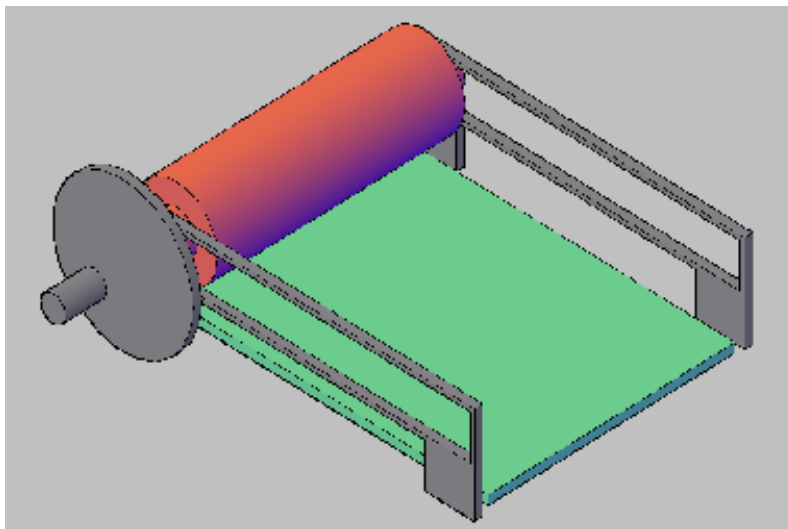
Se coloca la masa con harina en un mesón y se aplasta con el bolillo a medida que este va girando. Es importante mencionar que la fuerza que se requiere para completar el proceso es completamente generada por la persona encargada del oficio.



**Figura 2.** Bolillo (sistema actual)

### ***3.1.2 Rodillo de traslación***

El rodillo de traslación busca simplificar el proceso a través de un mecanismo que permita a un rodillo, similar al bolillo, desplazarse encima de una masa. El rodillo será guiado en rieles que determinan el espesor requerido. Una transmisión piñón-cremallera permite accionar el dispositivo por medio de una manivela. (Ver figura 3). Los mecanismos pretenden reducir la fuerza requerida por parte del operario para completar el trabajo y según las dimensiones del rodillo y la base se puede estirar mayor cantidad de masa.

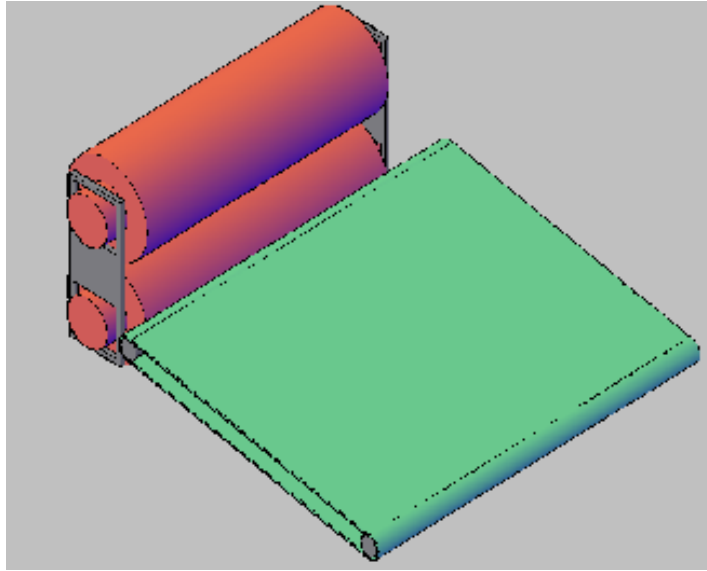


**Figura 3.** Rodillo de traslación

### ***3.1.3 Rodillos de presión***

Conjunto de dos rodillos paralelos separados cuatro milímetros por donde pasará la masa que será estirada. Por el un lado ingresa la masa, luego es aplanada entre los rodillos y sale por el lado apuesto con el espesor requerido. (Ver figura 4). Próximamente, se

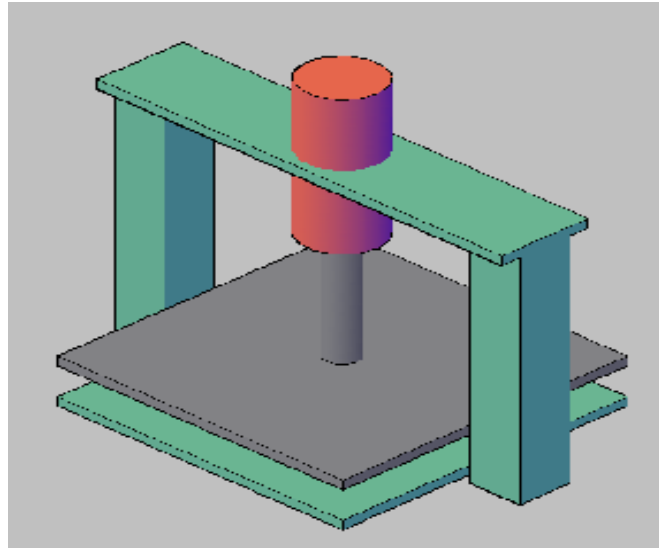
definirá si se incluye una banda transportadora o si el operario debe ir recogiendo la masa estirada como procedimiento complementario a los rodillos de presión.



**Figura 4.** Rodillos de presión

### ***3.1.4 Prensa***

Con un concepto diferente se piensa utilizar una prensa. El efecto de la fuerza generada debe ser suficiente para dejar la masa del espesor requerido de cuatro milímetros. (Ver Figura 5). El accionamiento de la prensa puede ser manualmente o a través de un pistón neumático o hidráulico.



**Figura 5.** Prensa

### **3.2 Selección de dispositivo de estiramiento**

Una vez que se tienen los posibles prediseños que se pueden utilizar para el estiramiento de la masa debemos dividir la clasificación en dos aspectos:

- **Funcionabilidad:** quiere decir que el dispositivo seleccionado cumple con los requerimientos del cliente de estirar la masa a un espesor de 4mm.  
Adicionalmente debemos considerar cual es la productividad, costo y cual de los posibles prediseños se adapta mejor a las necesidades y capacidades del cliente.
- **Accionamiento:** cada uno de los dispositivos anteriores funciona mediante diferentes métodos de accionamiento. En el aspecto de funcionamiento se analizará cual debe ser el sistema de accionamiento (manual, eléctrico, mecánico o neumático) de los sistemas que serán designados para su diseño y construcción. Dentro del accionamiento debemos considerar el costo, ergonomía, productividad y ensamblaje.

### 3.2.1 Funcionabilidad

Una vez que tenemos los dispositivos de estiramiento debemos considerar cuales cumplen con los requerimientos del cliente de la mejor manera bajo los siguientes parámetros:

- Costo: costo se refiere a la construcción e implementación del nuevo sistema. Se calificará a cada uno de los diseños en una escala de cuatro puntos, siendo el dispositivo más barato el que reciba una calificación de cuatro y a medida que el costo aumenta, el puntaje disminuye.

El costo es mínimo para el procedimiento actual (un bolillo cuesta en el mercado aproximadamente veinte (20) dólares.

Por otro lado, la construcción del sistema piñón-cremallera puede aumentar el costo de construcción del sistema de rodillo de traslación a setenta (60) dólares. Estos 60 dólares corresponden a un rodillo de duralón de 2 pulgadas de diámetro y 30 cm de largo. El costo del duralón es de 50 centavos por cada cm en dos pulgadas de diámetro. Y 45 dólares para el sistema piñón-cremallera. Este es un valor referencial que debe ser ratificado cuando se tenga el diseño final del dispositivo.

De igual manera la construcción de rodillos y el sistema de integración de los rodillos de presión puede costar aproximadamente ochenta (80) dólares.

Correspondientes a sesenta dólares de los rodillos y veinte dólares para las piezas de integración.

Finalmente, una plancha de hierro y los sistemas de integración de la prensa puede llegar a costar aproximadamente ochenta (80) dólares. De esta manera

tenemos un costo aproximado de cada uno de los sistemas, según los cuales recibirán su calificación en la tabla No. 1. (ver p.16)

Es importante mencionar que los valores son estimaciones y no incluyen el sistema actuador simplemente los elementos requeridos para cumplir con la función de cada dispositivo.

- Productividad: el tiempo de producción que representa la productividad se considera como el tiempo aproximado para estirar una (1) masa, lo que tendría un efecto considerable en una jornada de trabajo. Se considera una escala de cuatro (4) puntos. Nuevamente el dispositivo que realiza la mayor producción recibirá la máxima calificación de 4.

Es importante mencionar que los valores utilizados para determinar la calificación fueron determinados bajo experimentación en tiempo real con una masa.

De esta manera y según el funcionamiento de cada uno de los prediseños se puede predecir que la mayor productividad corresponde a los rodillos de presión. Según el diseño de este dispositivo se puede tener una producción continua de masa estirada, lo que en una jornada de trabajo logra la mayor productividad. Por lo tanto esta recibe una calificación de 4. Luego tiene una calificación de 3, la prensa. Esto se debe a que en cada ejecución se logra estirar una masa completa y se tomaría aproximadamente 1 minuto o menos. Por otro lado, el rodillo de traslación tomaría mas de 1 minuto y es un proceso discontinuo que no pudiera alcanzar la productividad de una jornada de trabajo de los rodillos de presión. Además debido al mecanismo piñón-cremallera se realizará el trabajo en menor



tiempo comparado con el bolillo. Por eso reciben una calificación de 2 y 1 respectivamente el rodillo de traslación y el bolillo.

- Adaptabilidad: Tomando en cuenta la estructura del negocio del cliente debemos considerar cual de los dispositivos se adapta mejor al negocio. Según se pudo constatar se requiere un dispositivo que haga el trabajo rápido y fácil. Rápido; considerando que estirar una masa se logre en el menor tiempo posible. Por otro lado, fácil considerando que el empleado no tiene ningún tipo de experiencia. Adicionalmente, se tiene el requerimiento de que el proceso no es continuo. La discontinuidad del proceso se debe considerar en la adaptabilidad, y que la producción se realiza bajo pedido y no se tiene la producción continua durante las jornadas de trabajo. De esta manera el tener un proceso continuo llegaría a ser un problema para la producción total ya que generaría un cuello de botella donde se acumule la masa estirada antes del corte y la cocción.

Tomando en cuenta los tres sub-parámetros de adaptabilidad se considera que el más adaptable de todos los dispositivos es la prensa. Esto se debe a que es rápido, fácil de usar y se adapta de mejor manera al negocio. Primero, es rápido porque puede alcanzar a estirar una masa completa en un solo movimiento. Además, es fácil de usar ya que solamente se debe accionar el sistema actuador para que la prensa cumpla sus funciones y por lo tanto no se requiere de trabajo o experiencia para lograr su funcionamiento. Adicionalmente, es un procedimiento discontinuo por lo que se puede utilizar una o varias veces según requiera la producción, evitando cuellos de botella en los procesos siguientes.

Por otro lado, tenemos el rodillo de traslación este dispositivo cumple con la discontinuidad y la facilidad de uso en buena medida. Es un proceso discontinuo que permite, al igual que la prensa, trabajar en una o varias masas según requiera la producción. De igual manera simplemente requiere su activación (manual o automática, que se definirá en la siguiente etapa) para cumplir la función. Pero es un dispositivo que requiere mas de un movimiento para completar toda la masa y de esta manera su calificación será menor que la prensa.

De igual manera, el bolillo siendo el procedimiento actual cumple ciertos aspectos de adaptabilidad. En un principio el bolillo era el dispositivo con mayor adaptabilidad, pero con los nuevos criterios y requerimientos del cliente ha perdido su adaptabilidad. Esto se debe a que a pesar de cumplir con la cualidad de discontinuidad, es un proceso lento y que requiere cierto tipo de experiencia.

Como se ha podido conocer el estirar la masa con un bolillo tarda aproximadamente entre 8 y 10 minutos. Adicionalmente, conocemos que el proceso es manual, y que requiere fuerza de trabajo y un poco de experiencia para poder cumplir con el requerimiento final del espesor regular.

Finalmente, los rodillos de presión han quedado relegados al último lugar de la calificación. Esto a pesar de ser un dispositivo fácil de usar, porque solo se requiere activar el dispositivo para completar el trabajo. Además es un diseño con alta productividad a pesar de no ser tan rápido como la prensa. Pero el mayor problema se debe a la continuidad del dispositivo. Los rodillos de presión son un diseño con producción continua que permite tener la alta productividad mencionada anteriormente, que no cumplen con la continuidad.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la calificación para cada uno de los aspectos presentados.

Característica	Valor %	Bolillo		Rodillo de traslación		Rodillo de presión		Prensa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	25	4	1	3	0.75	1	0.25	1	0.25
Productividad	40	1	0.4	2	0.8	4	1.6	3	1.2
Adaptabilidad	35	2	0.7	3	1.05	1	0.35	4	1.4
Puntaje	100		2.1		2.6		2.2		2.85
Clasificación		4		2		3		1	
Continúa?		NO		NO		NO		SÍ	

**Tabla No.1** Proceso de selección de dispositivos de estiramiento

Se decidió considerar los porcentajes mostrados en la tabla No.1 debido a su importancia.

Bajo las especificaciones del cliente se estableció que la productividad debía ser el parámetro más importante (40%). De igual manera se decidió dar un poco más de importancia a la adaptabilidad ya que incluía tres sub-parámetros (35%). Finalmente, el costo tuvo la menor importancia (25%), a pesar de ser un parámetro muy importante en las especificaciones del cliente. Esto se debe a que los costos estimados de los diseños llegaron a ser inferiores a ciento cincuenta (150) dólares en todos los casos, lo que no llega a ser ni un salario mínimo (\$170). Esto quiere decir que es justificado construir un dispositivo que realice más rápido el trabajo que un empleado solo dedicado a estirar la masa. Es importante mencionar que posteriormente en este trabajo se realizará un análisis de factibilidad sobre los costos finales que se requieren para la implementación de los dispositivos finales.

Luego de este análisis se pudo definir que el prediseño que sigue en el desarrollo es la prensa. Esto se debe a que el sistema de prensado logró tener la mayor calificación (2.85) bajo el sistema de evaluación. Se debe mencionar que a pesar de ser un dispositivo costoso esto se ve justificado por su productividad y adaptabilidad. Por otro lado, se tuvo que descartar los rodillos de presión principalmente debido a su continuidad que lo perjudicaba en adaptabilidad, a pesar de ser el dispositivo más productivo. Finalmente, quedaron eliminados tanto el bolillo como el rodillo de traslación debido a que no logran presentar mayores ventajas en los criterios decisivos de la evaluación.

### **3.2.2 Accionamiento**

Como se mencionó en el inicio de la sección 3.2 se definirá el dispositivo que será diseñado mediante dos etapas de evaluación. La primera de funcionabilidad (sección 3.2.1) donde se buscó obtener el mejor sistema para completar las funciones requeridas por el cliente bajo los parámetros establecidos. De la sección 3.2.1 se logró definir que la prensa es el mejor sistema para satisfacer los requerimientos del cliente. Ahora, en la sección de accionamiento (sección 3.2.2) se definirá cual es el sistema más conveniente para activar la prensa. Serán evaluados los sistemas, manual, neumático e hidráulico bajo los siguientes parámetros:

- Costo: se refiere a la construcción e implementación del nuevo sistema. Esto quiere decir el costo de construir una prensa manual, neumática o hidráulica. A pesar que el costo fijo del sistema no se puede conocer con seguridad sino hasta realizar el diseño final con la fuerza requerida por la prensa podemos definir claramente que la prensa manual es la de menor costo. Seguida por la prensa

neumática y finalmente la prensa hidráulica. De esta manera podemos calificar con un 3, 2 y 1 respectivamente al proceso manual, neumático e hidráulico.

- Ergonomía:

*Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina.*<sup>3</sup>

Como lo dice la definición, la ergonomía incluye la interacción del operario y el dispositivo. Si esta interacción es simple, cómoda y fácil para el operario el dispositivo recibe el máximo valor en su calificación de tres (3). Y a medida que el dispositivo requiere mayor o más complicada interacción por parte del operario su calificación ira disminuyendo. Por un lado, tenemos a la prensa manual la cual requiere una fuerza considerable por el operario y un trabajo un poco más laborioso, por lo tanto recibe una calificación mínima de 1. Por otro lado, la prensa neumática e hidráulica solamente requieren la activación de la prensa para completar el trabajo. En estos casos el sistema realiza el 100% de la fuerza requerida para completar el trabajo. Por eso existe un empate entre la prensa neumática e hidráulica que reciben la puntuación perfecta (3) ya que solamente requieren activar el dispositivo ya sea a través un botón, pedal o palanca.

