

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**“MÁQUINA DOSIFICADORA VOLUMÉTRICA Y
SELLADORA DE MANÍ ENCONFITADO, PARA LA
INDUSTRIA ARTESANAL”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA.**

CRISTINA ALEXANDRA CHUQUÍN ORDÓÑEZ

DIRECTOR: MSc. Víctor Erazo

Ibarra, Julio 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002870663		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chuquín Ordóñez Cristina Alexandra		
DIRECCIÓN:	Luis Felipe Borja 7 – 15		
EMAIL:	cristina_chuquin@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062-959977	TELÉFONO MÓVIL:	988434953

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MAQUINA DOSIFICADORA VOLUMÉTRICA Y SELLADORA DE MANÍ ENCONFITADO, PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL
AUTOR:	Cristina Alexandra Chuquín O.
FECHA:	25/07/2017
PROGRAMA:	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR:	MSc. Víctor Erazo

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez, con cédula de identidad Nro. 1002870663, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de julio del 2017.

A handwritten signature in blue ink, reading "Cristina Chuquín", with a horizontal line extending to the right.

Firma

Nombre: Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez

Cédula: 1002870663



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez, con cédula de identidad Nro. 1002870663, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: MÁQUINA DOSIFICADORA VOLUMÉTRICA Y SELLADORA DE MANÍ ENCONFITADO, PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 24 días del mes de julio del 2017.

Firma

Nombre: Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez

Cédula: 1002870663

DECLARACIÓN

Yo, **Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte - Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, reading "Cristina Chuquín", with a horizontal line extending to the right.

Nombre: Cristina Alexandra Chuquín O.
Cédula: 1002870663

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “MÁQUINA DOSIFICADORA VOLUMÉTRICA Y SELLADORA DE MANÍ ENCONFITADO, PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Cristina Alexandra Chuquín Ordóñez, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Víctor Erazo', is centered on the page. The signature is fluid and cursive.

MSc. Víctor Erazo
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios que ha sido la guía, dándome fuerzas para superar las adversidades sin desfallecer y permitir culmine mis estudios en lo que me apasiona.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por facilitar los medios para mi formación profesional.

Al personal docente de la carrera de Mecatrónica, por su colaboración y conocimientos impartidos.

Al personal administrativo de la facultad, por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida estudiantil.

Gracias de corazón a mi tutor, Ing. Víctor Erazo. Gracias por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento, ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a las personas que, de una u otra manera, han contribuido en la realización del presente trabajo.

A mis padres por su apoyo incondicional durante todas las etapas de mí vida.

Cristina Chuquín O.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por guiar mi camino y ser mi luz en los momentos más difíciles.

A mis Padres por el deseo de superación y amor que me brindan cada día, son los pilares fundamentales de mi vida.

A las personas que más han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien.

Cristina Chuquín O.

CONTENIDO

<i>Agradecimiento</i>	ii
<i>Dedicatoria</i>	iii
CAPITULO 1	7
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2 OBJETIVOS	9
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.4 ALCANCE.....	10
CAPITULO 2	11
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	11
2.2 MARCO TEÓRICO	12
2.2.1 <i>Características del maní</i>	12
2.2.2 <i>Elaboración de maní confitado</i>	13
2.2.3 <i>Buenas prácticas de manufactura BPM</i>	15
2.2.4 <i>Máquina empacadora volumétrica</i>	18
2.2.5 <i>Tolva de Almacenamiento</i>	19
2.2.6 <i>Material de envase</i>	20
2.2.7 <i>Sellado</i>	23
CAPITULO 3	27
3.1 FUNCIONES ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE LA MÁQUINA.....	27
3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	27
3.2.1 <i>Selección de alternativas de tolva de almacenamiento</i>	28
3.2.2 <i>Selección de alternativas de sellado</i>	30
3.3 CÁLCULO DE DENSIDAD DEL PRODUCTO	33
CAPITULO 4	35
DISEÑO DE MÁQUINA	35
4.1 DISEÑO DE DOSIFICADOR.....	35
4.1.1 <i>Dimensiones de vasos dosificadores</i>	35
4.1.2 <i>Velocidad de giro de disco giratorio:</i>	35
4.1.3 <i>Diseño de diámetro de eje de disco giratorio:</i>	36
4.2 DISEÑO DE DESPLAZAMIENTO DE FUNDA	46
4.2.1 <i>Diseño de eje para desplazamiento de funda</i>	47
4.2.2 <i>Diseño de engranes</i>	50
4.2.3 <i>Potencia de trabajo de arrastre</i>	54

4.2.4	Selección de cadena y Catarina	54
4.2.5	Selección de rodamientos:	58
4.3	CÁLCULO Y DISEÑO DE TOLVA	58
4.3.1	Análisis bajo carga	60
4.4	SELLADO	63
4.4.1	Selección de cilindro neumático	63
4.4.2	Consumo de aire en cilindro y tuberías	65
4.5	ANÁLISIS DE ESTRUCTURA	68
4.6	DISEÑO DE CIRCUITO DE CONTROL	74
	CAPITULO 5	77
5.1	PRUEBA DE DOSIFICADOR	77
5.2	PRUEBAS DE DESPLAZAMIENTO DE FUNDA	78
5.3	PRUEBA DE SELLADO	79
5.4	MAQUINA DOSIFICADOR VOLUMETRICA Y SELLADORA DE MANI ENCONFITADO	81
5.5	ANALISIS COSTOS	81
5.5.1	Costos directos	81
5.5.2	Costos indirectos	82
5.5.3	Costo total:	82
5.5.4	Cálculo de VAN y TIR	83
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFIA	86
	ANEXOS	90

Índice de figuras

Figura 1 Vainas de Maní [3].....	12
Figura 2 Maní confitado [43].....	14
Figura 3 Dosificador volumétrico [22].....	18
Figura 4 Geometrías de tolvas [25]	20
Figura 5 Estructura química de polietileno [28].....	21
Figura 6 Sellado por contacto directo [30].....	23
Figura 7 Sellado por impulso [30]	24
Figura 8 Sellado por alambre caliente [30]	24
Figura 9 Sellado por inducción [30].....	25
Figura 10 Eje de dosificador	37
Figura 11 Inercia en eje dosificador	37
Figura 12 Conjunto Dosificador para encontrar Inercia.....	38
Figura 13 Inercia del conjunto dosificador.....	38
Figura 14 Disco giratorio	39
Figura 15 Motor dosificador.....	40
Figura 16 Selección de variador de frecuencia	41
Figura 17 Tensión de salida máxima real dependiente de la tensión de alimentación.....	41
Figura 18 DCL eje dosificador.....	42
Figura 19. Diagrama de cargas en eje dosificador	42
Figura 20 Eje de disco dosificador	44
Figura 21 Eje redondo a torsión con agujero transversal [32].....	44
Figura 22 Eje redondo con filete en el hombro en torsión $\tau_0 = \tau_c/l$, donde $c=d/2$ y $J= \pi d^4/32$ [32].....	45
Figura 23 Transmisión de movimiento por medio de piñones [56].....	46
Figura 24 DCL eje conducido.....	47
Figura 25 DCL eje conductor	48
Figura 26 Diagrama de cargas en eje conductor.....	48
Figura 27 Eje redondo con filete en el hombro en flexión $\tau_0 = M_c/l$, donde $c=d$ y $I= \pi d^4/64$ [32].....	49
Figura 28 Diagrama de Von Mises Eje deslizamiento	53
Figura 29 FDS en eje de deslizamiento	53
Figura 30 Dimensiones cadena de rodillos.....	55
Figura 31 Dimensiones de cadenas.....	56
Figura 32 Cargas de rotura en cadenas de rodamiento.....	56
Figura 33 Dentado de ruedas para cadena de rodillos	57
Figura 34 Distancia entre centros de catarinas.....	57
Figura 35 Dimensiones de tolva pirámide truncada	59
Figura 36 Fuerza de rozamiento aplicada en una cara de la tolva.....	61
Figura 37 Diagrama Von Mises de Tolva	62
Figura 38 Diagrama de FDS en Tolva.....	63
Figura 39 Carrera estándar de cilindros de acuerdo al diámetro	63
Figura 40 Características técnicas de cilindros 6, 10, 16 mm.....	64
Figura 41 Fuerza resultante del cilindro neumático sellado SMC.....	65
Procedimiento de selección de cilindro neumático [39]	65
Figura 42 Consumo de aire cilindro SMC. Procedimiento de selección del cilindro neumático [39]	66

Figura 43 Consumo de aire de la tubería.....	67
Figura 44 Fuerzas ejercidas sobre la estructura.....	69
Figura 45 Análisis de Von Mises en la estructura.....	69
Figura 46 Análisis de Von Mises en viga.....	70
Figura 47 Fuerzas aplicadas en la viga.....	71
Figura 48 DCL, diagramas de carga en viga.....	72
Figura 49 Diagrama de procesos.....	74
Figura 50 Diagrama de flujo de sistema automático.....	75
Figura 51 Prueba dosificación: PESO.....	77
Figura 52 Prueba dosificación: TIEMPO.....	78
Figura 53 Prueba desplazamiento: Distancia.....	78
Figura 54 Prueba de desplazamiento: Tiempo.....	79
Figura 55 Tolva de almacenamiento.....	92
Figura 56 Corte de disco giratorio.....	92
Figura 57 Disco giratorio ensamblado con eje.....	93
Figura 58 Elaboración de vasos dosificadores.....	93
Figura 59 Disco fijo.....	94
Figura 60 Ejes de desplazamiento.....	94
Figura 61 Ejes de desplazamiento y tubo de descarga.....	95
Figura 62 Sellador.....	95
Figura 63 Estructura de la máquina.....	96
Figura 64 Tablero de control de dosificación y sellado de la máquina.....	97
Figura 65 Panel de control de temperatura de sellado.....	97

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Acero inoxidable de aleación fina y aleaciones de aluminio</i>	17
Tabla 2 Propiedades mecánicas de polietileno [29]	21
Tabla 3 Tabla de Peso específico criterios tolva.....	29
Tabla 4 Peso específico Almacenamiento	29
Tabla 5 Peso específico Precio	29
Tabla 6 Peso específico Construcción	30
Tabla 7 Concusiones selección de tolva	30
Tabla 8 Peso específico de criterio de sellado	31
Tabla 9 Peso específico Abastecimiento	32
Tabla 10 Peso específico Precio	32
Tabla 11 Peso específico Mantenimiento	32
Tabla 12 Peso específico Tamaño	33
Tabla 13 Conclusiones elección sellado	33
Tabla 14 Mediciones de peso maní confitado con y sin recipiente	34
Tabla 15 Factor de carga en cilindro [39].....	64
Tabla 16 Cargas soportadas en la estructura	68
Tabla 17 Dimensiones de estructura.....	68
Tabla 18 Prueba de temperatura de sellado 2 segundos.....	79
Tabla 19 Prueba de temperatura en sellado 4 segundos.....	80
Tabla 20 Prueba de temperatura en sellado 4 segundos.....	80
Tabla 21 Costos directos	81
Tabla 22 Costos Indirectos	82
Tabla 23 Cálculo de VAN y TIR.....	84

CAPITULO 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El maní es un producto ancestral dentro de los producción ecuatoriana [1] Las áreas maniseras en la mayoría de los casos corresponden a zonas semi-secas, las provincias más fuertes en el cultivo de esta oleaginosa son: Manabí, El Oro, Guayas y Loja, siendo estas las provincias que dotan del producto para la región norte del país y para la región sur de Colombia [2].