- Productividad: el parámetro de producción es directamente proporcional al tiempo de producción. Si el dispositivo realiza el trabajo en un corto tiempo, se puede producir mayor cantidad en una jornada de trabajo. Ya que el dispositivo seleccionado (la prensa) es discontinuo, entonces buscamos el sistema que realiza más rápido el prensado de una masa. Entonces tendrá el puntaje máximo de tres (3) puntos las prensas neumática e hidráulica ya que realizan el trabajo en menos

---

<sup>3</sup> [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=ergonomia](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=ergonomia)

- de un minuto, que representa el tiempo que se demora en llegar el pistón a su posición final. Y si el sistema manual toma mayor tiempo de producción y por lo tanto reduce su productividad recibirá un 1.
- Ensamblaje: en el ensamblaje se toma en cuenta el tiempo y complejidad de construir y poner en marcha el dispositivo. Este parámetro es calificado exclusivamente por la persona encargada de la construcción. Y recibirá una calificación de tres (3) puntos para la prensa manual, ya que para el constructor es más rápido y fácil de construir y poner en marcha. Luego calificó de menor complejidad la construcción del sistema neumático (2 puntos). Finalmente, según el ingeniero encargado, la prensa hidráulica demuestra una posible mayor complejidad en su ensamblaje (1 puntos).<sup>4</sup>

La calificación de los sistemas bajo los distintos parámetros se muestran en la tabla No.2. En esta tabla además se cuantificó la importancia de cada uno de los parámetros, que recibieron un 30% costo, 25% ergonomía, 30 % productividad y 15% ensamblaje. Esto se debe a que el costo es un factor muy importante ya que la diferencia de costos entre los distintos sistemas puede ser determinante. Por otro lado, la productividad consigue el mismo porcentaje (30%) debido a que uno de los objetivos principales es mejorar la productividad bajo los requerimientos del cliente. La ergonomía es un poco menos importante pero mantiene su (25%) ya que como se definió en el proceso de selección anterior se busca un dispositivo rápido y fácil. Finalmente, el ensamblaje no tiene un efecto determinante ya que la construcción será designada en su mayoría.

---

<sup>4</sup> Estos valores fueron determinados por el Ing. Isaac Peñaherrera quien realizará la construcción de los dispositivos.

Característica	Valor %	Manual		Neumático		Hidráulico	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	30	3	0.9	2	0.6	1	0.3
Ergonomía	25	1	0.25	3	0.75	3	0.75
Productividad	30	1	0.3	3	0.9	3	0.9
Ensamblaje	15	3	0.45	2	0.3	1	0.15
	100		1.9		2.55		2.1
Clasificación		3		1		2	
Continua?		NO		SÍ		NO	

**Tabla No. 2** Proceso de selección del sistema para dispositivos de estiramiento

Una vez terminado el proceso de selección de diseño se ha llegado a la conclusión de que el dispositivo que mejor se adapta a las condiciones y que presenta los mejores resultados y ventajas es la prensa neumática. Es importante mencionar que la prensa en si fue seleccionada en la sección 3.2.1 y en la sección 3.2.2 definimos cual sería el mejor tipo de accionamiento para la prensa para conseguir los resultados deseados. Cabe recalcar que los costos de la prensa neumática serán analizados una vez que se tenga el diseño final requerido, y luego se realizará un análisis de factibilidad para determinar su viabilidad.

#### 4.1 Dispositivos de corte

Como se mencionó anteriormente uno de los procesos que se deben cumplir en la elaboración de alfajores es cortar la masa para generar las galletas. Una vez que la masa ha sido estirada y tiene el espesor establecido se procede a cortar círculos de treinta y dos (32) milímetros de diámetro. Luego, las galletas serán horneadas. El proceso de corte de masa es uno de los más tediosos y que toma mayor cantidad de tiempo durante la fabricación. Por esto se toma en cuenta varios diseños que podrían mejorar los tiempos de

producción y garantizar la calidad. Dentro del análisis se tomará en cuenta el procedimiento actual, el cual consiste en un cortador individual de masa para cortar las galletas.

Dentro de los diseños para cumplir el procedimiento se encuentran:

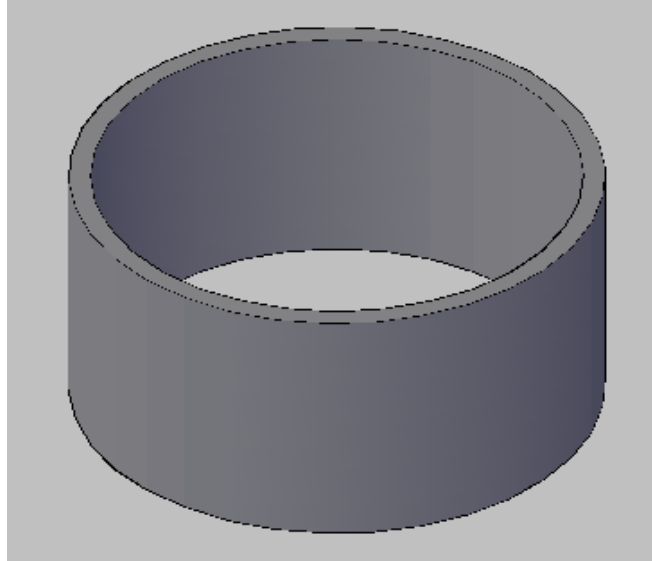
- Cortador simple
- Cortador múltiple
- Extrusor de masa

A continuación se presenta una descripción de cada dispositivo y el proceso de selección de diseño.

#### **4.1.1 Cortador simple**

El cortador simple es utilizado en el proceso actual. Consiste en un cilindro hueco que dará forma a las galletas. (Ver Figura 6). El cilindro debe tener las siguientes medidas: diámetro interno de treinta y dos (32) milímetros. Y puede estar hecho de plástico, aluminio o acero inoxidable. Incluso puede ser reemplazado por una copa o vaso de vidrio con las medidas requeridas. Una vez que se tiene el cilindro o cortador individual simplemente se presiona contra la masa extendida y se corta las galletas una por una.

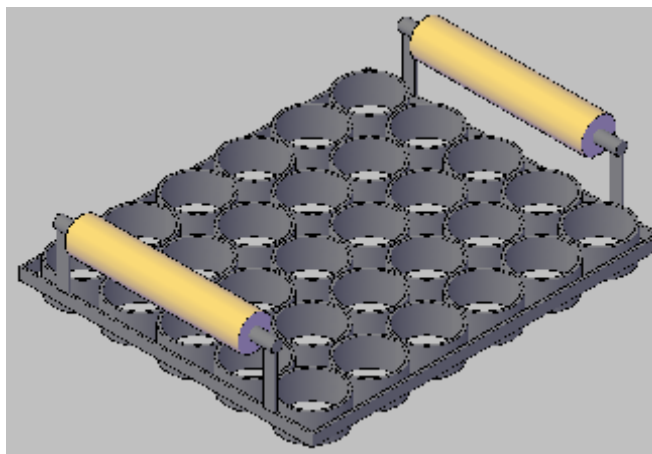




**Figura 6.** Cortador simple

#### **4.1.2 Cortador Múltiple**

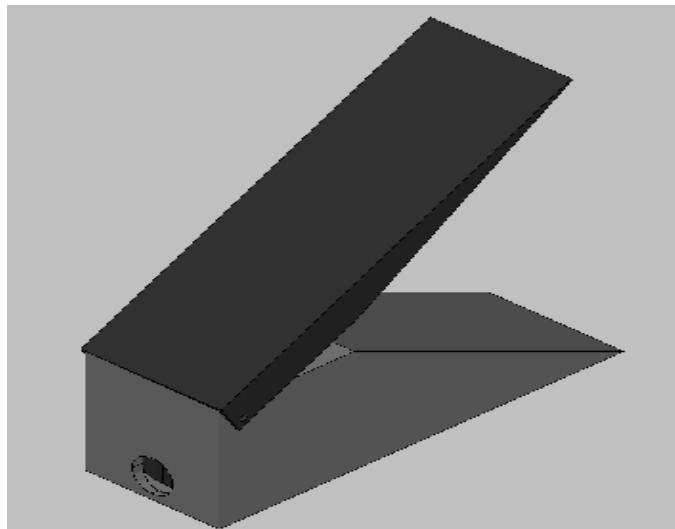
El cortador múltiple es el primer diseño sugerido para reemplazar al actual cortador individual. Consiste en unir un número establecido de cortadores individuales de acero inoxidable. Asimismo se sugiere que se suelden entre sí, y sean encerrados por un borde. (Ver figura 7). El cortador múltiple se debe presionar contra la masa extendida para cortar el mayor número de galletas en cada acción.



**Figura 7.** Cortador múltiple

### 4.1.3 Extrusor de masa

La idea del siguiente diseño fue inspirada de los juguetes de plastilina “Play-Doh” donde a través de un perfil se pasa plastilina y esta toma la forma del perfil. Entonces el diseño consiste en pasar la masa por un perfil redondo de las medidas requeridas para hacer las galletas. (Ver figura 8). Posteriormente se puede cortar el espesor requerido de las galletas o se puede hacer cortes a medida que la masa vaya saliendo.



**Figura 8.** Extrusor de masa

### 4.2 Selección de dispositivo de estiramiento

Ahora que se tienen los prediseños que se pueden utilizar para el corte de la masa y dar forma a las galletas debemos dividir la clasificación en dos aspectos.

- **Funcionabilidad:** quiere decir que el dispositivo seleccionado cumple con los requerimientos del cliente de cortar la masa y formar una galleta de 32mm de

diámetro. Además debemos considerar cual es la productividad, costo y cual de los posibles prediseños cumple mejor con los requerimientos del cliente.

- **Accionamiento:** En este aspecto se analizará cual debe ser el sistema de accionamiento (manual, eléctrico, mecánico o neumático) del sistema elegido que será designado para su diseño y construcción. Para el accionamiento debemos considerar el costo, productividad, ergonomía y ensamblaje.

### **4.2.1 Funcionabilidad**

Una vez que tenemos los dispositivos de corte debemos considerar cuales cumplen con los requerimientos del cliente de la mejor manera bajo los siguientes parámetros:

- **Costo:** costo se refiere a la construcción e implementación del nuevo sistema. Se calificará a cada uno de los diseños en una escala de tres puntos. Siendo el dispositivo más barato el que reciba una calificación de tres y a medida que el costo aumenta, el puntaje disminuye.

El costo es mínimo para al procedimiento actual (una copa de vidrio que cuesta 5 dólares). De esta manera recibe una calificación máxima de 3.

Por otro lado, la construcción del sistema extrusor será superior debido a que se requiere moldear el plástico.

Finalmente, el cortador múltiple debe ser realizado de una plancha de acero inoxidable que en el mercado tiene un costo de 150 dólares. De esta manera tenemos un costo aproximado de cada uno de los sistemas, según los cuales recibirán su calificación en la tabla No. 3. (ver p.27)

- **Productividad:** el tiempo de producción que representa la productividad se considera como el tiempo aproximado para cortar una (1) masa (equivalente a 160 galletas) lo que posteriormente tendría un efecto considerable en una jornada de trabajo. Se considera una escala de tres (3) puntos. Nuevamente el dispositivo que presenta la mayor producción recibirá la máxima calificación de 3 e irán disminuyendo su calificación proporcionalmente como baja la productividad. De esta manera y según el funcionamiento de cada uno de los prediseños se puede asegurar que la mayor productividad corresponde al cortador múltiple. Ya que realiza el corte de las galletas en mayor número en cada acción. Se podría decir que corta 160 galletas en un segundo, si el diseño tiene 160 cuchillas. Esto se debe a que a través de experimentación, se pudo comprobar que se requiere 1 segundo para cortar la masa. Por lo tanto, este recibe una calificación de 3. A diferencia, del cortador múltiple el cortador simple tomaría 160 segundos ya que requiere realizar el proceso 160 veces. Y por lo tanto recibe una calificación de 2. Finalmente el extrusor tiene una calificación mínima de 1 ya que requiere los 160 segundos para cortar cada galleta pero adicionalmente un tiempo para extruir la masa y dar la forma circular requerida por las galletas. Estos resultados se muestran en la tabla No. 3. (ver p.27)
- **Adaptabilidad:** Tomando en cuenta la estructura del negocio del cliente debemos considerar cual de los dispositivos se adapta mejor al negocio. Según se pudo constatar se requiere un dispositivo que haga el trabajo rápido y fácil. Rápido, tratando de cortar 160 galletas en el menor tiempo posible. Por otro lado, fácil

considerando que el empleado no tiene ningún tipo de experiencia.

Adicionalmente, se tiene el requerimiento de que el proceso no es continuo. La discontinuidad del proceso se debe considerar en la adaptabilidad, como se mencionó en la sección 3.2.1.

Tomando en cuenta los tres sub-parámetros de adaptabilidad como se consideró en la sección 3.2.1 se considera que el cortador múltiple es el más adaptable. Esto se debe a que es rápido, fácil de usar y se adapta de mejor manera al negocio.

Primero, es rápido porque alcanza a cortar 160 galletas en 1 segundo. Además, es fácil de usar ya que solamente se debe accionar el sistema actuador para que las cuchillas cumplan sus funciones y por lo tanto no se requiere trabajo o experiencia para lograr su funcionamiento. Adicionalmente, es un procedimiento discontinuo por lo que se puede utilizar una o varias veces según requiera la producción, evitando cuellos de botella en los procesos siguientes. Es importante mencionar que siempre se deben cortar mínimo 160 galletas debido a que una masa es la cantidad mínima que se debe realizar.

Asimismo tenemos el cortador individual este dispositivo cumple con la discontinuidad y la facilidad de uso en la misma medida que el cortador múltiple. Pero es un dispositivo que tardará 160 segundos para cortar las galletas equivalentes a una masa por lo que su calificación será inferior a la del cortador múltiple.

Finalmente el extrusor de masa. Recibe la calificación mínima. Esto se debe a que toma mayor cantidad de tiempo que los prediseños anteriores. Además es un proceso más complicado ya que el operario debe establecer el espesor de las

galletas a medida que se realizan los cortes. Adicionalmente, es un proceso continuo, ya que la masa puede ir saliendo continuamente del extrusor a medida que se siga alimentando la masa.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la calificación para cada uno de los aspectos presentados.

Característica	Valor %	Individual		Múltiple		Extrusor de masa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	25	3	0.75	2	0.5	1	0.25
Productividad	40	2	0.8	3	1.2	1	0.4
Adaptabilidad	35	2	0.7	3	1.05	1	0.35
Puntaje	100		2.25		2.75		1
Clasificación		2		1		3	
Continua?		NO		SÍ		NO	

**Tabla No.3** Proceso de selección de dispositivos de estiramiento

Se decidió considerar los porcentajes mostrados en la tabla No.3 iguales a los mostrados en la Tabla No.1 ya que se analizan los mismos parámetros bajo los mismos requerimientos del cliente. Siendo la productividad el parámetro más importante (40%), la adaptabilidad que incluía tres sub-parámetros (35%) y el costo la menor importancia (25%).

Luego de este análisis se definió que el prediseño que continúa es el cortador múltiple. Esto se debe a que tiene la mayor calificación (2.75) en la evaluación. Es importante mencionar que este recibió la mayor calificación en dos aspectos importantes de la evaluación. Y solamente recibió una calificación de 2 en el costo, que una vez se tenga en diseño final se comprobara la viabilidad del diseño. Asimismo debemos mencionar que el

extrusor de masa demostró ser el peor de los sistemas ya que recibió la calificación más baja en todos los parámetros.

#### **4.2.2 Accionamiento**

Como se mencionó en el inicio de la sección 4.2 se definirá el dispositivo que será diseñado mediante dos etapas de evaluación. La primera de funcionalidad (sección 4.2.1) donde se definió que el cortador múltiple es el mejor sistema para satisfacer los requerimientos del cliente. Ahora, en la sección de accionamiento (sección 4.2.2) se definirá cual es el sistema más conveniente para activar el cortador múltiple. Serán evaluados los sistemas, manual, neumático e hidráulico bajo los siguientes parámetros:

- Costo
- Ergonomía
- Productividad
- Ensamblaje

Debido a que los sistemas que serán evaluados son los mismos que fueron analizados en la sección 3.2.2 y los parámetros son los mismos, se utilizarán los mismos resultados. Es importante mencionar que esto se puede realizar debido a que el cortador múltiple y la prensa funcionan bajo el mismo principio. En la prensa se busca comprimir la masa a través de aplicar una fuerza en una superficie que entrará en contacto con la masa; y el cortador múltiple requiere una fuerza que presione las cuchillas en contra de la masa para lograr el corte. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla No.4. (ver p.29)

Característica	Valor %	Manual		Neumático		Hidráulico	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	30	3	0.9	2	0.6	1	0.3
Ergonomía	25	1	0.25	3	0.75	3	0.75
Productividad	30	1	0.3	3	0.9	3	0.9
Ensamblaje	15	3	0.45	2	0.3	1	0.15
	100		1.9		2.55		2.1
Clasificación		3		1		2	
Continua?		NO		SÍ		NO	

**Tabla No. 4** Proceso de selección del sistema para dispositivos de corte

Una vez que se realizó la evaluación para los dispositivos de corte se definió que el cortador múltiple neumático es el prediseño final que continuará en el proceso de diseño. Esto se debe a que demostró ser fácil de usar, aumenta la productividad y su sistema de accionamiento mejora las cualidades del diseño. Es importante mencionar que mas adelante cuando se defina el diseño final se realizará un análisis de viabilidad para definir la construcción y puesta en marcha del dispositivo.