Se estima que anualmente se cultiva entre 15000 a 20000 ha [3], de acuerdo a datos del INIAP se produce un promedio de 3340 kg por hectárea. [4]. El maní que se cosecha en Manabí es utilizado para la gastronomía y el de Loja para la confitería [1].

En Ecuador el total del grano de maní cosechado se procesa para consumo humano directo, y el follaje sirve para alimentación de animales domésticos. El grano de maní se utiliza en forma directa y en subproductos como aceites, mayonesas, mantequilla; además de su utilización en platillos típicos como viches de mariscos, guatita, tamales, entre otros, también se usa como ingrediente para cremas, cosméticos e incluso jabonería fina [5]. En la actualidad alrededor de 5000 T del volumen total producido se destina para confitería [6].

Parte de la pequeña industria no solo de Imbabura sino a nivel nacional se ha dedicado a la elaboración de este confite [7] como sustituto de los bocadillos dulces para ofertarlo en los supermercados y dulcerías, su elaboración no incluye productos químicos.

En la actualidad las pequeñas empresas en el país buscan maneras de ser más competitivas, para conseguir este propósito deben ser más eficientes lo que se logrará con la adquisición de nuevas tecnologías que permitan competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a calidad y economía; en el año 2013 en la provincia de Loja, el gobierno seccional e instituciones públicas apoyaron a los productores de dulces tradicionales

mediante la dotación de maquinaria a las poblaciones en que se registró mayor producción (170 T por mes), los equipos implementados permiten mejorar la presentación del producto final y agilizar la producción, siendo así que se duplicó la producción a 350 T por mes, este volumen de producción permite dotar en mercados a escala nacional [8].

En la industria artesanal de la zona norte del país actualmente todos los procesos para la elaboración de maní enconfitado se realizan de forma artesanal incluyendo la dosificación y el sellado, para el empaçado utilizan funda tubular, que compran en rollos de 100 m, cortan a la medida de 0,15 m y con una selladora de bolsas plásticas cierran uno de los extremos de la funda, con la ayuda de una taza la cual su volumen equivale a 125 g, colocan el maní enconfitado y con la ayuda de una cuchara completan o retiran el producto de la funda de acuerdo al peso (125 g) que marca la balanza análoga que utilizan para realizar la dosificación [9].

En la actualidad realizar el empaçado ralentiza la producción, limitando a un valor diario de 50 kg [9], tanto el producto como las bolsas para el empaçado están en contacto directo y constante con las personas que realizan este proceso.

La pequeña industria que elabora el maní enconfitado pretende aumentar la producción diaria de este bocadillo a 200 kg, para lo que requieren agilizar el proceso de empaçado y así distribuir el producto a mayor escala y en supermercados.

Para cumplir esta expectativa las microempresas están en capacidad de invertir 3000 dólares [9].

Una máquina dosificadora y selladora se implementará con la finalidad de dar una solución práctica y real, esta facilitará el trabajo con el empaçado en menor tiempo lo que permitirá un aumento en la producción, garantizando inocuidad y buena presentación del producto.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Construir una máquina dosificadora volumétrica y selladora de maní enconfitado, para la industria artesanal de la zona norte del país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar el principio de funcionamiento de una máquina empacadora volumétrica.
- Diseñar los diferentes sistemas mecánicos y eléctricos que conformarán el prototipo.
- Construir las diferentes piezas y ensamblar el sistema eléctrico para el funcionamiento de la empacadora.
- Validar mediante simulaciones y pruebas el funcionamiento de la máquina.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para disminuir el contacto producto – operador, aumentar la producción, y mejorar la presentación; se requiere una máquina dosificadora que no afecte en gran medida el presupuesto de las MIPYMES dedicadas a esta actividad.

Por lo cual se pretende construir una máquina dosificadora volumétrica y selladora para maní enconfitado, que cumpla los requerimientos sanitarios, mantenga la fiabilidad y disminuya la inversión.

1.4 ALCANCE

La máquina debe cumplir las normas sanitarias para alimentos, la fabricación no debe superar los costos de las emparadoras existentes en el mercado, su construcción se hace con materiales a los que se tenga fácil acceso, debe brindar seguridad para la persona que la opere.

La máquina dosificadora volumétrica y selladora como un modelo inicial únicamente entregará fundas individuales de maní enconfitado con un volumen equivalente a 125 g cada una, con error de aproximadamente 0,24% causado por la no uniformidad del maní y por el espacio existente entre los granos de maní, se va a producir máximo 300 fundas por hora.

Se tiene una expectativa de vida útil de la máquina de 10 años.

Para el empaque se utilizará un sistema de funda tubular, dado que actualmente las MIPYMES cuentan con este material para realizar este proceso [9].

CAPITULO 2

2.1 ESTADO DEL ARTE

A continuación se realiza una revisión de los antecedentes más destacados acerca de máquinas destinadas a empaquetamiento de productos alimenticios de consumo humano:

En el 2010 Morales Emilio, elaboró una empacadora para alimentos molidos y secos como achiote, anís, semilla de mostaza; la capacidad de carga es entre 15 a 25 kg, el producto desciende por acción de la gravedad a un vaso dosificador este se desplaza con ayuda de un pistón, para el empaque utiliza rollos de polietileno, la máquina dosifica en fundas de 50 g, el costo de construcción de esta es de 2190 dólares. Esta máquina está propuesta para trabajar en las MIPYMES [10], pero al estar destinada a productos molidos no se puede aplicar para empacar maní enconfitado, además la presentación final no es la que se requiere (125 g). El costo de elaboración de esta máquina se toma como referente para el costo final de la máquina de se desea construir, ya que está dentro del presupuesto del que disponen las microempresas.

En el 2013 Mauricio Iza & Medina Alex diseñan una máquina dosificadora y empacadora para snacks de la empresa ECUAMEX S.A, la dosificación se la realiza por volumen y por peso, permite enfundar entre 23 a 40 unidades por minuto, en peso entre 15 a 120 g. dependiendo del material que se desea empacar, el costo de fabricación de esta máquina es de 12762 dólares [11]. En la empresa ECUAMEX, para la que esta máquina destinada esta máquina el volumen de producción es mayor que el de las MIPYMES, además el costo de su elaboración es mayor al presupuestado por las microempresas.

Las empresas dedicadas al mercado de empacadoras industriales ofrecen máquinas con dosificación volumétrica, y sistemas de sellado vertical, los costos de estas van de 13.000 hasta 55.000 dólares, también se puede encontrar equipos que realizan únicamente el proceso de dosificación

volumétrica el costo de estos es de 3.500 dólares en adelante [12]. Los precios de estos equipos no son accesibles para las MIPYMES, además las empresas que elaboran estas máquinas se centran en ofrecer sus productos y la explicación de las características no aborda el total de sus funcionalidades, lo que limita para quienes necesitan un equipo especializado como es la máquina empacadoras de granos en específico maní.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Características del maní

El maní (*Arachis hypogaea* L.) figura 1, es una especie de la familia de las leguminosas originaria de la región Andina del noreste de Argentina y Bolivia. Constituye un rubro agrícola de gran importancia, por su valor nutricional y económico. [3] Las vainas representan el principal elemento útil de la planta y están constituidas por el 70 a 80% de granos y el resto por la cascara, contiene alrededor del 7% de proteínas, 1% de materia grasa y 61% de celulosa, como componentes principales [13].



Figura 1 Vainas de Maní [3]

El maní es fuente de proteínas de origen vegetal y otros nutrientes, las proteínas ayudan en el desarrollo y crecimiento, y las vitaminas proporcionan minerales que ayudan al organismo en muchos procesos. La grasa del maní

no contiene colesterol LDL (más conocido como colesterol malo), al ser un 80% grasas insaturadas [3].

Utilización del maní a nivel de Sudamérica

En Paraguay se prepara un dulce en base a maní y miel negra de caña. En Uruguay y Argentina se consume de diversas formas: tostado, azucarado como garrapiñadas, turrone y pralinés, recubierto de chocolate. En Argentina se produce manteca de maní que es exportada, con esta producen una especie de turrón semiblando conocido como Mantecol. Argentina es el mayor productor de maní de América latina y el noveno mayor productor en el mundo.

En Brasil se produce una dulce a base de maní, almidón de mandioca y azúcar, conocido como paçoquinha.

En Colombia se lo consume frito, tostado sin cascara, tostado con cáscara y confitado con caramelo quedando de color rojizo por el colorante de la cáscara, también se utiliza para fabricar turrone o bañado en caramelo.

En Chile y maní se venden como aperitivos y se venden tanto en supermercados como en las calles, en Cuba el maní tostado y empaquetado lo denominan “cucuruchos de maní”.

En México se lo encuentra en diferentes presentaciones salados, japoneses, garapiñados, enchilados, etc.; se utiliza en dulces tradicionales como “palanqueta” o “pepitoria”, el mazapán de cacahuate [14].

La utilización del maní está relacionada con las características físicas y químicas de la planta. El destino que se le da a la producción de los granos de maní en Ecuador, en los últimos años es principalmente para consumo humano directo, en lo que se denomina “maní confitería” [13].

2.2.2 Elaboración de maní confitado

El maní confitado (figura 2) es un dulce que se consume en cualquier época del año, para la elaboración de este confite en la industria artesanal se sigue un proceso, el mismo que consiste:

1. Lo primero a realizar con los granos es someterlos al proceso de tostado, para ellos previamente se ha de limpiar el producto verificando

no existe presencia de pequeñas piedras y residuos. Durante este proceso en la paila se moverá constantemente las semillas para evitar se queme, estarán listas cuando se pueda retirar la cáscara fácilmente del maní.