## 5.1 Dispositivos de aplicación de manjar

Una vez que se tiene las galletas horneadas se arman los alfajores. Se coloca una cantidad establecida de manjar de leche y luego se tapa con otra galleta. Debido a la fragilidad de las galletas el tapado debe ser realizado manualmente. Pero la colocación del manjar se puede industrializar para mejorar el proceso y aumentar la producción. Además si se industrializa el proceso de colocación de manjar se mantiene constante la cantidad de manjar que se coloca en toda la producción, para mantener una calidad y unificación en los alfajores. Dentro de los dispositivos de manjar se pretende evaluar:

- Cuchillo (sistema actual)



- Dispensador simple
- Dispensador múltiple

### **5.1.1 Cuchillo**

En la actualidad se realiza la colocación de manjar manualmente con un cuchillo.

Básicamente una persona unta el manjar con un cuchillo en cada una de las galletas base y se tapan.

### **5.1.2 Dispensador Simple**

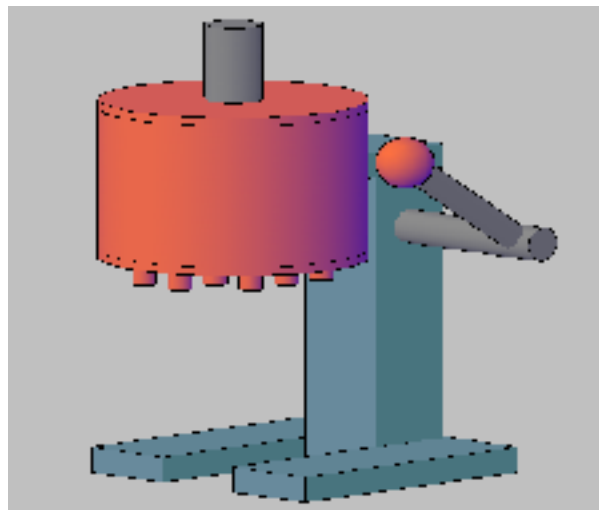
El primer dispositivo alternativo al sistema actual es un dispensador simple (una manga pastelera) común. Esta consiste en un contenedor de manjar. El contenedor puede ser cilíndrico o como una bolsa. Dentro de este contenedor se encuentra el manjar que será expulsado por una boquilla en la parte inferior. (Ver figura 9). Se posiciona la boquilla sobre la galleta y se deposita una cantidad establecida de manjar.



**Figura 9.** Manga Pastelera

### 5.1.3 Dispensador múltiple

Este diseño busca solucionar los problemas que se presentan en los diseños anteriores para cumplir con las necesidades del usuario. Básicamente es un dispensador gigante con varias boquillas. De esta manera se busca que cada acción realizada por el dispositivo aumente el número de galletas con manjar comparado con los sistemas individuales. (Ver figura 10).



**Figura 10.** Dispensador múltiple

## 5.2 Selección de dispositivo de aplicación de manjar

Una vez que se tienen los prediseños de los dispositivos para la aplicación de manjar debemos dividir la clasificación en dos aspectos. Los dispositivos serán analizados en los siguientes aspectos:

- **Funcionabilidad:** quiere decir que el dispositivo coloca la cantidad de manjar que elige el cliente en cada galleta para conformar el alfajor. Donde debemos

considerar cual es la productividad, costo y cual de los prediseños se adapta mejor a los requerimientos del cliente.

- **Accionamiento:** En este aspecto se analizará cual debe ser el sistema de accionamiento (manual, eléctrico, mecánico o neumático) del sistema elegido que será designado para su diseño y construcción. Para el accionamiento debemos considerar el costo, productividad, ergonomía y ensamblaje.

### **5.2.1 Funcionabilidad**

Una vez que tenemos los dispositivos de corte debemos considerar cuales cumplen con los requerimientos del cliente de la mejor manera bajo los siguientes parámetros:

- **Costo:** costo se refiere a la construcción e implementación del nuevo sistema. Se calificará a cada uno de los diseños en una escala de tres puntos. Siendo el dispositivo más barato el que reciba una calificación de tres y a medida que el costo aumenta, el puntaje disminuye.

El costo es mínimo para al procedimiento actual, un cuchillo, cuesta 5 dólares. (ver anexo 5). De esta manera recibe una calificación máxima de 3.

Por otro lado, la manga pastelera cuesta 15 dólares en el mercado. (ver anexo 5).

Finalmente, el dispensador múltiple debe tener un costo mayor al de los diseños anteriores, ya que debe ser construido. El costo final se conocerá cuando se tenga el diseño definitivo si el procedimiento es elegido para su construcción. De esta manera tenemos un costo aproximado de cada uno de los sistemas, según los cuales recibirán su calificación en la tabla No. 5. (ver p.35)

- Productividad: el tiempo de producción que representa la productividad se considera como el tiempo aproximado para colocar manjar en 80 galletas, esto es equivalente a la mitad de las galletas de una masa, lo que posteriormente tendría un efecto considerable en una jornada de trabajo. Se considera una escala de tres (3) puntos. Nuevamente el dispositivo que presenta la mayor producción recibirá la máxima calificación de 3 e irán disminuyendo su calificación proporcionalmente como baja la productividad.

De esta manera y bajo experimentación y aproximación se determinó que el cuchillo utilizado actualmente es el diseño con menor productividad por lo tanto recibe una calificación de 1. Esto se debe a que para colocar el manjar en una galleta se requiere aproximadamente 3 segundos lo que representa aproximadamente 4 minutos en completar las 80 galletas.

Por otro lado, mejorando en un segundo la aplicación de manjar en cada galleta se determinó que se requieren 2 segundos para colocar el manjar utilizando la manga pastelera individual, lo que representa aproximadamente dos minutos y medio para completar todas las galletas. Por lo tanto recibe una calificación de 2.

Finalmente, se puede predecir que la mayor productividad corresponde al dispensador múltiple. Ya que realiza la aplicación de manjar en las galletas en mayor número en cada acción. Se podría decir que aplica el manjar en 80 galletas en dos segundos, si el diseño tiene 80 boquillas. Esto considerando que 1 boquilla del cortador individual requiere 2 segundos para aplicar el manjar en cada galleta. Por lo tanto, este recibe una calificación de 3. Estos resultados se muestran en la tabla No. 5. (ver p.35)

- Adaptabilidad: Tomando en cuenta la estructura del negocio del cliente debemos considerar cual de los dispositivos se adapta mejor al negocio. Según se pudo constatar se requiere un dispositivo que haga el trabajo rápido y fácil, y sea un proceso discontinuo, como se mencionó en las secciones 3.2.1 y 4.2.1. De esta manera se requiere realizar el trabajo en el menor tiempo posible y fácil, considerando que el empleado no tiene ningún tipo de experiencia.

Tomando en cuenta los tres sub-parámetros de adaptabilidad como se consideró en las secciones 3.2.1 y 4.2.1 se considera que el dispensador múltiple es el más adaptable. Esto se debe a que es rápido, fácil de usar y se adapta de mejor manera al negocio. Primero, es rápido porque alcanza aplicar manjar en mayor número de galletas en cada acción. Además, es fácil de usar ya que solamente se debe accionar el sistema actuador para que se aplique el manjar a través de las boquillas. Finalmente, es un procedimiento discontinuo por lo que se puede utilizar una o varias veces según requiera la producción, evitando cuellos de botella en los procesos siguientes.

Asimismo tenemos la manga pastelera individual este dispositivo cumple con la discontinuidad y la facilidad de uso en la misma medida que el dispensador simple. Pero es un dispositivo que tardará 80 veces más que la manga pastelera múltiple para colocar el manjar en el mismo número de galletas por lo que su calificación será inferior a la del cortador múltiple.

Finalmente el cuchillo recibe la calificación mínima. Esto se debe a que toma mayor cantidad de tiempo que los prediseños anteriores. Además es un proceso más complicado ya que el operario debe seleccionar la cantidad de manjar para

colocar en cada galleta. Y de igual manera es un proceso mucho más lento que los prediseños anteriores.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la calificación para cada uno de los aspectos presentados.

Característica	Valor %	Cuchillo		Individual		Múltiple	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	25	3	0.75	2	0.5	1	0.25
Productividad	40	1	0.4	2	0.8	3	1.2
Adaptabilidad	35	1	0.35	2	0.7	3	1.05
Puntaje	100		1.5		2		2.5
Clasificación		3		2		1	
Continúa?		NO		NO		SÍ	

**Tabla No.5** Proceso de selección de dispositivos de estiramiento

Se decidió considerar los porcentajes mostrados en la tabla No.5 para mantener uniformidad a lo largo de la selección de los diseños en cada uno de los procesos, ya que se analizan los mismos parámetros bajo los mismos requerimientos del cliente. Siendo la productividad el parámetro más importante (40%), la adaptabilidad que incluía tres sub-parámetros (35%) y el costo la menor importancia (25%).

Luego de este análisis se definió que el prediseño que continúa es el dispensador múltiple. Esto se debe a que tiene la mayor calificación (2.5) en la evaluación. Es importante mencionar que este recibió la mayor calificación en dos aspectos importantes de la evaluación. Y solamente recibió una calificación de 1 en el costo, que una vez se tenga en diseño final se comprobará la viabilidad del diseño.

### 5.2.2 Accionamiento

Como se mencionó en el inicio de la sección 5.2 se definirá el dispositivo que será diseñado mediante dos etapas de evaluación. La primera de funcionabilidad (sección 5.2.1) donde se definió que la manga pastelera múltiple es el mejor sistema para satisfacer los requerimientos del cliente sobre aplicación de manjar. Ahora, en la sección de accionamiento (sección 5.2.2) se definirá cual es el sistema más conveniente para activar la manga pastelera múltiple. Serán evaluados los sistemas, manual, neumático e hidráulico bajo los siguientes parámetros:

- Costo
- Ergonomía
- Productividad
- Ensamblaje

Debido a que los sistemas que serán evaluados son los mismos que fueron analizados en las secciones 3.2.2 y 4.2.2 y los parámetros son los mismos, se utilizarán los mismos resultados. Cabe mencionar que debido a que el cortador múltiple, la prensa y el dispensador múltiple funcionan bajo el mismo principio, ya que en todo los casos se requiere ejercer una fuerza vertical sobre el dispositivo para su activación. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla No.6. (ver p.37)

Característica	Valor %	Manual		Neumático		Hidráulico	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Costo	30	3	0.9	2	0.6	1	0.3
Ergonomía	25	1	0.25	3	0.75	3	0.75
Productividad	30	1	0.3	3	0.9	3	0.9
Ensamblaje	15	3	0.45	2	0.3	1	0.15
	100		1.9		2.55		2.1
Clasificación		3		1		2	
Continua?		NO		SÍ		NO	

**Tabla No. 6** Proceso de selección del sistema para dispositivos de corte

Una vez que se realizó la evaluación para los dispositivos de aplicación de manjar se definió que el dispensador múltiple neumático es el prediseño final que continuará en el proceso de diseño. El dispensador múltiple neumático consiste en una secuencia de dispensadores simples que serán activadas por un solo pistón neumático al mismo tiempo, en la sección 6.2 se desarrolla el diseño del dispositivo.

## 6 Diseño de sistemas

### 6.1 Dispositivo de estiramiento y corte<sup>2</sup>

Una vez que han sido elegidos los dispositivos de estiramiento y corte de masa se diseñará la máquina final que será construida. Debido a que los procesos de estiramiento y corte de masa son consecutivos se integran en una sola máquina. Asimismo utilizan la masa cruda y el procedimiento de corte viene justo después del estiramiento de la masa. También es importante mencionar que ambos dispositivos seleccionados son neumáticos, ya que la prensa es activada por un pistón neumático así como el cortador. Se pretende dimensionar los siguientes elementos:

<sup>2</sup> El diseño del sistema se realizó bajo la guía y supervisión del Ing. Isaac Peñaherrera.



- Cilindros neumáticos
- Placas de prensado y corte
- Puente para cilindros
- Estructura de integración y soporte

### 6.1.1 Cilindros Neumáticos

A través de pruebas se encontró que la fuerza requerida para estirar la masa a la dimensión requerida de cuatro (4) milímetros es de quinientos cuarenta (540) newton (N) redondeando. Adicionalmente para levantar la prensa se requieren noventa y ocho (98) newton (N). Con estos valores requeridos por el sistema se dimensiona el cilindro. Los cálculos se presentan a continuación.

Para calcular el diámetro interno del cilindro debemos calcular el diámetro del embolo.

Para esto se utiliza la fuerza requerida para comprimir la masa. Y la presión del compresor que trabaja entre cinco (5) y siete (7) bar. Para dimensionar el cilindro tomamos la presión más baja para garantizar su funcionamiento constante.

$$F_{ext} = P * A$$

$$F_{ext} = 55kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 539.55N$$

Donde redondeando se obtuvieron los 540N. Utilizando un factor de seguridad de 5% y redondeando se obtuvo:

$$F = 539.55 * 1.05 = 566.52N$$

$$A = \frac{F_{ext}}{P} = \frac{570N}{0.5 \frac{N}{mm^2}} = 1140.0mm^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} * 1140mm^2} = 38.098mm$$

donde

$F_{ext}$ : fuerza de extensión

P: presión estática

A: área del embolo

Una vez que se tiene el diámetro del embolo que a su vez es el diámetro interno del cilindro debemos encontrar el diámetro del eje del pistón. Para esto consideramos utilizar una fuerza de diez (10) kg equivalente a una plancha de acero inoxidable de 40x40 centímetro y un espesor de 5 mm. En la siguiente sección se confirmará que la plancha de acero de ese espesor aguanta la aplicación de las fuerzas que genera el cilindro.

$$F_{ret} = P * A$$

$$F_{ret} = 10kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 98.1N$$

Utilizando un factor de seguridad de 5% y redondeando los valores obtenemos.

$$F = 98.1 * 1.05 = 103.05N$$

$$A = \frac{F_{ret}}{P} = \frac{105N}{0.5 \frac{N}{mm^2}} = 210mm^2$$

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$d = \sqrt{(38.098mm)^2 - \left(\frac{4}{\pi} * 210mm^2\right)} = 34.4mm$$

donde

$F_{ret}$ : fuerza de retracción

P: presión estática

A: área del embolo sin incluir el eje

Con estos cálculos tenemos las dimensiones mínimas que tendrán los cilindros neumáticos para su funcionamiento satisfactorio.

Tomando como referencia el catalogo de FESTO se requiere un cilindro con las siguientes especificaciones:

Tipo: CRDNG (cilindro de doble efecto)

Diámetro de embolo: 40 mm.

Carrera en mm: 300mm

Amortiguación: PPV (amortiguación regulable en ambos lados)

Este cilindro según el catalogo tiene una fuerza efectiva de 753 N y una fuerza de retroceso de 633 N si trabaja con una presión de 6 bar. Con lo que podemos garantizar su funcionamiento requerido por la máquina.

### **6.1.2 Placas de prensado y corte**

Primero se debe dimensionar las planchas que serán utilizadas en los cilindros de prensado y corte. Se conoce que una (1) masa tiene un volumen de seiscientos (600) centímetros cúbicos (cc). Si se considera que el espesor de los alfajores es de cuatro (4) milímetros se requiere una plancha que tenga un área de mil quinientos (1500) centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>). Por lo tanto una plancha cuadrada de acero inoxidable de cuarenta (40) centímetros seria suficiente. Si consideramos 40cm de largo, 40 cm de ancho y 4 mm del espesor tenemos:

$$40\text{cm} * 40\text{cm} * 0.4 = 640\text{cc}$$

Es suficiente para contener una medida de masa completa.