2. Lo segundo es el pelado para ello, cuando se encuentra frío se frota las semillas entre ellas pero procurando no destruirlas; la cáscara se separa con ayuda de una sopladora.
3. Una vez el grano este pelado se selecciona el maní que tenga buenas características tanto en tamaño, color, frescura, sin pudrición ni manchas extrañas, y se lo pesa de acuerdo a la cantidad a confitar.
4. Se cocina el maní en una pequeña cantidad de agua de acuerdo a la cantidad a confitar, y se retira el agua.
5. En una paila se coloca 50% de maní cocinado y 50 % de azúcar morena o panela y una pequeña cantidad de agua para diluir el endulzante.
6. Cuando el grano de maní se encuentra cubierto por caramelo y se separan entre granos se retira de la paila y se coloca en recipientes donde se enfriarán.
7. Cuando el snack está completamente frío se realiza la dosificación, se procede a enfundar en cantidades de 125 g y sellar [9].



Figura 2 Maní confitado [43]

Proceso de dosificación y sellado de maní confitado

La dosificación se la realiza con el fin de envasar un producto en un volumen exacto ya sea de sólidos o líquidos, sin generar desperdicio de material y así disminuir el costo de producción final. El sellado y corte permite realizar

envases plásticos como fundas de diferentes tamaños para el empaque de los productos.

Este empaque brinda protección al producto, y la manipulación de este proceso debe ser higiénica, para asegurar que los productos sean aptos para el consumo.

2.2.3 Buenas prácticas de manufactura BPM

Conjunto de medidas preventivas y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan así los riesgos potenciales o peligros para su inocuidad, son aplicables a equipos, utensilios y personal.

Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y construidos de acuerdo a las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento, de manera que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar.

Todo el equipo y utensilios que puedan entrar en contacto con los alimentos deben estar en buen estado y resistir las repetidas operaciones de limpieza y desinfección. En cualquier caso el estado de los equipos y utensilios no representará una fuente de contaminación del alimento [15].

La elaboración de maní enconfitado debe cumplir las siguientes normas establecidas para la industria alimenticia:

- NTE INEN 2722:2013 (CODEX STAN 200-1995)2013-09-05 Norma del CODEX para el maní destinado a elaboración para el consumo humano [16]
- RTE INEN 131 Seguridad e higiene de maquinaria para procesamiento de alimentos, este reglamento establece los requisitos de seguridad e

higiene que ha de cumplir la maquinaria para procesamiento de alimentos para proteger la seguridad, la vida y la salud de las personas el medio ambiente. [17].

- NTE INEN-EN 1186 Materiales y artículos en contacto con productos alimenticios. Plásticos [18].
- ARCSA-Norma técnica de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados, establece el reglamento aplicable a establecimientos donde se procesan, envasan, almacenan y distribuyen alimentos; los equipos utensilios y personal que han de cumplir la normativa; las actividades de fabricación, envasado empacado y comercialización de alimentos en el territorio ecuatoriano; los productos como materia prima e insumos en la fabricación envasado y empacado de alimentos de consumo humano [19].

NSF ANSI 51

Esta norma establece los requisitos mínimos de salubridad y protección de los alimentos que deben cumplir los materiales utilizados en los equipos de fabricación de alimentos para su comercialización.

En el artículo dos establece que los materiales de la zona de alimentación no tendrán plomo, arsénico cadmio o mercurio. Los materiales en general serán lisos y fáciles de limpiar, serán resistentes a la corrosión.

El acero inoxidable utilizado en los equipos alimentarios debe ser del tipo:

AISI 200 aleaciones

AISI 300 aleaciones

AISI 400 aleaciones

El acero inoxidable se utiliza en la zona alimentaria porque su contenido de cromo es menor al 16%. Los materiales AISI 200 o 300, y las aleaciones de aluminio presentan resistencia a la corrosión [20].

El acero inoxidable de aleación fina suele ser el preferente seleccionado para la construcción de máquinas y equipos de la industria alimentaria [21].

Tabla 1 Acero inoxidable de aleación fina y aleaciones de aluminio

Aceros de aleación fina (conformidad con la directiva 2002/95/CE(RoHS))					
AISI	EN10088-1	DIN	Internacional	Apto para el contacto con productos alimentarios según	Clase de resistencia a la corrosión CRC
AISI 304	X5CrNi18-10	1,4301	OCr18Ni9(China)	ANSI/NSF51	3(4 con superficie lisa p.ej. mediante pulido electrónico)
			SUS 304 (Japón)		
			STS 304 (Corea)		
			08Ch18N10(CEI)		
AISI 316	X5CrNiMo17-12-2	1,4401	STS 316 (Corea)	ANSI/NSF 51	3(4 con superficie lisa p.ej. mediante pulido electrónico)
			08Ch16N11M3 (CEI)		
			OCr17Ni12Mo (China)		
			SUS 316 (Japón)		
AISI 316L	X2CrNiMo17-12-2	1,4404	00Cr17Ni14Mo2 (China)	ANSI/NSF 51	3(4 con superficie lisa p.ej. mediante pulido electrónico)
			STS 316L (Corea)		
			SUS 316L (Japón)		
AISI 316L	X2CrNiMo18-14-3	1,4435	00Cr17Ni14Mo2 (China)	ANSI/NSF 51	3(4 con superficie lisa p.ej. mediante pulido electrónico)
			SUS 316L (Japón)		
AISI 329	X3CrNiMoN27-5-2	1,446	0Cr26Ni5Mo2 (China)	ANSI/NSF 51	3(4 con superficie lisa p.ej. mediante pulido electrónico)
			10Ch26N5M (CEI)		
			SUS 329J1 (Japón)		
AISI 316Ti	X6CrNiMoTi17-12-2	1,4571	OCr18Ni12MoTi (China)	ANSI/NSF 51	El titanio incrementa la CRC a 4
			10Ch17N13M2T (CEI)		
			STS 316Ti (Corea)		
			SUS 316Ti (Japón)		

Aleaciones de aluminio (conformidad con la directiva 2002/95/CE(RoHS))				
Denominación	Código de material según EN	Apto para el contacto con productos alimentarios según	Clase de resistencia a la corrosión CRC sin atraer	Clase de resistencia a la corrosión CRC anodizado
AlCuMg1,AlCuMg2	EN AW-2017A, EN AW-2024	-	0	1
Al99,5	EN-AW-1050A	ANSI/NSF 51	0 ... 1	2
AlMgSi0,5	EN-AW-6060	ANSI/NSF 51	0 ... 2	3
AlMgSi0,7	EN-AW-6005A	ANSI/NSF 51	0 ... 2	3
AlMgSi1	EN-AW-6082	ANSI/NSF 51	0 ... 2	3
AlMg1, AlMg3, AlMg5	EN-AW-5005, EN-AW-5774, EN-AW-5019	ANSI/NSF 51	0 ... 2	3

De los materiales mencionados en la tabla 1, se observa que la resistencia a la corrosión del acero inoxidable es de clase 3, y por lo antes expuesto se selecciona este material para construir las partes de la máquina que tienen contacto directo con el alimento.

Por la facilidad de adquisición en el mercado local se opta por utilizar el acero AISI 304.

2.2.4 Máquina empacadora volumétrica

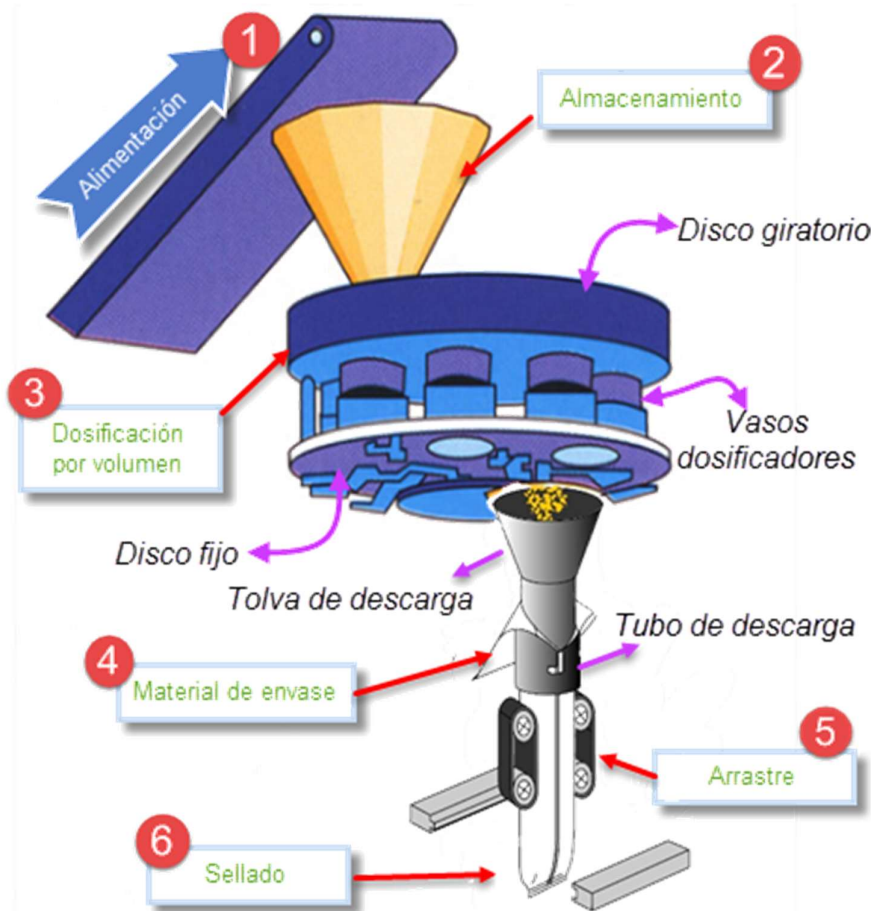


Figura 3 Dosificador volumétrico [22]

En la figura 3 se observa el proceso que realiza una máquina empacadora. La alimentación (Numeral 1) explica la forma en la que llega la materia prima a la máquina, esta puede ser manual o automática con ayuda de bandas transportadoras. La materia prima es colocada en la tolva de almacenamiento

(Numeral 2), el diseño de la tolva permite que el producto descienda por gravedad y en cantidades moderadas para ser dosificado. La dosificación se realiza por volumen (Numeral 3), el producto que desciende de la tolva cae en el disco giratorio, este tiene perforaciones en las que se coloca vasos dosificadores cuyo volumen equivale a la cantidad en gramos que se desea dosificar. El disco giratorio transporta el vaso lleno hacia la posición de descarga. La parte inferior de los vasos esta sobre un disco fijo de igual diámetro que el disco giratorio, este disco tiene una sola perforación de igual diámetro que el de los vasos dosificadores por esta desciende el material dosificado a una boquilla de descarga cuyo objetivo es direccionar el producto a un tubo de descarga, donde se coloca la funda de tipo tubular (Numeral 4), el tubo permite que por su interior descienda el maní hasta la funda que previamente ha sido sellada.

Para envasar el producto dosificado la funda tubular que se encuentra plegada en el ducto debe descender, para ello se acciona el mecanismo de arrastre (Numeral 5), que mediante rodillos acoplados a un motor presionan la funda hacia el tubo manteniendo tenso el plástico, de tal forma que no se producen desalineaciones, el material de empaque se desliza gracias a la tracción ejercida por este mecanismo que al girar arrastra la cantidad requerida de material para el envase [23]. El mecanismo de arrastre está ubicado previo al sellado horizontal (Numeral 5) que se realiza para terminar la bolsa y separarse del rollo de funda tubular.

El producto dosificado cae en el envase formado parcialmente (Numeral 5), el cual luego es sellado horizontalmente para terminar la bolsa y separarse del rollo de funda tubular.

El sello final no solo forma el cierre del empaque lleno sino que también es el sello de fondo de la próxima bolsa.

2.2.5 Tolva de Almacenamiento

Es el lugar donde será depositado el producto previo a ser dosificado.

Una tolva es el dispositivo en el que se deposita el material para que el contenido pase a otro lugar por una boca de salida más estrecha que la de entrada.

El peso mínimo del producto es de 25 kg, la tolva debe soportar este peso sin deformarse.

Debe ser desmontable para limpieza y mantenimiento [24].

El tamaño y geometría dependen de los requerimientos funcionales como son volumen de almacenamiento, forma de descarga, los más utilizados son las que se muestran en la figura 4, en forma de pirámide truncada, prisma trapezoidal y cono truncado [10].

En cuanto a capacidad de almacenamiento los de sección cuadrada almacenan un 27% más que un cilíndrico de igual diámetro. Las tolvas pirámide truncada son más fáciles de construir [25]

Las tolvas de sección cuadrada y rectangular ejercen una compresión poco uniforme provocando un flujo tipo embudo, mientras en la tolva cilíndrica se ejerce una compresión gradual y el flujo es en masa [26].

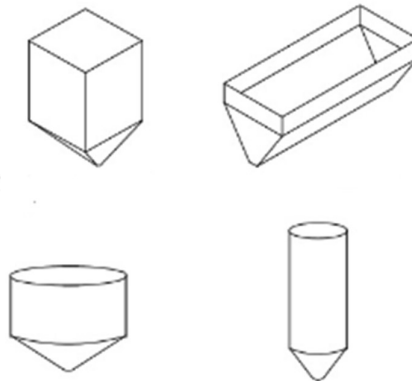


Figura 4 Geometrías de tolvas [25]

2.2.6 Material de envase

El empaquetamiento se realiza con rollos de funda de polietileno tipo tubular [9].

Polietileno (PE)

El polietileno es el plástico más común debido a que es muy económico, se lo emplea principalmente para la fabricación de bolsas plásticas, películas de plástico, botellas, etc. [27].

El Polietileno convencional de alta densidad es una resina termoplástica, blanca translúcida.

A temperatura ambiente, su densidad se encuentra normalmente entre 0,94 y 0,96 g/cm³, su estructura es alrededor de un 60% cristalina: el resto es amorfo. Muchos tipos de polietileno son conocidos, pero casi siempre presenta la fórmula química (C₂H₄)_nH₂. El PE es generalmente una mezcla de compuestos orgánicos similares que difieren en el valor de n.

Una molécula del polietileno es una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono, como se observa en la figura 5.

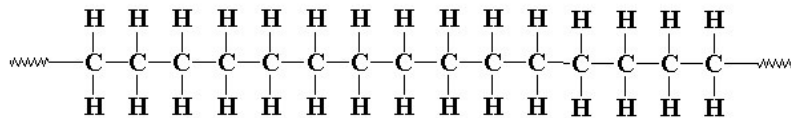


Figura 5 Estructura química de polietileno [28]

Propiedades del polietileno:

Tabla 2 Propiedades mecánicas de polietileno [29]

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIETILENO
DENSIDAD	g/cm ³	ASTM D762	0,96
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	kg / cm ²	D638	250
ELONGACIÓN	%	D638	50 – 800
MODULO DE ELASTICIDAD	kg .cm ²	D638	3,5 A 1,3 *10 ³
DUREZA	- --	D785	D 70 / 80
RESISTENCIA AL IMPACTO	ft.lb/in	D256	0,5 – 20
RESISTENCIA DIELECTRICA	Kvolt/mm	-----	22
ABSORCION DE HUMEDAD 23°C A 60%	%	-----	0,2
TEMPERATURA DE TRABAJO	°C	-----	80°

Propiedades físicas:

El polietileno es un polímero termoplástico que consiste en largas cadenas de hidrocarburos. Dependiendo de la cristalinidad y el peso molecular, un punto de fusión y de transición vítrea puede o no ser observables. La temperatura a la que esto ocurre varía fuertemente con el tipo de polietileno. Para calidades comerciales comunes de polietileno de media y alta densidad, el punto de fusión está típicamente en el rango de 120 a 130°C (248 a 266°F). El punto de fusión promedio polietileno de baja densidad comercial es típicamente 105 a 115°C (221 a 239°F) [28].

Las propiedades de la tabla 2 indican que el polietileno es resistente a la flexión, su desgaste es escaso, y posee buenas propiedades de deslizamiento.

El polietileno soporta temperaturas de hasta 80°C, sin someterlo a grandes exigencias mecánicas, soporta hasta 200°C sin romperse y la conductividad térmica es muy baja.

El valor medio del coeficiente de fricción: 0,25 [29].

Propiedades químicas:

La mayoría de los grados de polietilenos de baja, media y alta densidad tienen una excelente resistencia química, lo que significa que no es atacado por ácidos fuertes o bases fuertes. También es resistente a los oxidantes suaves y agentes reductores. El polietileno se quema lentamente con una llama azul que tiene una punta de color amarillo y desprende un olor a parafina. El material continúa ardiendo con la eliminación de la fuente de llama y produce un goteo. El polietileno (aparte del polietileno reticulado) generalmente se puede disolver a temperaturas elevadas en hidrocarburos aromáticos tales como tolueno o xileno, o en disolventes clorados tales como tricloroetano o triclorobenceno [28].

Clasificación de tipos de polietileno:

El polietileno se clasifica en varias categorías basadas sobre todo en su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables tales como la extensión y el tipo de ramificación, la estructura cristalina y el peso molecular. Con respecto a los volúmenes

vendidos, los grados de polietileno más importantes son el HDPE, LLDPE y LDPE [28].

2.2.7 Sellado

El sellado es el proceso de soldado de un termoplástico a sin desintegrar el material usando calor y presión.

Las termoselladoras o sellador térmico es una máquina utilizada para el sellado de materiales termoplásticos utilizando calor.

Un buen sellado es el resultado de tiempo, temperatura y presión correctos para determinado material termoplástico.

Existen diferente tipos de termosellado de los cuales nos enfocamos en los que trabajan con polietileno, que es el material de envase con el que trabajaremos.

Sellado por contacto directo:

Posee una herramienta que es calentada y se mantiene a una temperatura constante. Esta utiliza una o más barras calentadas que hace contactar el material con la interfase caliente y formar una unión. Las barras, planchas y troqueles tienen diferentes configuraciones y se pueden cubrir con una capa anti-adherente para evitar que se pegue a la herramienta caliente, como se muestra en la figura 6.

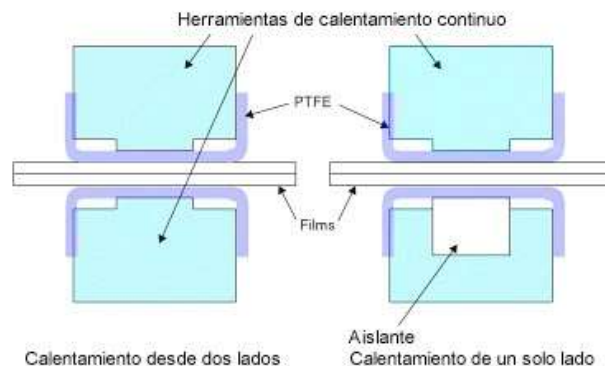


Figura 6 Sellado por contacto directo [30]

Sellado térmico por impulso de mordazas:

Tiene elementos de calefacción colocados entre un caucho sintético resistente y una superficie antiadherente.

Los elementos calefactores no se calientan continuamente; se genera calor sólo cuando fluye la corriente. Cuando los materiales se colocan en el cierre por calor, se mantienen en su lugar por la presión figura 7. Una corriente eléctrica calienta el elemento de calentamiento durante un tiempo especificado para crear la temperatura requerida. Las mordazas mantienen el material en su lugar después de que se detuvo el calentamiento, a veces con agua de refrigeración.

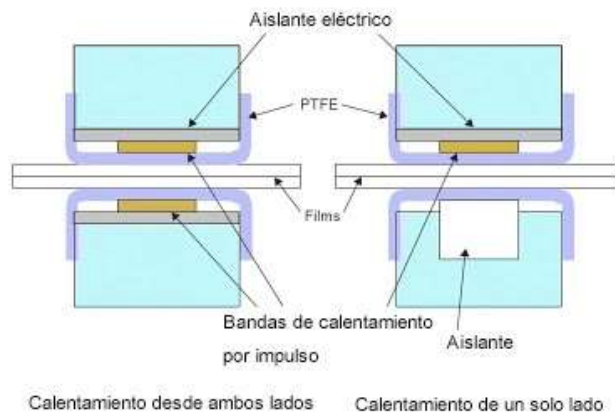


Figura 7 Sellado por impulso [30]

Sellado por alambre caliente:

Implica un alambre caliente que corta las superficies y los une con un cordón de borde fundido. En la figura 8 se observa las partes que conforman una selladora por alambre caliente.