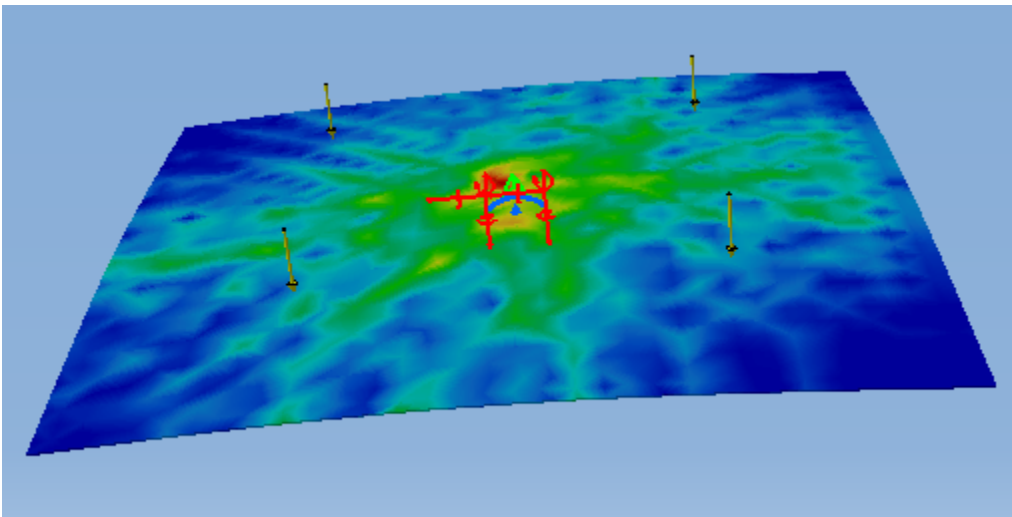
Adicionalmente se debe establecer el espesor de estas placas de acero inoxidable. Se debe analizar las deformaciones y los esfuerzos en estas placas cuando se aplica una fuerza de 800 N, esto corresponde a la fuerza efectiva generada por el pistón mas un factor de seguridad del 5% y redondeada. Se decide establecer un espesor de cinco (5) milímetros. Primero se realizó el análisis de elementos finitos para una placa de acero inoxidable de 1 mm de espesor (sección 6.1.2a).

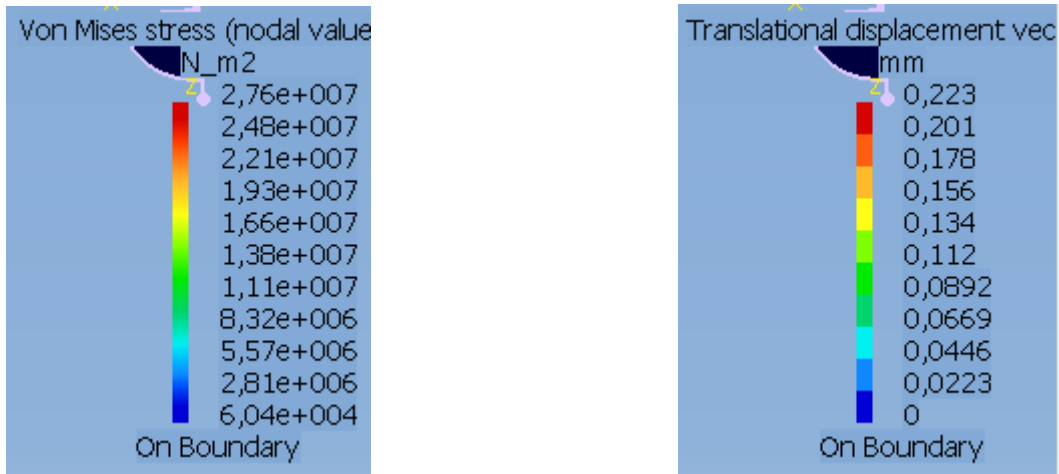
#### *6.1.2a Placa de Acero inoxidable de 1 mm de espesor*

Material: Acero inoxidable

Fuerza: 800N

Factor de amplificación: 100





**Figura 11.** Análisis elementos finitos placa de acero inoxidable 1mm

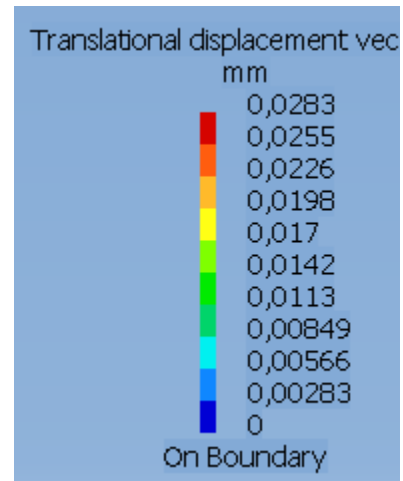
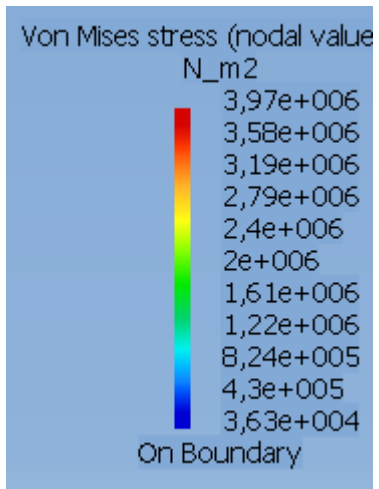
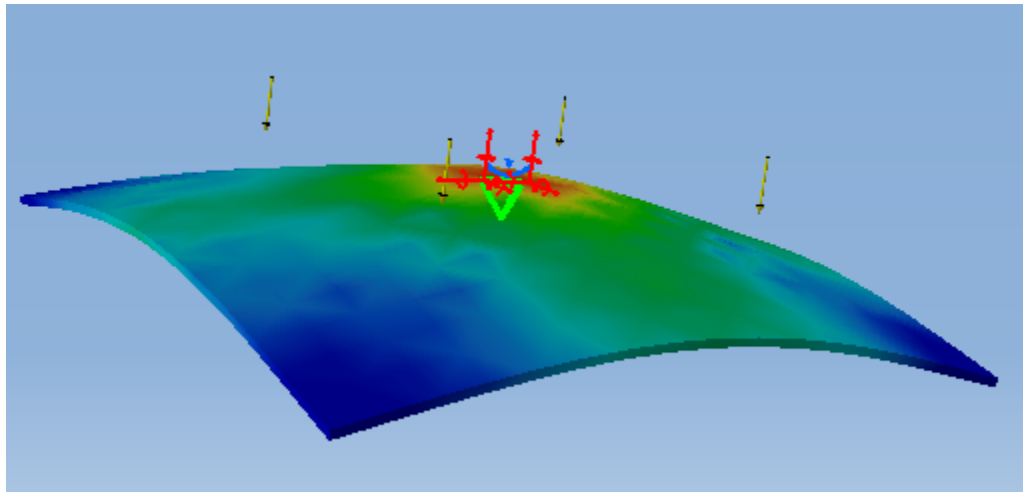
Como se muestra en el análisis (figura 11) el espesor es insuficiente para soportar las fuerzas durante el trabajo, y debido a la repetición de esfuerzos requeridos la placa quedaría deformada. Considerando que los esfuerzos críticos alcanzan una magnitud de  $2.76 \times 10^7 \text{ N}\cdot\text{m}^2$  y la resistencia del acero inoxidable 304 es de  $51.5 \times 10^7 \text{ N}\cdot\text{m}^2$  sabemos que el material no experimentará fractura pero las deformaciones máximas llegan a ser de 0.223mm por lo que debemos descartar este espesor para evitar deformaciones en la placa. Finalmente se logró determinar que la plancha de 5 (sección 6.1.2b) que se encuentra en el mercado local es suficiente para soportar las cargas aplicadas en las placas de prensado y corte.

#### 6.1.2b Placa de Acero inoxidable de 5 mm de espesor

Material: Acero inoxidable

Fuerza: 800N

Factor amplificación: 1700



**Figura 12.** Análisis elementos finitos placa de acero inoxidable 5mm

Como se muestra en el análisis el espesor es suficiente para soportar las fuerzas durante el trabajo, y debido a la repetición de esfuerzos requeridos la placa quedaría deformada. Considerando que los esfuerzos críticos alcanzan una magnitud de  $3.97 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{m}^2$  y la resistencia del acero inoxidable 304 es de  $51.5 \times 10^7 \text{ N}\cdot\text{m}^2$  sabemos que el material no experimentará fractura y las deformaciones máximas llegan a ser de 0.0283mm por lo que se logró determinar que la plancha de 5 mm presenta deformaciones que se consideran como nulas para el sistema.

### 6.1.3 Estructura de integración y soporte

Ahora se debe establecer una estructura donde se coloquen los dos procesos. Para esto se decidió armar una mesa de perfil cuadrado de 40 x 40 x 1.5mm, donde se puedan colocar los dos pistones que activarán la prensa y las cuchillas de corte. La mesa tiene las siguientes dimensiones 180 cm de largo, 55 cm de ancho y 94 centímetros de altura. Ver anexo 3.1. La longitud de la mesa se debe a las dimensiones de la superficie que se va a desplazar entre los procesos y un espacio que permita facilidad de uso. Asimismo el ancho de la estructura depende de la dimensión que tendrá la superficie que se desplace. Las dimensiones de la superficie serán detalladas y justificadas posteriormente. Finalmente la altura del mueble está diseñada para que trabaje una persona que mide entre 1.5 y 1.8 metros, con comodidad y las facilidades necesarias. Toda la estructura es soldada con electrodo 6011, la justificación del tipo de soldadura se muestra en la sección 6.1.6. (ver p. 43).

Del mismo modo se busca una manera de mover la masa entre los dos procesos. Ya que puede ser complicado estirar la masa en un lugar y llevarla a otro a cortar. Para esto se pretende utilizar un carro que se desplazará sobre dos (2) ángulos colocados sobre la mesa de la estructura. La idea es que se preme en un lado y se desplace el carrito a la posición debajo de las cuchillas para que se corten. El carrito tiene las siguientes medidas 40 cm de ancho, 90 cm de largo y un espesor de cinco (5) milímetros. Las dimensiones del carrito fueron diseñadas para que se pueda trabajar los dos procesos de prensado y corte al mismo tiempo. Y el espesor es el mismo de las placas de prensado y corte porque van a resistir las mismas fuerzas del sistema neumático. En la mitad del carrito se puede

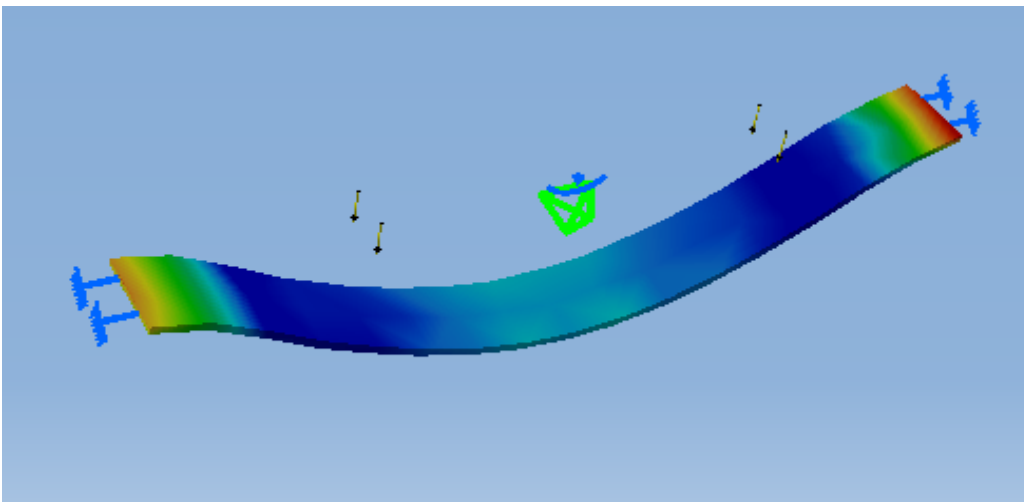
cortar una masa mientras se esta prensando en el otro. El carrito se desplazara a través de los ángulos por cuatro (4) ruedas colocadas en la superficie inferior. Y será accionado manualmente a lo largo del desplazamiento entre los dos procesos. Los planos correspondientes al carrito se encuentran en el anexo 3.2.

#### 6.1.4 Puentes para cilindros

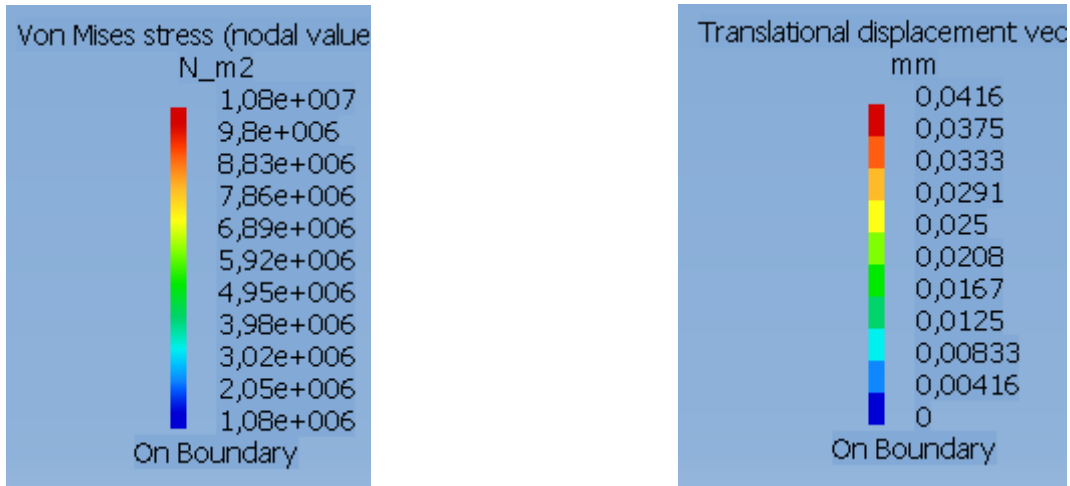
Una vez dimensionado las placas de hierro y los cilindros neumáticos debemos tomar en cuenta la estructura donde se instalarán la prensa y la cortadora. Para esto se debe colocar un puente donde serán colocados los pistones. El espesor de la superficie del puente será analizado mediante elementos finitos, para que resista las cargas generadas por los sistemas de estiramiento y corte. De esta manera se logró determinar que el espesor de la placa de hierro debe ser de 5mm.

Material: Hierro

Fuerza: 810N







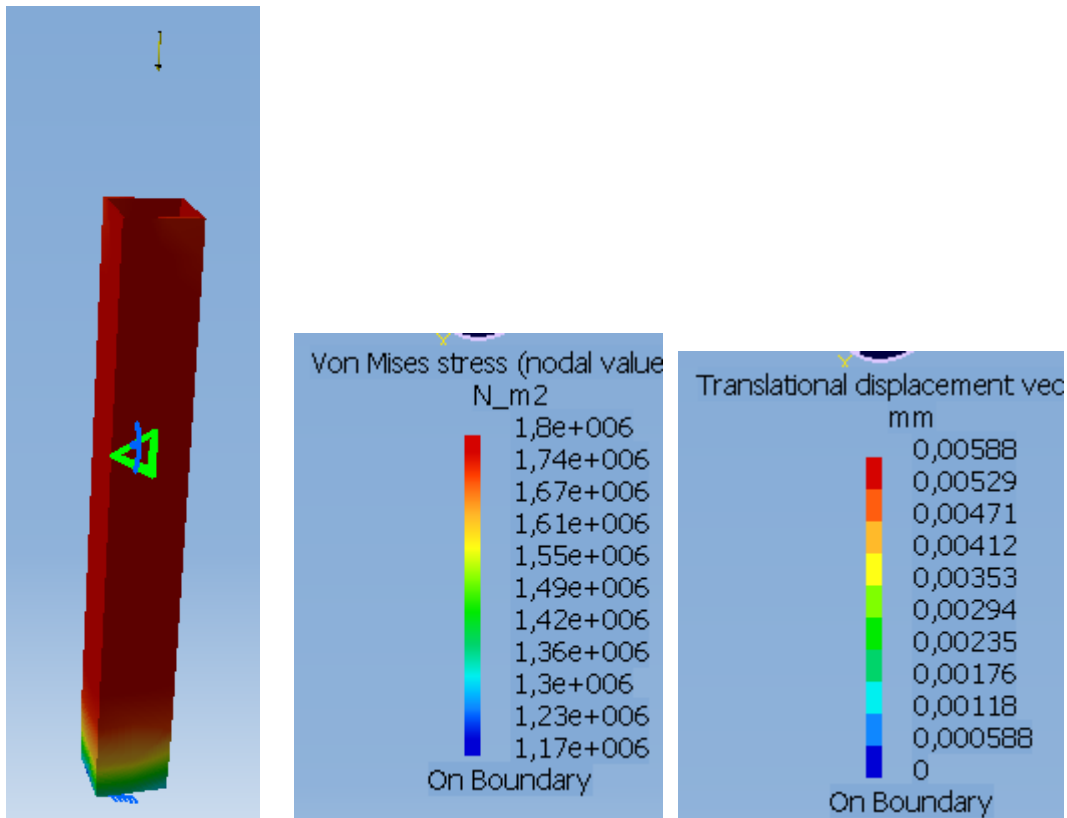
**Figura 13.** Análisis elementos finitos placa de hierro 5mm

Del análisis (figura 13) se pudo asegurar que las deformaciones generadas por las cargas son insignificantes, 0.0416mm.. Adicionalmente se comprobó que los esfuerzos generados en los puntos críticos no son suficientes para causar fractura, ya que alcanzan  $1.08 \times 10^7$  N-m<sup>2</sup>.