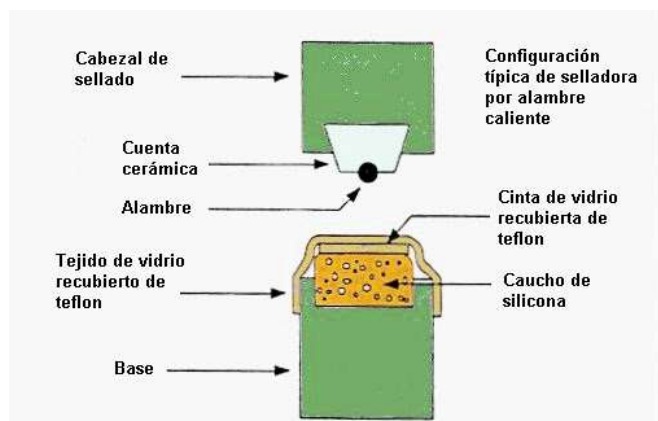


Figura 8 Sellado por alambre caliente [30]

Sellado por inducción:

Se denomina sellado por inducción, a un método, sin contacto, de calentar un disco metálico para sellar herméticamente la parte superior de recipientes de plástico o de vidrio. Este proceso de sellado se realiza luego que el contenedor ha sido llenado con su contenido y la tapa se ha colocado en su posición, como se puede ver en la figura 9.

El método utiliza el principio de inducción electromagnética para generar calor y fijar el material del sello.

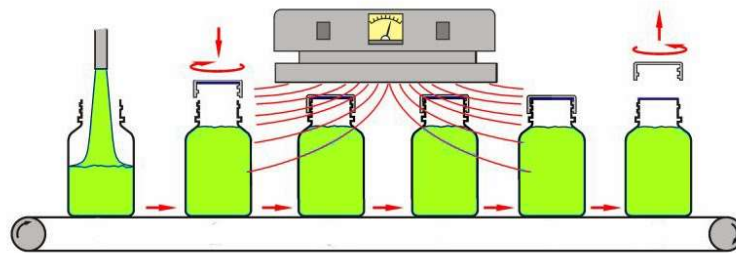


Figura 9 Sellado por inducción [30]

Sellado por gas caliente:

El calentamiento de las zonas a sellar es realizado mediante aire caliente para lograr el ablandamiento del termoplástico con la posterior aplicación de presión para lograr la soldadura [30].

CAPITULO 3

3.1 FUNCIONES ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE LA MÁQUINA

La máquina empacadora debe realizar la dosificación de maní enconfitado para una presentación final de 125 g.

Para poder diseñar y seleccionar los componentes de la máquina se debe conocer ciertos parámetros:

- La empacadora está destinada a utilizarse en la industria alimenticia, específicamente trabajará con maní enconfitado.
- Este equipo está diseñado para las microempresas, su producción actual de maní confitado es de 50 kg diarios pero se quiere incrementar a un valor de 200 kg. El tiempo que los microempresarios destinan al empaquetamiento es de 4 horas diarias.
- La dosificación es en fundas de 125 g que es la presentación que las MIPYMES ofertan.
- Para el sellado se utiliza las fundas de tipo tubular de 0,07 m de ancho, da la que dispone las microempresas.
- Se diseña la máquina con una expectativa de vida útil de 10 años [9].
- La máquina debe cumplir con normas de seguridad y de la industria.
- En el sellado la funda no debe presentar quemaduras, ni ser rota por efecto del sellado.

3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la selección de alternativas, primero se realiza una tabla de ponderación de acuerdo al grado de importancia de cada parámetro. Esta tabla se elabora con el *método ordinal corregido de criterios ponderados*.

El método ordinal corregido de criterios ponderados consiste en numerar los parámetros en orden de importancia, luego se ubican en la tabla como una matriz cuadrada y se califican las posibilidades.

Las condiciones para la ponderación son:

- Si los parámetros coinciden, no tienen calificación.
- Si los parámetros tienen el mismo grado de importancia, se califica con 0,5.
- Si el parámetro de las filas es superior (o mejor; >) que el de las columnas se califica con 1.
- Si el parámetro de las filas es inferior (o menor; <) que el de las columnas se califica con 0.

Para cada criterio se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios y se le suma una unidad. En otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio.

La evaluación total es el resultado de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio [31].

3.2.1 Selección de alternativas de tolva de almacenamiento

Para las alternativas y criterios de selección se revisa los tipos de tolva indicados en el literal 2.2.5.

Alternativas:

- Solución a: Tolva cono truncado
- Solución b: Tolva pirámide truncada
- Solución c: Tolva prisma trapezoidal

Los criterios que se consideran importantes para la selección:

- Precio, la elaboración de este sistema debe estar dentro del presupuesto del que dispone las MIPYMES (3000 dólares).
- Almacenamiento, la tolva debe almacenar mínimo 25 kg sin deformarse.
- Facilidad de construcción.

Evaluación del peso específico de cada criterio:

$\text{Almacenamiento} = \text{precio} > \text{construcción}$

Tabla 3 Tabla de Peso específico criterios tolva

CRITERIO	Almacenamiento	Precio	Construcción	$\Sigma + 1$	PONDERACION
Almacenamiento		0,5	1	2,5	0,42
Precio	0,5		1	2,5	0,42
Construcción	0	0		1	0,16
			Total	6	1

Evaluación de los pesos específicos de las distintas soluciones por cada criterio:

Peso específico del criterio **Almacenamiento**:

Solución b = solución c > solución a

Tabla 4 Peso específico Almacenamiento

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0	0	1	0,16
solución b	1		0,5	2,5	0,42
solución c	1	0,5		2,5	0,42
			Total	6	1

Peso específico del criterio **Precio**:

Solución b = solución c > solución a

Tabla 5 Peso específico Precio

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0	0	1	0,16
solución b	1		0,5	2,5	0,42
solución c	1	0,5		2,5	0,42
			Total	6	1

Peso específico del criterio **Construcción**:

Solución b > solución a = solución c

Tabla 6 Peso específico Construcción

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0	0,5	1,5	0,25
solución b	1		1	3	0,5
solución c	0,5	1		1,5	0,25
			Total	6	1

Cálculo de la tabla de conclusiones:

Tabla 7 Conclusiones selección de tolva

CONCLUSION	Almacenamiento	Precio	Construcción	Σ	PRIORIDAD
solución a	0,16 * 0,42	0,16 * 0,42	0,25 * 0,16	0,174	3
solución b	0,42 * 0,42	0,42 * 0,42	0,5 * 0,16	0,433	1
solución c	0,42 * 0,42	0,42 * 0,42	0,25 * 0,16	0,393	2

En la tabla 7 la solución b tiene mejor puntuación, seguida de la solución c, mientras que la solución a se descarta ya que dista mucho en relación a la anteriores.

La solución b es la tolva de **pirámide truncada**.

3.2.2 Selección de alternativas de sellado

En el literal 2.2.8 se indicó los sistemas de sellado existentes de los que se selecciona:

- Solución a: Sellado térmico por impulso de mordazas
- Solución b: Sellado por alambre caliente
- Solución c: Sellado por contacto directo
- Solución d: Sellado por gas

Los criterios de valoración que se consideran más determinantes para la selección son:

- Tamaño, El sistema seleccionado debe adaptarse fácilmente en la empacadora para envasar el producto previamente dosificado.
- Facilidad de abastecimiento, el diseño debe acoplarse para trabajar con funda de tipo tubular.
- Precio, la elaboración de este sistema debe estar dentro del presupuesto del que dispone las MIPYMES (3000 dólares).
- Mantenimiento, facilidad de reemplazo de piezas.
- Seguridad, el sistema de sellado debe brindar seguridad al operador.

Evaluación del peso específico de cada criterio:

<i>Abastecimiento = precio > mantenimiento > tamaño</i>

Tabla 8 Peso específico de criterio de sellado

CRITERIO	TAMAÑO	MANTENIMIENT O	ABASTECIMIENT O	PRECIO	Σ + 1	PONDERACIO N
TAMAÑO		0	0	0	1	0,1
MANTENIMIENT O	1		0	0	2	0,2
ABASTECIMIENTO	1	1		0,5	3,5	0,35
PRECIO	1	1	0,5		3,5	0,35
				Total	10	1

Evaluación de los pesos específicos de las distintas soluciones por cada criterio:

Peso específico del criterio **Abastecimiento**:

Solución a = solución b = solución c > solución d

Tabla 9 Peso específico Abastecimiento

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	solución d	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0,5	0,5	1	3	0,3
solución b	0,5		0,5	1	3	0,3
solución c	0,5	0,5		1	3	0,3
solución d	0	0	0		1	0,1
Total					10	1

Peso específico del criterio **Precio**:

Solución b > solución a > solución c = solución d

Tabla 10 Peso específico Precio

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	solución d	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0	1	1	3	0,3
solución b	1		1	1	4	0,4
solución c	0	0		0,5	1,5	0,15
solución d	0	0	0,5		1,5	0,15
Total					10	1

Peso específico del criterio **Mantenimiento**

Solución a > solución b > solución c = solución d

Tabla 11 Peso específico Mantenimiento

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	solución d	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		1	1	1	4	0,4
solución b	0		1	1	3	0,3
solución c	0	0		0,5	1,5	0,15
solución d	0	0	0,5		1,5	0,15
Total					10	1

Peso específico del criterio **Tamaño**

Solución a = solución b > solución c > solución d

Tabla 12 Peso específico Tamaño

CRITERIO	solución a	solución b	solución c	solución d	$\Sigma + 1$	PONDERACION
solución a		0,5	1	1	3,5	0,35
solución b	0,5		1	1	3,5	0,35
solución c	0	0		1	2	0,2
solución d	0	0	0		1	0,1
Total					10	1

Cálculo de la tabla de conclusiones:

Tabla 13 Conclusiones elección sellado

CONCLUSION	Tamaño	Mantenimient o	Abastecimient o	PRECIO	Σ	PRIORIDAD
solución a	0,35 * 0,10	0,40 * 0,20	0,3 * 0,35	0,30 * 0,35	0,325	2
solución b	0,35 * 0,10	0,3 * 0,20	0,3 * 0,35	0,40 * 0,35	0,34	1
solución c	0,20 * 0,10	0,15 * 0,20	0,3 * 0,35	0,15 * 0,35	0,207	3
solución d	0,10 * 0,10	0,15 * 0,20	0,1 * 0,35	0,15 * 0,35	0,127	4

En la tabla 13, la solución b **Alambre caliente**, tiene la mejor puntuación, seguida por la solución a; las soluciones c y d se descartan ya que dista mucho en relación a la anteriores.