Para los soportes del puente se utilizará el excedente del perfil cuadrado utilizado para la estructura mencionada en la sección 6.1.3. La resistencia del perfil cuadrado se analizó bajo elementos finitos y se muestran los resultados en la figura 14.

Material: Hierro

Fuerza: 410N



**Figura 14.** Análisis de elementos finitos para perfil cuadrado

De este análisis comprobó que las deformaciones generadas por las cargas es 0.00588mm lo que se puede considerar como nula. Adicionalmente, se ratificó que los esfuerzos máximos generados son  $1.8 \times 10^6$ , lo que no presentarán fractura. En el anexo 3.3 se muestran los planos detallados de los puentes para cilindros.

### 6.1.5 Cuchillas

Finalmente, las cuchillas deben cumplir con el requerimiento del cliente. Estas tendrán un diámetro interno de 32 mm y serán fabricadas de acero inoxidable de 1mm de espesor. Se determinó que la mejor cantidad de cuchillas que se deben colocar en la placa de corte son 49 cuchillas. Esto se debe a que para facilitar el retiro de las galletas y el excedente

de masa, se deja un espacio entre cada una de las cuchillas. En el anexo 3.4 se muestran el ensamblaje de las cuchillas y su disposición.

### 6.1.6 Soldadura

Todos los elementos de la estructura serán soldados con electrodo 6011 esto se debe principalmente a que las fuerzas generadas en la estructura son considerablemente bajas. En el caso más crítico llegan a 810N, correspondiente a la activación del pistón neumático. De esta manera si consideramos que la suelda de electrodo E60XX, el cual tiene la menor resistencia entre los electrodos, y haciendo una análisis de carga estática consideramos:

- Resistencia del metal de aporte.
- Resistencia de la unión.

#### *Resistencia del metal de aporte*

De la tabla 9-7 (Shigley p. 553), la fuerza permisible por longitud unitaria para el electrodo E60XX es:

$$h = 1.5mm \rightarrow 0.059in$$

$$f = 12.73h = 0.75kip / in$$

$$l = 40mm \rightarrow 1.58in$$

$$F_{perm} = 0.75l = 1.184kip$$

$$F = 810N \rightarrow 0.182kip$$

donde:

h = cateto de la soldadura

f = fuerza permisible tabla 9-7

l = longitud de cordón

$F_{perm}$  = Fuerza permitida por el metal de aporte

F = fuerza establecida por el problema

Como se demostró la fuerza permitida por el material de aporte es mayor que la fuerza requerida por el problema ( $1.184 \geq 0.182$ ).

### *Resistencia de la unión*

Primero se verifica el cortante en la unión adyacente a la soldadura. De la tabla 9-5

(Shigley p. 551) tenemos:

$$\tau_{perm} = 0.4(S_y) = 0.4(18.855) = 7.54kpsi$$

$$\tau = \frac{F}{hl} = \frac{0.182}{0.059 * 1.58} = 1.958kpsi$$

donde:

h = cateto de la soldadura

$\tau_{perm}$  = cortante permisible tabla 9-5

l = longitud de cordón

F = fuerza establecida por el problema

$\tau$  = cortante establecido por el problema

$S_y$  = limite de fluencia <sup>5</sup>

Nuevamente el cortante permitido es mayor que el cortante producido por las cargas ( $7.54 \geq 1.958$ ), con lo que se considera satisfactoria a la unión cerca de los cordones.

Ahora se debe considerar el esfuerzo de tensión en el cuerpo de la unión

$$\sigma_{perm} = 0.6(S_y) = 0.6(18.855) = 11.313kpsi$$

$$\sigma = \frac{F}{hl} = \frac{0.182}{0.059 * 1.58} = 1.958kpsi$$

donde:

h = cateto de la soldadura

---

<sup>5</sup> El valor de  $S_y$  fue tomado de [http://en.wikipedia.org/wiki/Tensile\\_strength](http://en.wikipedia.org/wiki/Tensile_strength)

$\sigma_{perm}$  = esfuerzo de tensión permisible tabla 9-5

$l$  = longitud de cordón

$F$  = fuerza establecida por el problema

$\sigma$  = esfuerzo de tensión establecido por el problema

$S_y$  = limite de fluencia

Asimismo el esfuerzo de tensión en el cuerpo permitido es mayor que el esfuerzo de tensión en el cuerpo producido por las cargas ( $11.313 \geq 1.958$ ), con lo que se considera satisfactoria a esfuerzo de tensión en el cuerpo.

Una vez que se tienen todos los dispositivos dimensionados se logro ensamblar el dispositivo y las distintas vistas se muestran en el anexo 4.1. Adicionalmente se incluye una lista de materiales y equipos (anexo 4.2) para que utilizando los planos del anexo 3 se pueda construir los dispositivos diseñados en esta sección.

## ***6.2 Dispositivo para aplicación de manjar***

Ahora se debe diseñar el dispositivo para aplicación de manjar en las galletas que conformarán los alfajores. Como se determinó en la sección 5.2 el dispositivo que será diseñado para este proceso es el dispensador múltiple neumático.

Este consiste en una secuencia de 20 dispensadores simples que serán activados a través de una cilindro neumático.

Estos dispensadores serán colocados en un recipiente plástico con espacios específicos para que cada uno de los dispensadores estén en su lugar. (Ver anexo 4.7).

Adicionalmente se tiene un puente para cilindro neumático que cruzará longitudinalmente

sobre el dispositivo. Este cilindro se dimensiona en la sección 6.2.1, y tiene la función de desplazar la placa de duralón que activará los distintos dispensadores.

### **6.2.1 Cilindro Neumático**

Según el catalogo de FESTO el cilindro neumático de doble efecto con la menor fuerza efectiva tiene las siguientes especificaciones:

Tipo: CRDNG (cilindro de doble efecto)

Diámetro de embolo: 32 mm.

Carrera en mm: 10mm

Amortiguación: PPV (amortiguación regulable en ambos lados)

Este cilindro según el catalogo tiene una fuerza efectiva de 483 N y una fuerza de retroceso de 415 N si trabaja con una presión de 6 bar. Esta fuerza es suficiente para activar los dispensadores ya que un solo dispensador se lo puede activar con el pulgar del dedo.

### **6.2.2 Puente para cilindro**

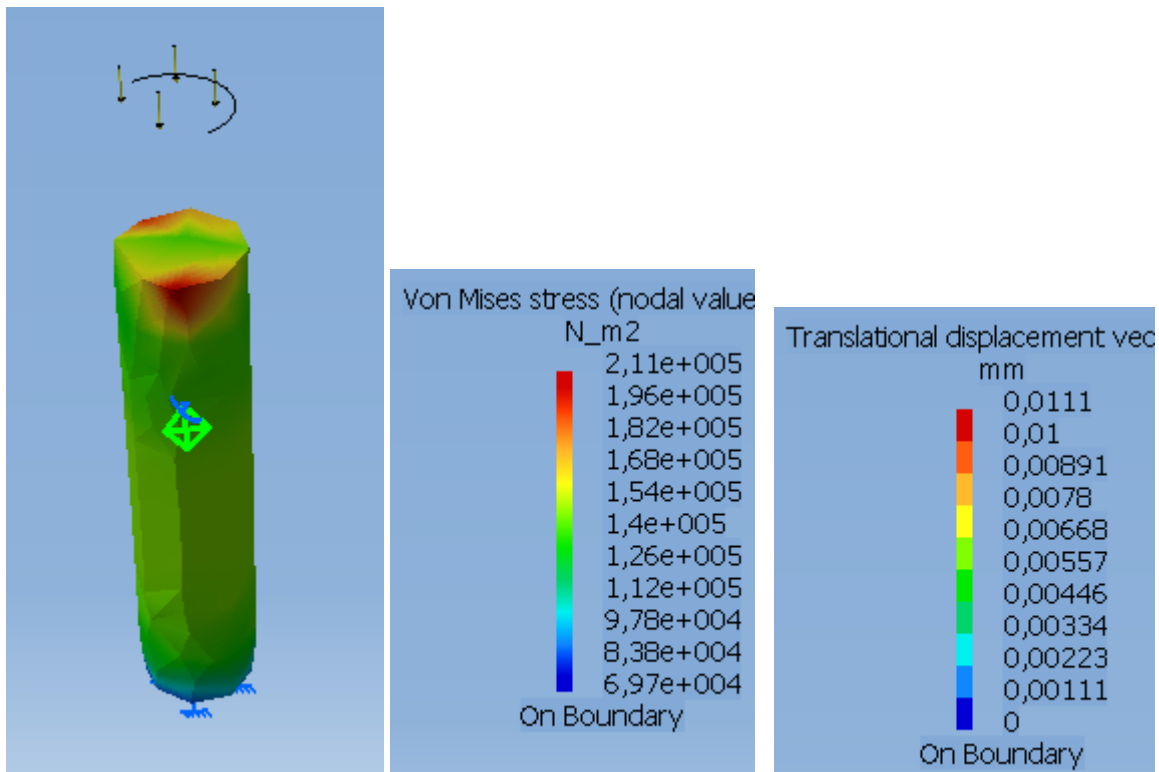
El puente para los cilindros consiste en dos (2) pilares de nylon y una placa transversal.

Los cilindros tienen un diámetro de 2 pulgadas y una altura de 30cm. La resistencia de los pilares una vez aplicadas las cargas generadas por el cilindro y el peso estructural fueron analizados mediante elementos finitos. Se logró comprobar que la deformación generadas en el cilindro son 0.0111mm lo que llegan a ser nulas. (Ver figura15). De igual manera se logró comprobar que los esfuerzos máximos llegan a ser  $2.11 \times 10^5 \text{ N-m}^2$  lo que es menor a  $15.0 \times 10^6 \text{ N-m}^2$  que representa el limite de cedencia del nylon

Material: Nylon

Fuerza: 272N

Factor amplificación: 5845,5



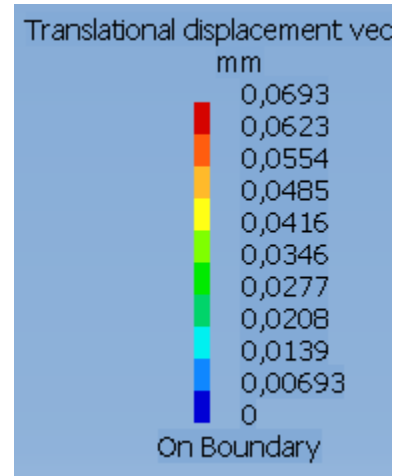
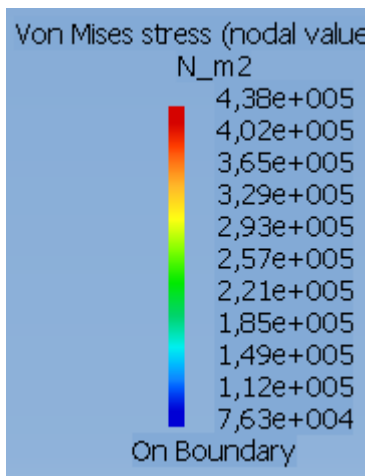
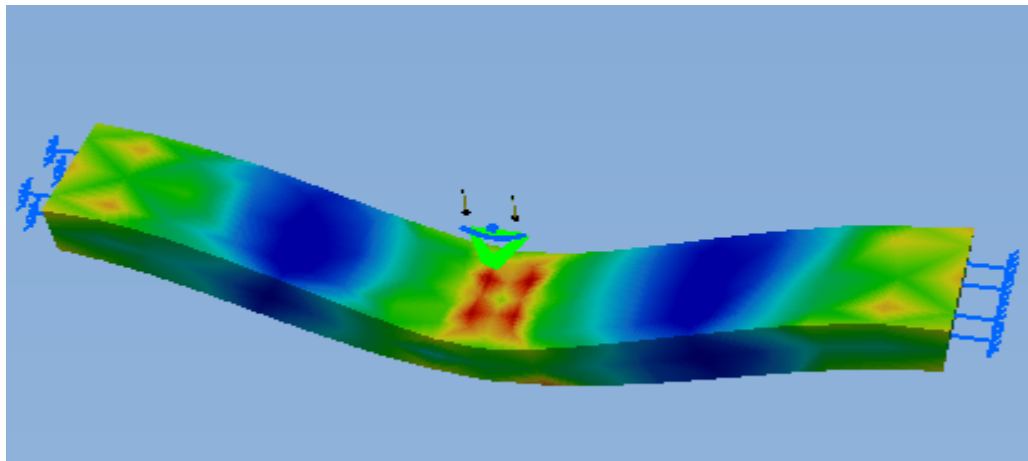
**Figura 15.** Análisis de elementos finitos cilindro de nylon

De igual manera se verificó que el espesor de la placa de duralón debe tener un espesor de 5cm con esto nuevamente, a través de elementos finitos se definió que las deformación son insignificantes, 0.0693mm. (Ver figura 16). Adicionalmente, los esfuerzos máximos en los puntos críticos llegan a ser  $4.38 \times 10^5 \text{ N-m}^2$ , lo que es menor al limite de cedencia del nylon,  $15.0 \times 10^6 \text{ N-m}^2$ .

Material: Nylon

Fuerza: 507N

Factor amplificación: 1505



**Figura 16.** Análisis de elementos finitos placa de nylon 5cm

Los dispositivos de manjar debido al presupuesto del cliente no se lograron construir por lo que el diseño es completamente teórico, pendiente de experimentación. En el 3.5 se muestran los planos tentativos del dispositivo de aplicación de manjar.



## 7 Análisis de eficiencia

### *Producción actual*

Actualmente utilizando los procedimientos mencionados. Utilizando el bolillo para estirar la masa y el cortador simple manual (copa de vidrio) para hacer el corte de las galletas la producción es la siguiente. Producción en una jornada de trabajo de ocho (8) horas se llegan a producir mil seiscientas (1600) galletas. Esto se debe a que una (1) persona realiza ciento sesenta (160) galletas en la primera media hora. Pero a medida que avanza la jornada, debido a que los procedimientos son manuales, se reduce la producción porque la persona encargada se cansa. Por lo que consultando al cliente, se pudo conocer que en promedio se producen ciento sesenta (160) galletas en cuarenta y cinco (45) minutos. Realizando los cálculos y dejando que la persona tenga media hora de descanso se llega al total de 1600 galletas en una jornada. Es importante mencionar que este valor es un promedio aproximado y que no se incluyen los tiempos de hacer la masa ni de cocción ya que se puede tener galletas en el horno mientras se sigue estirando y cortando masa.

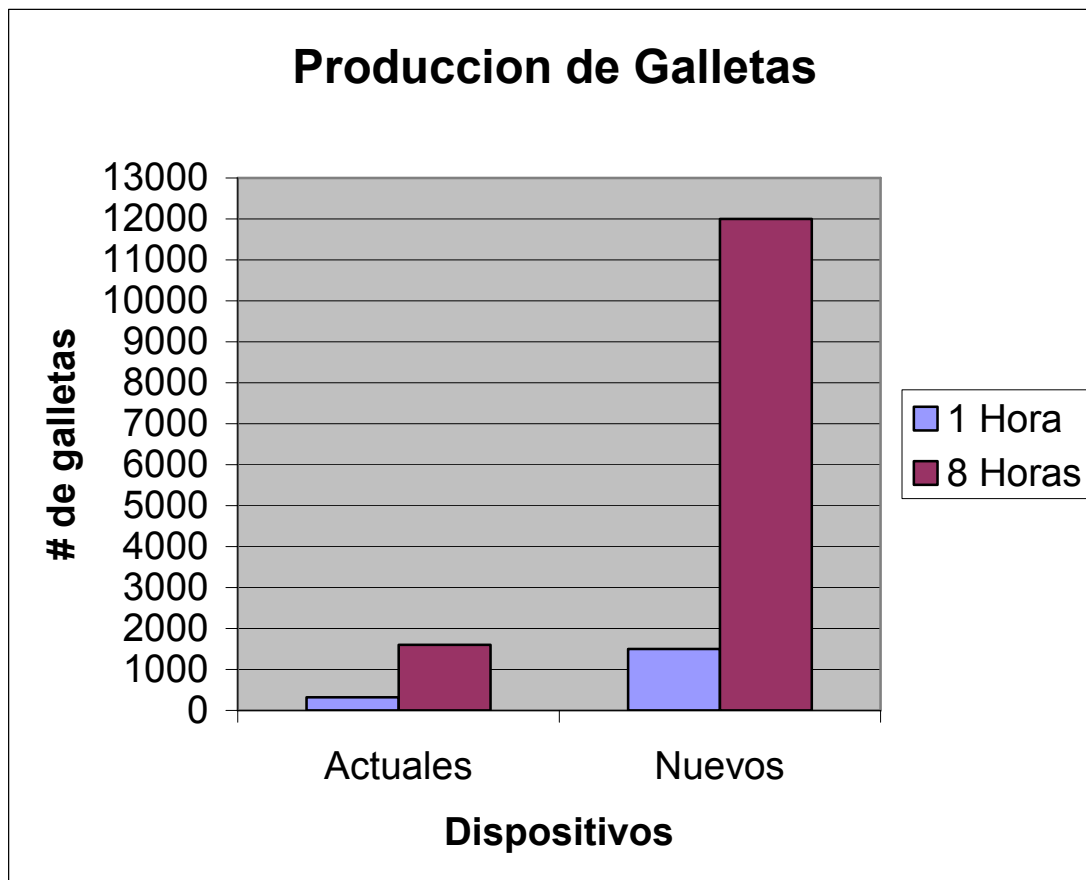
### *Producción nueva*

Una vez realizada la construcción y la puesta en marcha de los dispositivos de estiramiento y corte de masa. Se llegó a determinar que se producen 49 galletas por acción de la máquina. Lo que determina que en la primera media hora se produzcan 750 galletas. Debido a que la maquinaria no se cansa y puede ser utilizada durante las 8 horas de trabajo sin parar y sin disminuir la capacidad se pudo determinar a través de pruebas que la producción de galletas en 8 horas fue de 12000.

Como pudimos ver se ha realizado un aumento de producción de un 650% y se a simplificado el trabajo realizado por el operario. El gráfico 1 muestra una comparación entre la producción actual y la futura producción que se logrará con la maquina basándose en la producción estimada a través de pruebas. El gráfico 1 está basado en la tabla No. 7.

	Producción Dispositivos Actuales	Producción Nuevo dispositivos
Producción máxima (1 Hora)	320 galletas	1500 galletas
Producción final del día (8 Horas)	1600 galletas	12000 galletas
Aumento de producción	650%	

**Tabla No. 7** Análisis de producción



**Gráfico 1.** Producción de galletas

Es importante mencionar que el valor de 12000 galletas es un valor teórico tomando en cuenta la producción obtenida en la primera media hora de prueba. Se debe considerar adicionalmente un tiempo para hacer la masa, limpiar paulatinamente el dispositivo y cargar el compresor de aire lo cual pudiese representar una reducción considerable de este valor. Pero en conclusión se puede sentenciar que los dispositivos de corte y estiramiento han sido un éxito. Han cumplido con el objetivo de aumentar la producción, reducir el tiempo y facilitar el trabajo del usuario. Si no se logró ese 650% de aumento de producción, se puede considerar un 300% como un éxito para las condiciones del cliente.

## **8 Conclusiones**

Una vez que se ha logrado diseñar, construir y poner en marcha los dispositivos de estiramiento y corte de masa se pudo constatar la eficiencia (sección 7) de los mismos. Esto permite concluir que el proceso seguido a través de este documento fue el correcto. Además quedó demostrado que los diseños seleccionados cumplen a cabalidad con los requerimientos del cliente. El cliente pidió un dispositivo que aumente la productividad del negocio, simplifique la cantidad de trabajo para la persona encargada y que sea barato. Los primeros dos objetivos quedan demostrados en la sección 7 ya que se logró mejorar la eficiencia en 650% (valor idealizado) y la cantidad de trabajo es realizada en su mayoría por el dispositivo. En cuanto al costo, debemos mencionar que el costo final de la máquina construida fue de 1,500 dólares aproximadamente (1,463). Si consideramos una persona percibe como salario mínimo 200 dólares, y se requieren 2 personas para cumplir con cada proceso se requieren 4 meses para cumplir con los gastos pagados por la máquina, si tomar en cuenta el incremento de la producción. Asimismo

con el nuevo dispositivo se logró mantener y asegurar una calidad uniforme en los alfajores, esto se logra ya que todas las galletas tendrán el mismo espesor y el mismo diámetro a lo largo de la producción.

Adicionalmente, queda pendiente la construcción, prueba y puesta en marcha del dispositivo para la aplicación de manjar. Cuando el cliente lo requiera se tomará las acciones pertinentes para incorporar el dispensador múltiple neumático en el negocio.

Finalmente, cabe mencionar que el trabajo realizado fue un trabajo de ingeniería donde se buscó simplificar y mejorar los procesos de cada mecanismo para cumplir los requerimientos del cliente de la mejor manera.

## 9 Bibliografía

Pinches, M., y B. J. Callear. Power Pneumatics. England: Prentice Hall, 1997.

Shingley, J., y C. R. Mischke. Diseño en Ingeniería Mecánica. México: McGraw Hill, 2002.

Ergonomía. En línea. Internet. 15 abril 2008. España: Real Academia Española. Disponible: [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=ergonomia](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=ergonomia)

Ingeniería. En línea. Internet. 15 de abril 2008. España: Wikipedia Foundation, Inc. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa>

Tensile Strength. En línea. Internet. 20 de julio 2008. United States: Wikipedia Foundation, Inc. Disponible: [http://en.wikipedia.org/wiki/Tensile\\_strength](http://en.wikipedia.org/wiki/Tensile_strength)

## **10 Anexos**

## 1 Receta de Alfajores<sup>6</sup>



**Nivel:** Intermedio

**Calificación:** ★★★★★

**Preparación:** 15 min.

**Cocción:** 10 min.

**Enfriamiento:** 30 min.

**Porciones:** 17 galletas

### Ingredientes

#### ALFAJORES

1 1/4 tazas de maicena (almidón de maíz)

1 taza de harina para uso general

1 cucharadita de polvo para hornear

1/2 taza (1 barra) de mantequilla sin sal

3/4 taza de azúcar granulada

2 yemas de huevos grandes

1 cucharada de ralladura de limón verde (1/2 limón)

2 cucharadas de brandy o coñac

Azúcar en polvo

Coco finamente triturado, nueces molidas o cacao en polvo (opcional)

### Instrucciones

Cierne juntos la maicena, la harina y el polvo para hornear en un tazón mediano. Bate la mantequilla y el azúcar en un tazón para mezclar de tamaño mediano a velocidad media hasta obtener una consistencia cremosa. Agrega las yemas en la mezcla de mantequilla a fin de obtener una masa suave. En caso de que quede demasiado suave (no debe estar líquida), agrega más harina. Enharina las manos y forma una bola con la masa. Cúbrela con envoltorio plástico; refrigérala por 30 minutos.

**PRECALIENTA** el horno a 350° F. Engrasa dos bandejas (chapas) para hornear.

**ESTIRA** la masa sobre una superficie ligeramente enharinada hasta que tenga 1/8 de pulgada de espesor. Córdala por lo menos en 34 círculos de 2 pulgadas. Tendrás que volver a estirlarla. Coloca los círculos en las bandejas para hornear que preparaste.

<sup>6</sup> Tomado de <http://www.micocinalatina.com/recipes/detail.aspx?ID=137816>

**HORNEA** los círculos por 10 minutos o hasta que estén listos. No deben dorarse. Retíralos del horno y ponlos en rejillas metálicas a fin de dejarlos enfriar por completo.

**UNTA** aproximadamente 2 cucharaditas de dulce de leche en la parte plana de la mitad de las galletas. Completa los sándwiches con las galletas restantes. De así desearlo, deja que el dulce de leche del relleno chorree por los lados o unta un poco más todo alrededor a fin de poder pasar los sándwiches por el coco, las nueces o el cacao. Espolvorea los sándwiches por arriba y por debajo con el azúcar en polvo ya cernido. Estas galletas se mantendrán en buen estado en el refrigerador durante varios días o en el congelador por un máximo de 3 meses.



## 2 Entrevista

### **¿Con quien me encuentro?**

*Chavela, propietaria y encargada de Alfajores CHAVELA.*

### **¿Cómo se hacen los alfajores?**

*La receta de la masa no se la puedo dar pero seguro encontrara alguna versión en el Internet. Una vez obtenida la masa, se la estira hasta obtener el espesor que se requiere para las galletas. Luego se corta la masa en forma de círculos. De ahí, estos círculos se hornean, obteniendo las galletas que conforman los alfajores. Cada uno de estos está conformado por dos galletas, a una de estas se le coloca manjar y se la tapa con la otra. Finalmente, se coloca coco rallado en todo el borde de cada alfajor y se espolvorea con azúcar impalpable.*

### **¿Usted menciona una serie de procesos para la elaboración de alfajores, cuales de estos son los más complejos y convendría simplificar?**

*En realidad todos.*

### **¿Si es que debe elegir los que requieren una mayor cantidad de tiempo y trabajo, cuales serian y porque?**

*Primero, el estiramiento de masa, porque cuando se utiliza el bolillo para estirar la masa, luego de la cuarta estirada se hace duro y cansado.*

*En segundo lugar, el corte, porque a pesar de que aparenta ser un proceso sencillo, después de cortar cien galletas de una en una con una copa de vidrio, además de ser cansado es aburrido y largo.*

*Finalmente, la colocación de manjar, que la realizo con un cuchillo. Imagínese colocar mantequilla en 4500 tostadas. A eso equivaldría el trabajo y es la razón por la que simplificaría este proceso.*

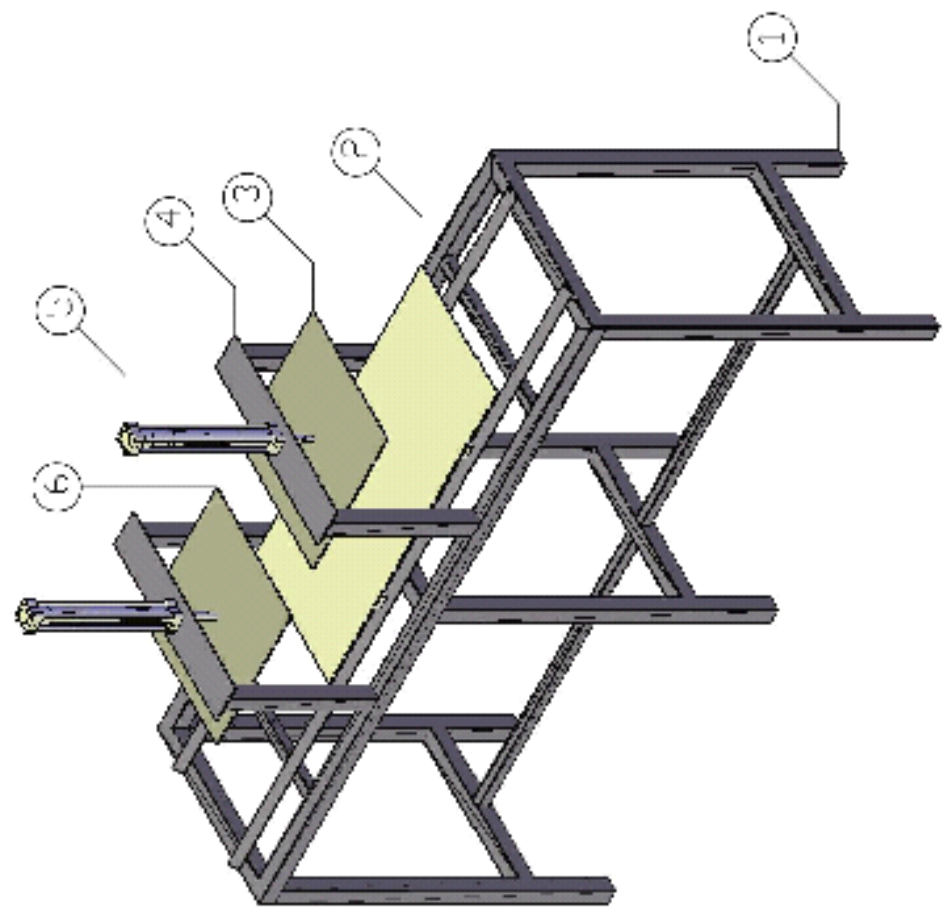
### **¿Si tuviera que crear una maquina para Alfajores CHAVELA, que haría esta?**

*Lo más útil sería una maquina que haga las galletas, incluyendo el estiramiento y el corte, para solamente tener que meterlas en el horno manualmente; y otra que coloque el manjar. Lo más importante es que el trabajo sea más rápido, fácil y barato.*

**Anexo 3**  
**Planos De Elementos**

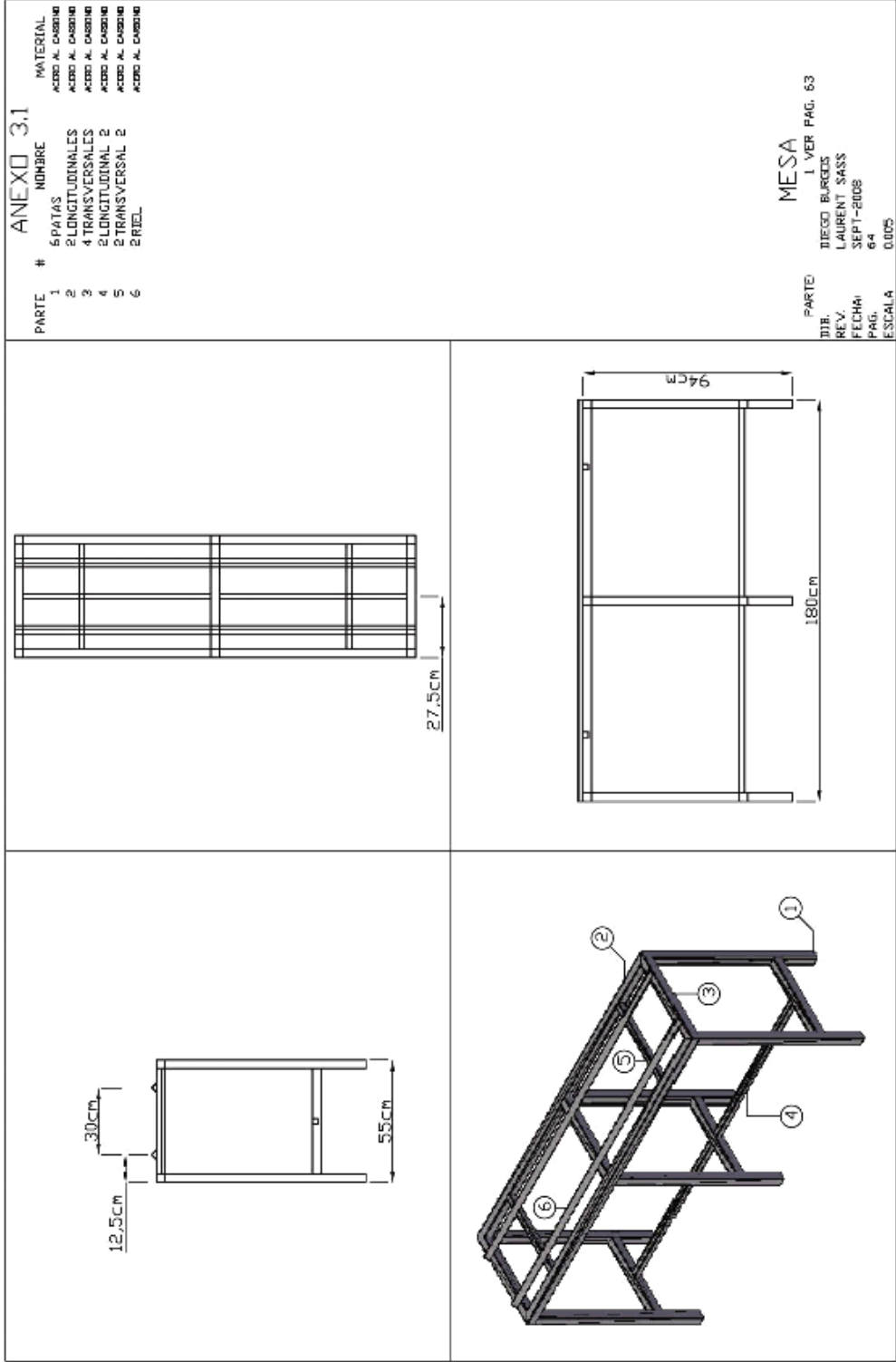
ANEXO 3.0

Parte	INSCA	Numero	REV
1	04000	01	044
2	04000	02	045
3	04000	03	046
4	04000	04	047
5	04000	05	048
6	04000	06	049
7	04000	07	050