3.3 CÁLCULO DE DENSIDAD DEL PRODUCTO

Para el cálculo de la densidad se realizan varias mediciones de maní enconfitado en un recipiente cilíndrico de 0,04 m y diámetro de 0,075 m obteniendo un volumen de 0,000179 m³

De las mediciones realizadas se obtiene la tabla 14 con los datos del peso del material con y sin recipiente:

Tabla 14 Mediciones de peso maní confitado con y sin recipiente

MEDICIONES	Peso con recipiente (g)	Peso sin recipiente (g)
1	143,4	125,4
2	142,8	124,8
3	143,7	125,7
4	142,9	124,9
5	143	125

De los datos tomados se obtiene que:

Media de masa = 125,2 g

De donde:

Peso específico:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,1252 \text{ kg}}{0,000179 \text{ m}^3} = 699,44 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 699,44 \text{ kg/m}^3$$

CAPITULO 4

DISEÑO DE MÁQUINA

4.1 DISEÑO DE DOSIFICADOR

Para la dosificación se diseña un disco giratorio en base a lo explicado en el literal 2.2.4.

El disco fijo debe contener los 500 g de producto repartido en los cuatro vasos.

4.1.1 Dimensiones de vasos dosificadores

Los vasos dimensionan el volumen a empacar. En este caso los vasos dosificarán en cantidad de 125 g.

Para el diseño de los vasos dosificadores se conoce que el peso específico del maní es $\rho = 699441,34 \text{ g/m}^3$ y con este dato se procede a calcular el volumen ocupado por 125 g.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{125 \text{ g}}{699441,34 \text{ g/m}^3} = 0,000179 \text{ m}^3$$

Los vasos son de forma cilíndrica, cuya altura es de 0,045 m, para calcular su diámetro se utiliza la ecuación de volumen de un cilindro:

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$0,000179 = \pi * r^2 * 0,045$$

$$r = 0,035 \text{ m}$$

$$h = 0,04 \text{ m}$$

4.1.2 Velocidad de giro de disco giratorio:

La máquina va a trabajar un promedio diario de 4 horas, y el volumen a empacar en este tiempo es de 200 kg [9].

En base a estos datos se determina el mínimo número de bolsas a empaca por minuto para cumplir lo anterior:

$$\frac{1 \text{ min}}{\text{cuantos gr}} = \frac{200000 \text{ g}}{240 \text{ min}} = 833,33 \text{ g}$$

$$\frac{833,33 \text{ g}}{125 \text{ g}} = 6,6$$

Entonces, la máquina debe empacar un mínimo de 6 fundas por minuto, es decir que cada 10 segundos se empaca una funda.

Durante el giro del disco se tiene posiciones en las cuales se realiza el llenado de los vasos y la descarga de los mismos. Se diseña para colocar 4 vasos, de manera que mientras en un vaso se llena de producto, en el segundo se produce el arrastre hacia la descarga, en el tercero la descarga y el cuarto está listo para la siguiente carga.

Si se dispone de cuatro vasos y debe realizar un mínimo de 6 descargas por minuto, el disco debe girar a razón de 6 rpm.

$$\omega = 6 \text{ rpm} \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}$$

$$\omega = 0,628 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Esta es la velocidad angular a la que va a trabajar la máquina.

4.1.3 Diseño de diámetro de eje de disco giratorio:

Para encontrar la torsión se encuentra primero el momento de Inercia del conjunto de piezas que integran el plato dosificador.

$$I = \sum m * r^2$$

La inercia en el eje, asignando para el diseño un diámetro de 20mm es:

$$I_{ed} = \frac{1}{2} m * r^2$$

Se diseña el eje con acero AISI 1018, la densidad del material 7870 kg/m³, el límite de fluencia del material es 235 MPa., y el límite de ruptura es 410 MPa. Las dimensiones son 0,01 m de radio, y 0,38 m de largo

Se encuentra la masa en función del volumen:

$$m = V * \rho = \pi r^2 h * 7870 \text{ kg} = 0,939 \text{ kg}$$

Inercia del eje:

$$I_{ed} = 4,697.10^{-5} \text{ kg.m}^2$$

Con ayuda de software se encuentra la inercia en el eje (figura 10) y se compara este valor con los datos calculados anteriormente.

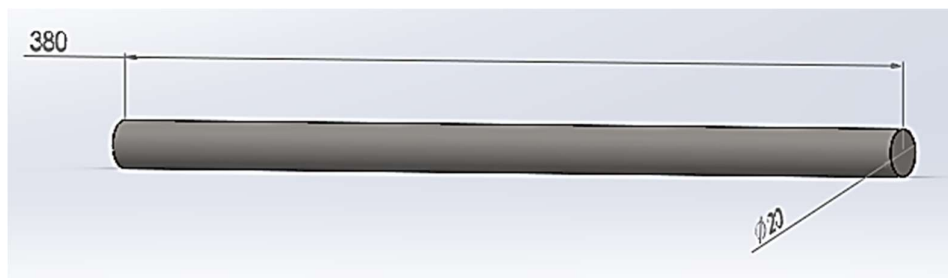


Figura 10 Eje de dosificador

Valores obtenidos en software:

```

Densidad = 7870.38 kilogramos por metro cúbico
Masa = 0.93957006 kilogramos
Volumen = 0.00011938 metros cúbicos
Área de superficie = 0.02450442 metros cuadrados

Centro de masa: ( metros )
X = 0
Y = 0
Z = 0.19

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( kilogramos *
Medido desde el centro de masa.
Ix = ( 0, 0, 1)          Px = 4.698e-005
Iy = ( 0, -1, 0)        Py = 0.01132965
Iz = ( 1, 0, 0)         Pz = 0.01132965
  
```

Figura 11 Inercia en eje dosificador

Los resultados de valores entre Inercia calculada y la inercia generada por el software figura 11, son iguales con esto se comprueba que el software genera *valores confiables*.

A continuación, con la asistencia de software se encuentra la Inercia del mecanismo de dosificación como un conjunto integrado por el plato dosificador, el eje, los vasos y material como se observa en la figura 12.

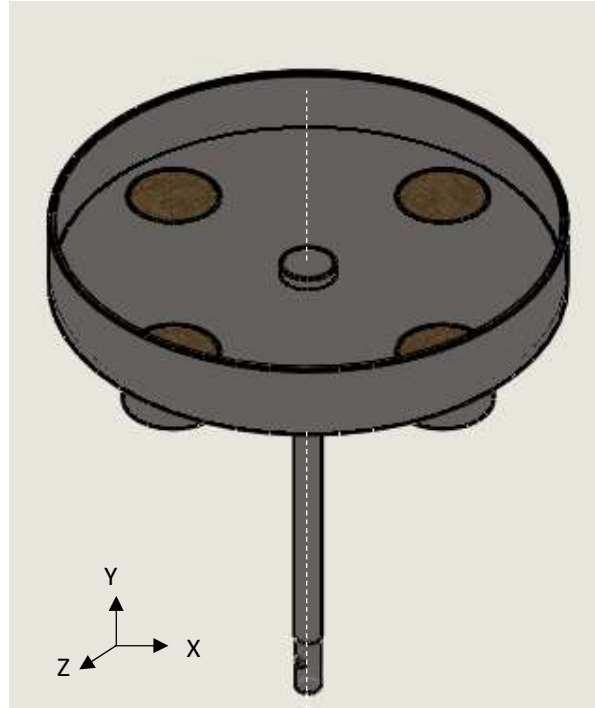


Figura 12 Conjunto Dosificador para encontrar Inercia

Los datos obtenidos son:

```
Masa = 12.53678534 kilogramos
Volumen = 0.00224218 metros cúbicos
Área de superficie = 0.52844021 metros cuadrados

Centro de masa: ( metros )
X = 0.07920950
Y = -0.00547725
Z = 0.41997266

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( kilogramos * metros cuadrados )
Medido desde el centro de masa.
Ix = ( 0.99999997, -0.00024187, 0.00000000)    Px = 0.17376562
Iy = ( 0.00024187, 0.99999997, 0.00000000)    Py = 0.17376578
Iz = ( 0.00000000, 0.00000000, 1.00000000)    Pz = 0.26002699
```

Figura 13 Inercia del conjunto dosificador

En la figura 13 se observa la resultante de inercia en el conjunto dosificador.

$$I_{cd} = 0,1737 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Conociendo la ω , se encuentra la aceleración requerida para mover los vasos.

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_0}{1 \text{ s}} = 0,628 \text{ rad/s}^2$$

$$a = \alpha \cdot r = 0,092 \text{ m/s}^2$$

Con este dato se encuentra el valor de torsión:

$$T = I \cdot \alpha$$

$$T = 0,109 \text{ N} \cdot \text{m}$$

El caso de mayor carga en el disco se presenta al tener los vasos cargados.

El disco giratorio transporta los vasos llenos hacia la posición de descarga, este movimiento genera fuerzas de rozamiento f_r , ubicadas a 0,147 m del centro del disco como se muestra en la figura 14.

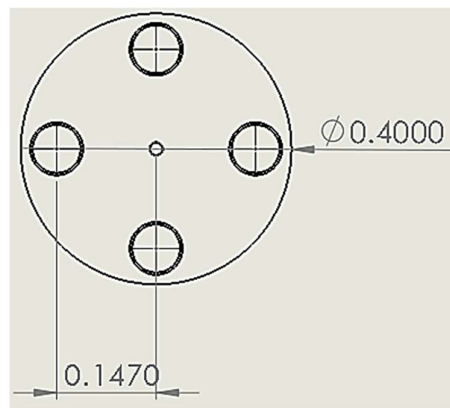


Figura 14 Disco giratorio

Para calcular la fuerza de rozamiento que existe entre el disco fijo y el maní confitado se desconoce el valor del coeficiente de fricción, con el fin de que estas fuerzas no sean despreciables se asigna a μ un valor alto.

$$\mu = 0,9$$

El peso en cada vaso:

$$P = m \cdot g = 1,225 \text{ N}$$

La f_r resultante es:

$$f_r = \mu \cdot P = 1,10 \text{ N}$$

El torque total es:

$$T = T_{cd} + 4(fr * d)$$

$$T = 0,75 \text{ Nm}$$


Con este dato se encuentra la potencia requerida para mover el dosificador:

$$P = T * v = 0,75 * 0,628 = 0,471 \text{ W}$$

El valor de potencia encontrado sirve como parámetro para la selección del motor, en el mercado no se encuentra un motor a esas revoluciones y potencia, por tanto se utiliza el motor indicado en la gráfica 15.

BALDOR • RELIANCE® **General Purpose Industrial Motors**

Three Phase, Totally Enclosed, Foot Mounted **1/8 thru 1,500 Hp**



Features:

- 60 Hz designs with 50 Hz information on 2,4,6 Pole 1-125 Hp ratings
- Suitable for Inverter use per NEMA MG1 Part 31.4.4.2
- Simple F1 to F2 conversion on cast iron frames
- Designed for longevity with a 3 year warranty on premium efficient Super-E® Motors

Applications:

- Fans
- Pumps
- Blowers
- Conveyors
- Compressors
- Industrial Machines
- Other General Purpose Applications

Hp	RPM	NEMA Frame	Enclosure	Catalog Number	List Price	Mult. Sym.	"C" Dim.	Aprx. Wt. (lb)	Full Load Efficiency	Voltage	Full Load Amps	Notes (1)
230/460 Volts												
1/8	1800	42	TEFC	M3353	376	K	9.56	16	44	230/460	0.5	30
	1800	42	TEFC	M3355	426	K	9.56	17	52	230/460	0.6	30, 13
1/6	1200	48	TEFC	M3452	439	K	10.73	17	57.5	230/460	0.6	30, 13
		48	TEFC	M3454	311	K	10.73	19	64	230/460	0.7	30, 13
1/4	1800	48	TENV	NM3454	326	K	9.62	20	68	230/460	0.5	1, 30, 13
		56	TENV	NM3454/35	524	K	11.06	28	80	230/460	0.4	1, 30, 48
	1200	48	TEFC	M3455	489	K	10.73	18	68	230/460	0.7	30, 13
		48	TENV	NM3455	450	K	9.62	19	68	230/460	0.7	30
		56	TEFC	M3531	484	K	11.35	23	68	230/460	0.7	30, 13
		900	56	TEFC	M3532	705	K	12.23	28	57.5	208-230/460	0.8

Figura 15 Motor dosificador

Se encuentra el Torque que produce este motor:

$$\frac{1}{4} \text{ Hp} \quad 372 \text{ W}$$

$$T = \frac{P * 9.55}{n} = 1.97 \text{ N.m}$$

Para trabajar a las revoluciones requeridas se utiliza un variador de frecuencia, el cual mediante regulación de la frecuencia permite controlar la velocidad síncrona. El principal parámetro para la selección del variador de frecuencia es el tipo de motor a controlar y la potencia de trabajo de este.

Potencia		Corriente de entrada asignada ¹⁾		Corriente asignada de salida	Tamaño constructivo	Referencia	
kW	hp	A	A	A	(FS)	MICROMASTER 410 sin filtro	MICROMASTER 410 con filtro integrado clase B
Tensión de red 1 AC 100 V a 120 V, tensión de salida 200 V a 240 V, trifásica							
0,12	0,16	4,6	0,9	AA	AA	6SE6410-2UA11-2AA0	-
0,25	0,33	7,5	1,7	AA	AA	6SE6410-2UA12-5AA0	-
0,37	0,50	10,1	2,3	AA	AA	6SE6410-2UA13-7AA0	-
0,55	0,75	13,4	2,7 (3,2 a 40 °C)	AB	AB	6SE6410-2UA15-5BA0	-

Figura 16 Selección de variador de frecuencia

En el variador de frecuencia es recomendable trabajar dentro del rango nominal del motor debido a que a revoluciones muy bajas el par será prácticamente cero, y por encima el variador empezará a vigilar el voltaje máximo permitido (figura 17).

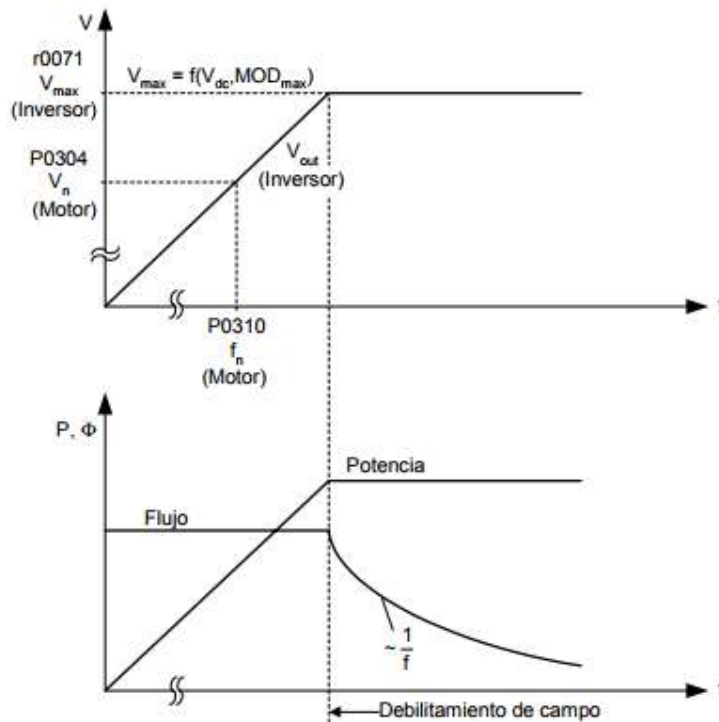


Figura 17 Tensión de salida máxima real dependiente de la tensión de alimentación

Conociendo el torque al cual va a trabajar el motor se procede a realizar el DCL de la figura 18 se indica el DCL de las fuerzas y momentos que se aplican sobre el eje.

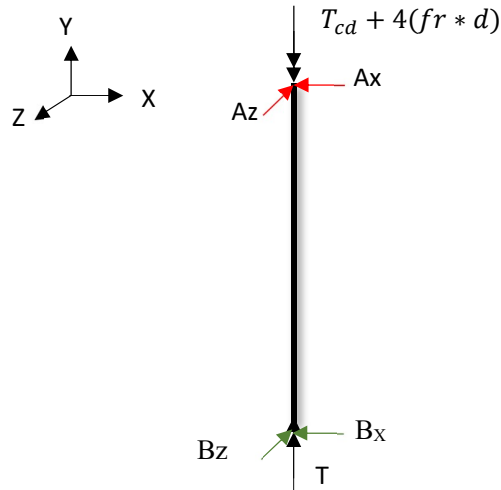


Figura 18 DCL eje dosificador

En base al diagrama anterior se realiza el diagrama de cargas figura 19, y en este se encuentra el torque necesario para mover el sistema.

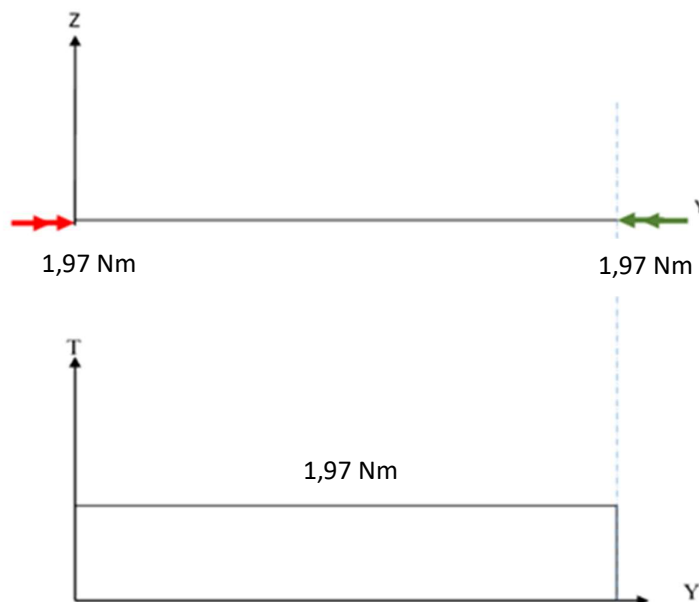


Figura 19. Diagrama de cargas en eje dosificador

Diseño del eje por resistencia a la fatiga:

Conociendo los valores de límite de fluencia y de ruptura del material AISI 1018, se encuentra la resistencia estimada a fatiga sin corregir [32].

$$S_e' = 0,5 \cdot S_{ut}$$

$$S_e' = 0,5 \cdot 410 [MPa] = 205 MPa$$

Factores de corrección para la resistencia a la fatiga:

- Factor de tamaño:

Para determinar el factor de corrección de tamaño C_t se asume un diámetro y luego se corrige una vez encontrado el diámetro real [33].

$$d = 18mm$$

$$C_t = 1,189 \cdot d^{-0,097}$$

$$C_t = 0,898$$

- Factor de confiabilidad:

De la tabla de factores de confiabilidad, para una confiabilidad de 99% el factor de corrección es [33]:

$$C_{con} = 0,898$$

Resistencia a la fatiga estimada corregida S_e :

$$S_e = C_t \cdot C_{con} \cdot S_e'$$

$$S_e = 149,84 MPa$$

Variación de la carga de torsión:

Torsión alternante T_a :

$$T_a = \frac{T_{max} - T_{min}}{2} = \frac{1,97}{2} [N \cdot m]$$

$$T_a = 0,98 N \cdot m$$

Torsión media T_m :

$$T_m = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} = \frac{1,97}{2} [N \cdot m]$$

$$T_m = 0,98 N \cdot m$$

Concentración de esfuerzos:

En la figura 20 se muestra en detalle el lugar donde existen concentradores de esfuerzos, por cambio de diámetro y por el agujero pasante, en esta ubicación se realiza el análisis.

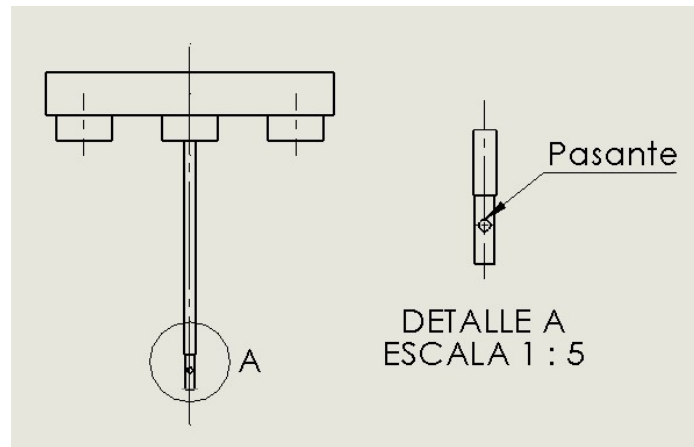


Figura 20 Eje de disco dosificador

Para este análisis se utiliza las tablas de concentradores de esfuerzos (figura 21 y 22) y se selecciona los casos más críticos para efectos del diseño [32].