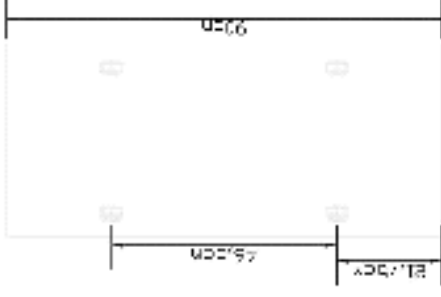
DESIGN FINAL  
 LIBBY J. MULLS  
 -ARCHITECTS  
 2311-3000  
 23  
 30000

1104  
 REV.  
 FIELD-4  
 4-06  
 15502-4



**ANEXO 3.2**

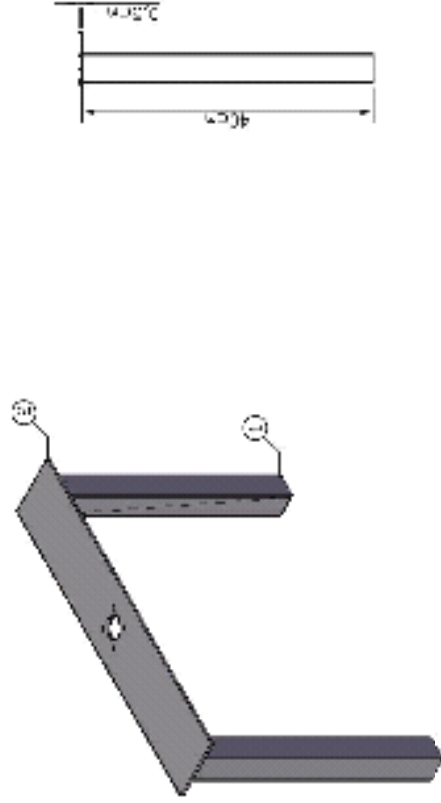
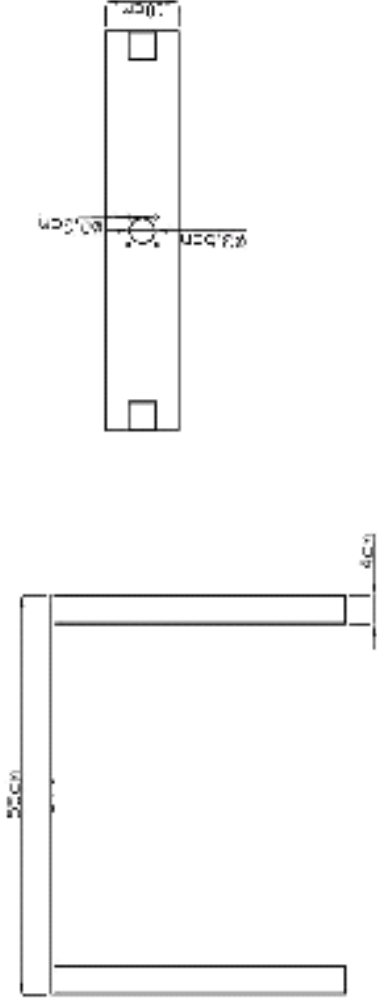
PART:	QUANT:	MATERIAL:
1	1-UNDA	ALUMINIO 3003
2	4-PIRIFOS	ALUMINIO 3003
3	4-PIRIFOS	ALUMINIO 3003



CARGO	
PROJETO	8-VIS-1906-88
DISEÑO	TRINIDAD ALBERTO
REVISIÓN	LAURENTE GABRIEL
FECHA	SEPT-2018
ETAPA	6
PROYECTO	001

ANEXO 3.3  
 MATERIAL  
 4-50188  
 2-50188  
 2-50188

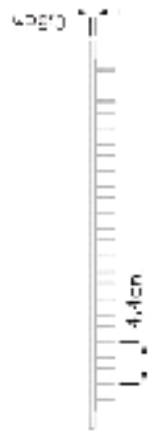
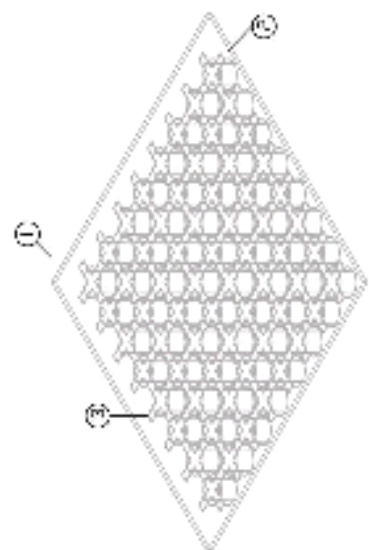
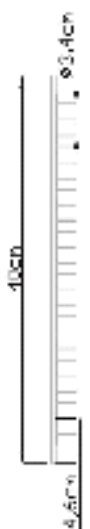
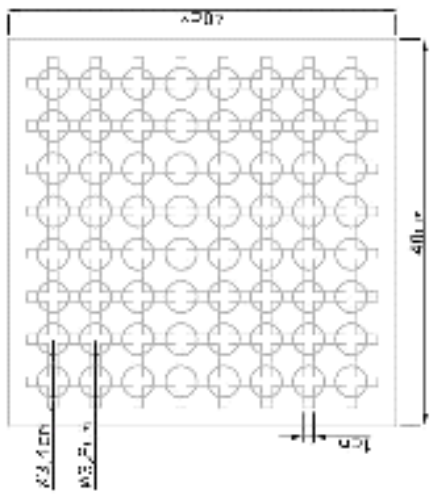
MATERIAL  
 4-50188  
 2-50188  
 2-50188



PUENTE  
 4-50188  
 2-50188  
 2-50188  
 2-50188  
 2-50188  
 2-50188

ANEXO 3.4

PART:	QUANT:	MATERIAL:
1	1	PLACA DE C.A.B. 1
2	1	992180-01-05
3	1	6-0874-2-00-00-02



PLACA PARA CERTE

PROJ. 6-0874-2-00-00-02

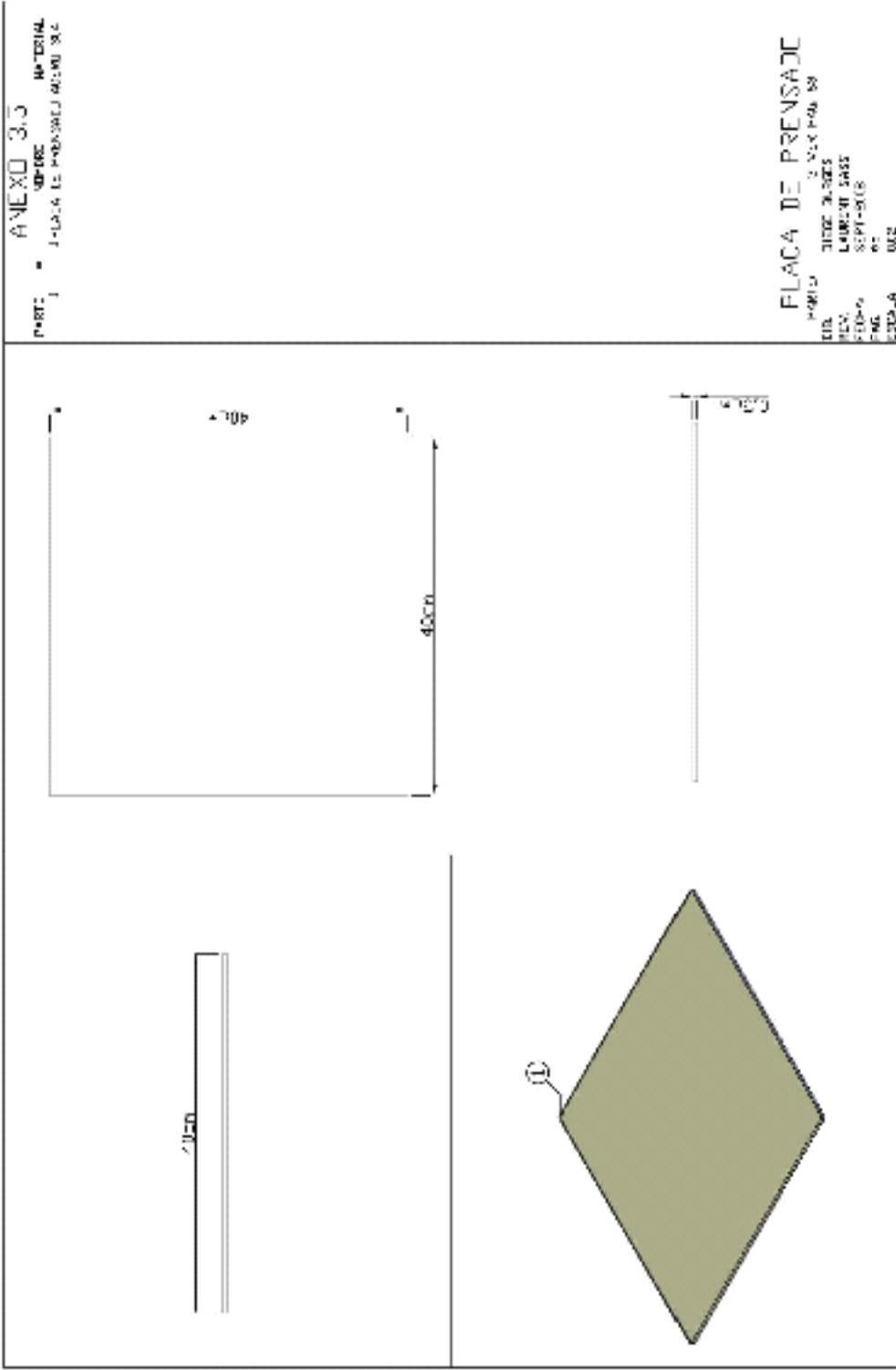
DES. 992180-01-05

REV. 01

FECH. 01-08-08

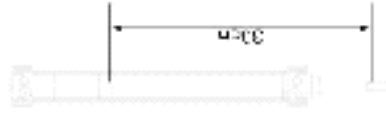
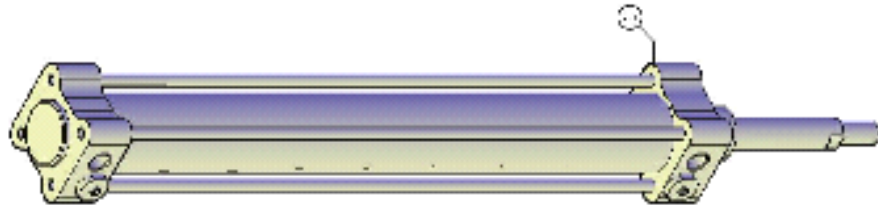
EMP. 01

PROJ. 6-0874-2-00-00-02



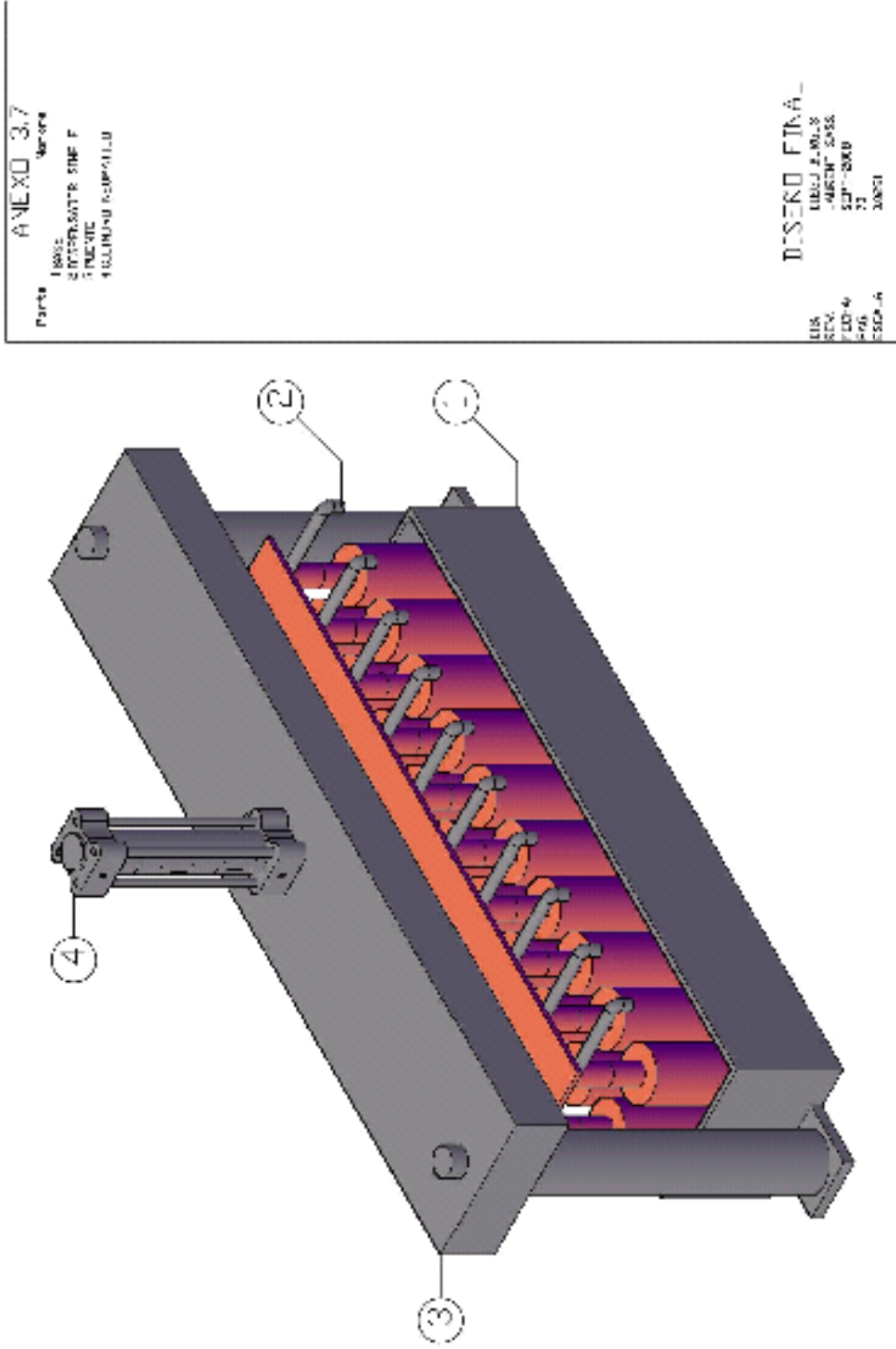


ANNEXO 3.5  
MATERIAL  
CILINDRO NEUMÁTICO (NBR-20-20)

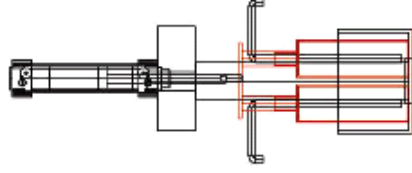
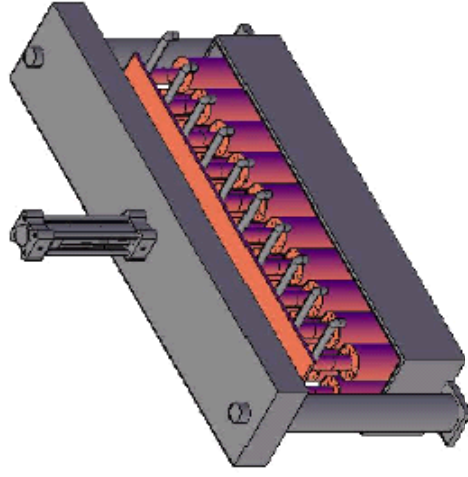
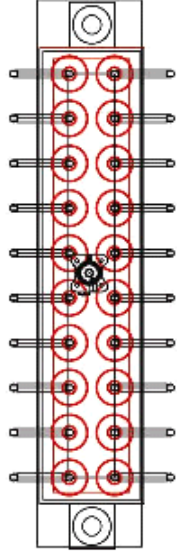
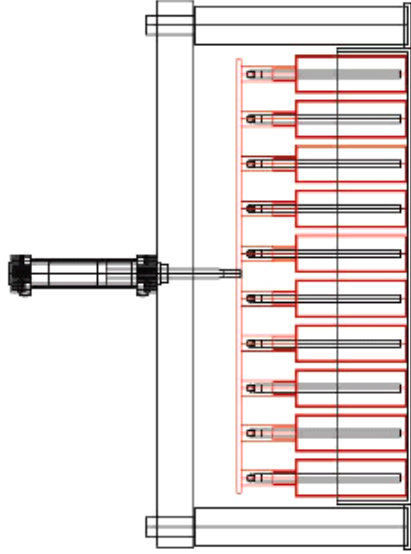


CILINDRO NEUMÁTICO

PROJ. 3.5.5.1-04.99.99  
TÍTULO 3.5.5.1-04.99.99  
REV. LAUNCH 2005  
FECH. 08/01/05  
FOL. 01  
COTA 01



ANEXO 3.8



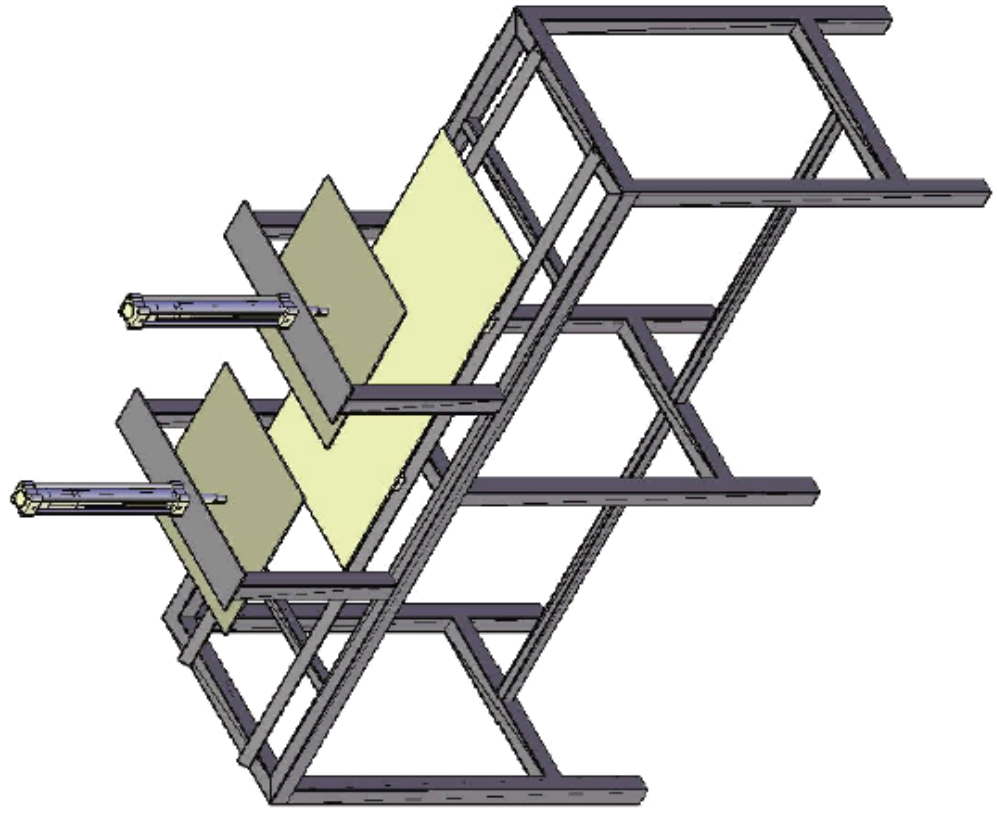
VISTAS DISEÑO FINAL  
DIB. DIEGO BURGOS  
REV. LAURENT SASS  
FECHA: SEPT-2008  
PAG. 71  
ESCALA 0015

**Anexo 4**  
**Diseño Final**

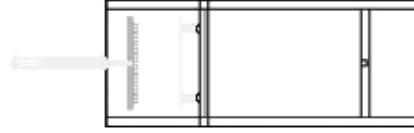
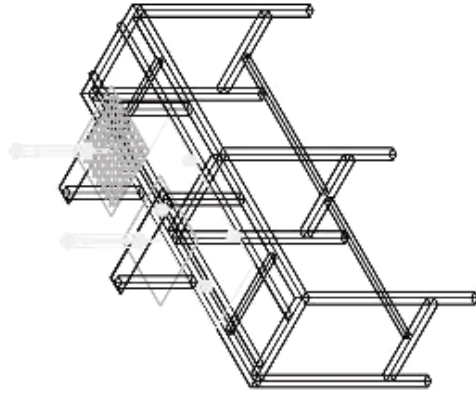
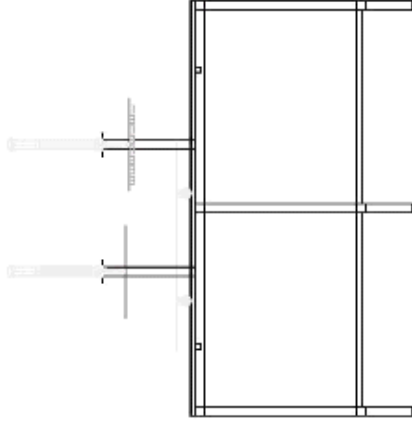
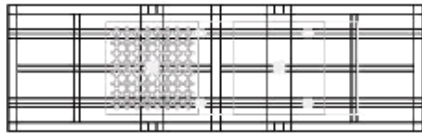
DISEÑO FINAL

DIEGO BURGOS  
LAURENT SAS3  
SEPT-2008  
73  
00093

DIB.  
REV.  
FECHA  
PAG.  
ESCALA



ANEXO 4.1



VISTAS DISEÑO FINAL  
DIR. DIEGO BURGOS  
REV. LAURENT SASS  
FECHA: SEPT-2008  
PAG. 74  
ESCALA: 0,0045

## 4.2 Lista de Materiales y Equipos

### Materiales y Equipos para Prensa-Cortadora de Galletas

Cantidad		Materiales	Especificaciones	Proveedor
12.09	m	Tubo cuadrado	40x40x1.5 mm	Aceros y Hierros
2.9	m	Tubo cuadrado	25x25x1.5 mm	Aceros y Hierros
4		Polea con ruliman	diámetro 5cm	Aceros y Hierros
3.6	m	Angulo	1"x1/8"	Aceros y Hierros
8	m	Manguera Poliuretano	10x6	FLUIDICA CIA. LTDA.
1	kg	Electrodos	AGA 6011 1/8"	KIWI
0.72	m <sup>2</sup>	Planchas de acero	5mm de espesor	Iván Bohman C.A

Cantidad		Equipos	Especificaciones	Proveedor
2		Cilindros neumáticos	CRHD-40-320-PPV-A	INSETEC
6		Racor Recto Súper Rápido		FLUIDICA CIA. LTDA.
1		Distribuidor TEE	SR 10	FLUIDICA CIA. LTDA.
5		Racor rector	1/2 - 10	FLUIDICA CIA. LTDA.
1		Filtro	1/2" 0-10bar Drenaje manual	FLUIDICA CIA. LTDA.
2		Válvula Palanca	5/2, 1/4	FLUIDICA CIA. LTDA.
4		Silenciador Plástico	1/8	FLUIDICA CIA. LTDA.

**Anexo 5**  
**Costos y Preformas**



## 5.1 Costo Final

<b>Cantidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1	Construcción	600	600
2	pistones neumáticos	120	240
1	estructura metálica	180	180
1	plancha de acero 304 1mm	150	150
10	Racor Súper Rápido	2.75	26.12
1	Distribuidor Tee	5.46	5.46
5	Racor Recto	3.94	18.71
1	Filtro	38	38
10m	Manguera	2.37	22.51
2	Válvula Palanca	67.25	127.77
4	silenciador	2.15	8.17
			31.39
			1448.13

## **5.2 Proformas**



**FACTURA**      **Nº 005465**  
 SERIE 001-001

**FLUIDICA CIA. LTDA.**

No. Autorización SRI 1104670716

Av. Amazonas N41-138 e Isla Floreana  
 Telfs: 2440-848 / 2468-189 - Fax: 2462-308  
 R.U.C. 1791325842001  
 Quito - Ecuador

Factura 05465  
 Señor(es): SR. DIEGO BURGOS (S-149)  
 RUC/CC:1710889591001  
 Dirección: MIRAVALLE 4  
 Teléfono: Telf.: 023996292  
 Vendedor: OFICINA QUITO (08)  
 FP: CONTADO

Lugar de emisión: Quito  
 Fecha factura: 09-MAY-08  
 Vencimiento: 09-MAY-08

Observaciones:

Cód. Artículo	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Desc%	Total
S6510 10-1/4	RYCOR RECTO SUPER RAPIDO	10.00	2.75	5	26.12
700100	DISTRIB. TEE SR 10	1.00	5.46	5	5.19
JPC10-04	RYCOR RECTO 1/2-10	5.00	3.94	5	18.71
WAF400-15A	FILTRO 1/2", 0-100PSI DRENATE MANUAL	1.00	38.00	5	36.10
PTS76870	TERMOMETRO TP-63 150 0-500	1.00	18.00	5	17.10
AI PUT-10X65	MANGUERA POLIURETANO 10X6	10.00	2.37	5	22.51
MMB-220-4TV	VALVULA PALANCA 5/2, 1/4	2.00	67.25	5	127.77
MR01-B	SILENCIADOR PLASTIDO 1/8	4.00	2.15	5	8.17

**CANCELADO**

*Diego Burgos*  
 Comprador

**FLUIDICA**  
 Vendedor

Total Descuento \$13.79

Sub-Total: 261.67  
 I.V.A. 0%: 0.00  
 I.V.A. 12%: 31.39  
 TOTAL: \$293.06

Son: DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES, 06/100 US Dólares

Debo y pagaré incondicionalmente a la orden de FLUIDICA CIA. LTDA., en el lugar y fecha que se reconozca el valor total expresado en este documento más los impuestos legales respectivos y el máximo interés legal por mora autorizado por la Junta Monetaria. Sin protesto exigirse de presentación para el pago así como de aviso por falta de este hecho. Renuncio domicilio y me someto a los jueces competentes de la ciudad de Quito y al trámite ejecutivo o verbal sumario a elección de FLUIDICA CIA. LTDA. o sus representantes. Acepto que FLUIDICA CIA. LTDA. ceda y transfiera en cualquier momento los derechos que emanan del presente documento sin que me necesiten notificación alguna ni nueva aceptación de mi parte. Mientras la factura no se cancela, el material pertenece a FLUIDICA CIA. LTDA.

Egas Norvén José Peñarón Imp. Cordillera Telf. 2593874 RUC 170377094001 Aut. 1679 Num. del 05101 al 05600  
 IRIEL Tern.: 1 10 21:17:00 2008 Friday  
 Imp. 2007/05/22 Válido hasta Mayo del 2008

**ADQUIRIENTE**





CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolución No. 6925  
**IVAN BOHMAN C.A.**  
 R.U.C. 0990320810001

Guayaquil: Km. 6 1/2 Vía a Daule - Casilla 09-01-1317  
 Teléfonos: 225-4111 - 225-8656 Fax: 2254244 - 2254159  
 Quito: Av. Galo Plaza 13150 y Los Cerezos  
 Teléfonos: (02) 2 485 324 / 325 / 326 / 330 Fax: (02) 2 476 054  
 E-mail: QUITO: ventas@ivanbohman.com.ec  
 QUITO: ventasq@ivanbohman.com.ec

- PEDIDO INTERNO  
 COTIZACION

Nº 03052



No. de factura

- Aceptada  Rechazada

FECHA DE PEDIDO	PAG:	DE:
08-08-22		
aaaa - mm - dd		

CODIGO: F-VE-015 Fecha: 2002-09-29/05

CODIGO CLIENTE	CONTACTO
RAZON SOCIAL	DIEGO BURGOS
DIRECCION	
CIUDAD	QUITO
PROVINCIA	
ORDEN DE COMPRA	DESCUENTO
CONDICION DE PAGO	CONTROL DE CREDITO
FORMA DE ENVIO	CODIGO DE VENDEDOR
INSTRUCCIONES ESPECIALES	11034
OBSERVACIONES	

MA	GR	REFERENCIA	DESCRIPCION	UM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
		PLANCHAS INOXIDABLES 304					
		1 MM - 1.22 x 2.44 MTS			1		317.00
		PLANCHAS INOXIDABLES 304					
		10 MM - 1.22 x 2.44 MTS			1		2.758.00
		PLANCHAS INOXIDABLES 304					
		4 MM - 1.22 x 2.44 MTS			1		849.00
							3.924.00
							1.177.20
							2.746.80
							329.60
							3.076.40


PRECIOS Y STOCK SUJETOS A CONFIRMACION

*[Signature]*  
 FIRMA VENDEDOR

FIRMA CLIENTE



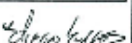
NOTA: No se procederá este pedido si la información no está completa.

GRAF. MODERNA 2378941

 SANTOS CMI	<b>REGISTRO 10-RG-7.5.5-01.03</b>	Fecha: 11-Abr-08
	<b>GUIA DE DESPACHO</b>	BTQ-DEV-HM304

Origen-Destino-Número de guía: BTQ-DEV-HM304  
 Origen: ..... Bodega Talar Quito Destino: .....  
 Fecha (d/m/a): ..... 1 Guía referencial: ..... N/A  
 Solicitado por: ..... Aprobado por: ..... LUIS A. VEGA  
 Transporte: ..... N/A Tipo de vehículo: ..... N/A  
 Conductor: ..... DIEGO BURGOS Placa: ..... N/A

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Estado	Observaciones
1	PL- 40 x 40 x 12 mm	1	EA	OK	
2	PL- 40 x 40 x 15 mm	2	EA	OK	

Despachado por:  Transportado por:  Recibido por:   
 Nombre: CARLOS CHAQUINGA Nombre: DIEGO BURGOS Nombre:  
 Fecha: 11-Abr-08 Fecha: 11-Abr-08 Fecha:  
 Hora: 11:13 Hora: 11:13 Hora:

AGENCIA 007 (CUMDAYA)  
 VIA INTEROCEANICA KM 8 Y MED  
 DIEGO BURGOS  
 888685  
 QUITO

Fonos: 022893072/ 022893073

PROFORMA DOLARES  
 DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

75 FREDY BENITEZ  
 21/08/2008

514292	ELECTRODO AGA 6011 1/8" 3,25MM	1	\$5,2946	\$5,2946
--------	--------------------------------	---	----------	----------

EFFECTIVO	\$5,29
	\$0,00
	\$5,29

Vta.tarifa 12	Vta.tarifa 0	Tot.Vta.Neta	DVA Tar. 12	DVA Tar.0	
\$5,29	\$0,00	\$5,29	\$0,64	\$0,00	\$5,93

Esta proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYMI S.A.  
 En el caso de existir cambios de precios por nuestros proveedores y/o modificaciones cambiarias  
 oficiales que afecten al costo de la mercadería, nos veremos obligados a actualizar precios en el  
 momento de la facturación previo su conocimiento.

Los precios unitarios de esta proforma NO incluyen I.V.A.

FIRMA:   
 ESTABLECIMIENTO

FIRMA: \_\_\_\_\_  
 CLIENTE



## PROFORMA # 707

Pagina 1 de 1

Fecha 2008.Aug.19

Entrega INMEDIATA PREVIA CONSULTA DE STOCK

Vendedor Alarcón GonzalezAdriana Raquel

Cliente BURGOS DIEGO

Ruc 1710559591

Telefono 2598292

Fax

Email

Atencion

Tel.Cont.

Direccion MIRAVALLE 400

Notas



BELLAZUCAR  
RUC:1701116285001

Codigo	Descripcion	QAR	Cant	PVP	%Des	PCD	Subtotal
014963007005	decorador ateco	M	1.00	13.35	0.00	13.350	13.35
070595400444	espátula metalica/madera liza 4 1/4" wilton	M	1.00	4.95	0.00	4.950	4.95
6220	cortador metalico area x B	M	1.00	1.75	0.00	1.750	1.75

		<b>Subtotal</b>	<b>20.05</b>
Tarjeta de Credito		<b>Descuento</b>	<b>0.00</b>
# Cuotas	0.00	<b>Sub-Des</b>	<b>20.05</b>
%Interes	0.00	<b>Iva</b>	<b>2.40</b>
		<b>Total</b>	<b>22.45</b>
<b>Cuotas de</b>	<b>0.00</b>	<b>Abono</b>	<b>0.00</b>
		<b>A PAGAR</b>	<b>22.45</b>





# Metálicas PORTILLA

- Construcción de maquinaria en acero inoxidable para la industria alimenticia (láctea) y química.
- Construcción de estructuras metálicas.
- Mantenimiento Industrial
- Todo tipo de trabajos en torno, fresadora...
- Servicio de corte, doblado, rolado de planchas y tubos.

Tumbaco, 18 de Agosto 2008

Señor  
Diego Burgos  
Presente.-

De mi consideración:

Por medio de la presente ponemos a su consideración la siguiente:

## PRO FORMA

CANTIDAD	DETALLE	P. UNITARIO	P. TOTAL
	PROFORMA N° 1		
	80 cm de nylon de 2 "		27,00
	VALIDEZ OFERTA 8 DIAS		
SGM:	Treinta con 00/100 _____	Sub.-Total	26,79
	_____	Descto	
	_____ dólares	IYA 12%	3,21
		TOTAL	30,00

Atentamente,  
  
 Sr. Oswaldo Portilla