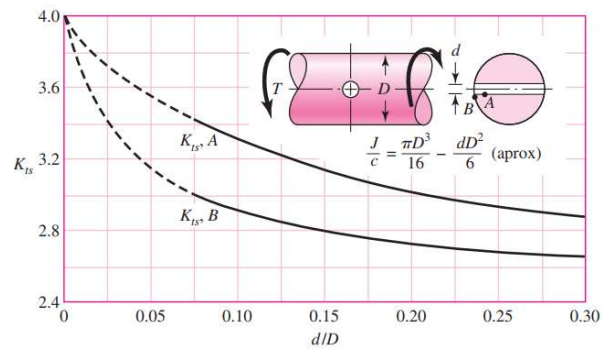


Figura 21 Eje redondo a torsión con agujero transversal [32]

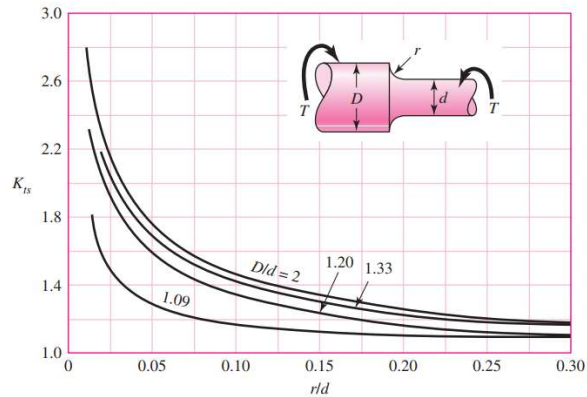


Figura 22 Eje redondo con filete en el hombro en torsión
 $\tau_0 = \tau_c/l$, donde $c=d/2$ y $J= \pi d^2/32$ [32]

$$K_1 = 3$$

$$K_2 = 3$$

En base a estos se determina el coeficiente de concentración de esfuerzos:

$$K_f = K_1 \cdot K_2 = 3$$

Utilizando el modelo matemático para diseño de ejes en vida infinita se encuentra el diámetro del eje [32]:

$$d = \left\{ \frac{32 \cdot N_f}{\pi} \left[\frac{\sqrt{(K_f \cdot M_a) + \frac{3}{4} (K_f \cdot T_a)^2}}{S_e} + \frac{\sqrt{(K_f \cdot M_m) + \frac{3}{4} (K_f \cdot T_m)^2}}{S_{ut}} \right] \right\}^{1/3}$$

Los momentos alternante y medio son iguales a cero quedando:

$$d = \left\{ \frac{32 N_f}{\pi} \left[\frac{\sqrt{\frac{3}{4} (K_f \cdot T_a)^2}}{S_e} + \frac{\sqrt{\frac{3}{4} (K_f \cdot T_m)^2}}{S_{ut}} \right] \right\}^{1/3}$$

Para el diseño se asigna un valor de 3 al factor de seguridad N_f , el valor del diámetro del eje es:

$$d = 0,0128 \text{ m}$$

$$d = 13 \text{ mm}$$

Con estos datos se selecciona un eje de **5/8"**, que es el eje existente en el mercado más próximo a cumplir lo antes mencionado.

En base al esfuerzo máximo de Von Mises y con el valor del nuevo diámetro se encuentra el factor de seguridad para el eje de dosificación:

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$
$$\sigma_{max} = \left[32 \frac{K_f(M_a + M_m)}{\pi d^3} \right] + 3 \left[16 \frac{K_f(T_a + T_m)}{\pi d^3} \right]$$
$$\sigma_{max} = 46,39 \text{ MPa}$$
$$N_y = 5,07$$

4.2 DISEÑO DE DESPLAZAMIENTO DE FUNDA

El empaqueo se realiza en una funda de tipo tubular, por esto el desplazamiento consiste en un tubo hueco en el cual se coloca la funda y con ayuda de rodillos se desplaza 0,15 m que se requiere para envasar el producto dosificado.

Para mover los rodillos se utilizan dos ejes los cuales giran por el movimiento de los engranes que están en los ejes (figura 23), a los ejes se los denomina eje conductor (el que transmite el movimiento y eje conducido (el que recibe el movimiento).

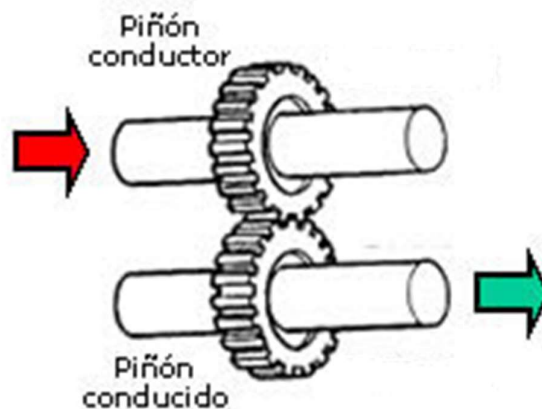


Figura 23 Transmisión de movimiento por medio de piñones [56]

4.2.1 Diseño de eje para desplazamiento de funda

En el eje que recibe el movimiento (es en cual no se encuentra la Catarina), llamado eje conducido, se realiza un DCL, figura 24, para un análisis de fuerzas y encontrar la torsión en este eje.

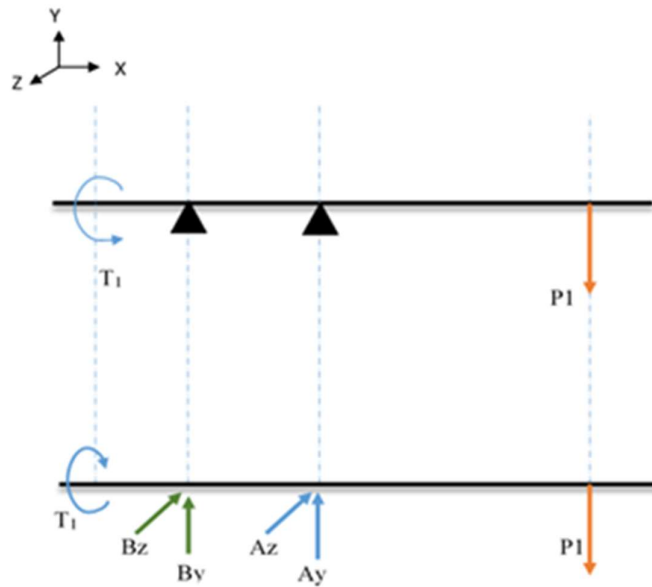


Figura 24 DCL eje conducido

En este eje la fuerza P es el peso de la funda de 125 g, pero esta fuerza se distribuye en los dos ejes siendo la fuerza P1

$$P_1 = 0,615 \text{ N}$$

$$P_1 = P_2$$

De este análisis se obtiene el torque resultante en el eje:

$$T_1 = 0,00615 \text{ N.m}$$

El torque encontrado se lo aplica sobre en el eje conductor (transmite el movimiento) que es en donde se encuentra la catalina.

Al realizar el análisis en base al DCL (figura 25), se encuentra el torque en este eje:

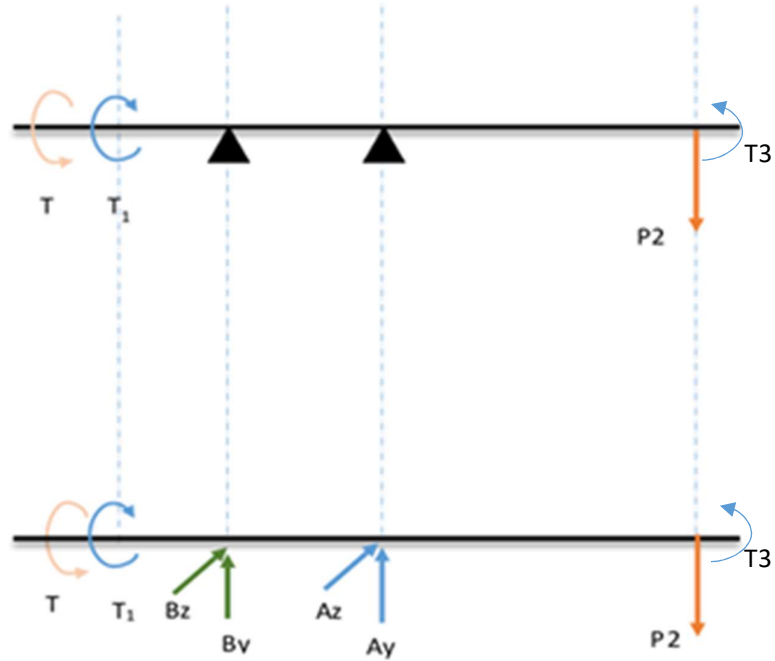


Figura 25 DCL eje conductor

$$T = 0,0123 \text{ N.m}$$

Con estos datos se realiza el diagrama de cargas (figura 26):

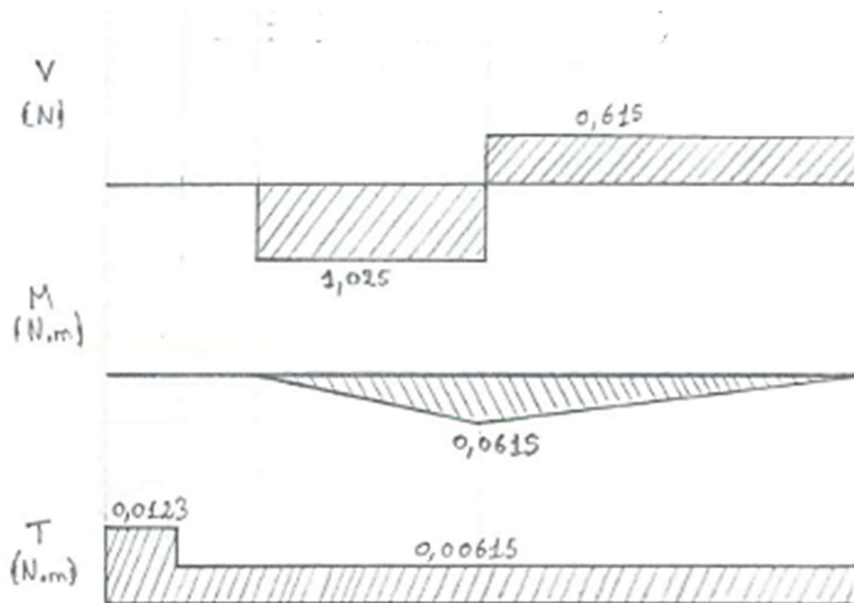


Figura 26 Diagrama de cargas en eje conductor

En el diagrama de cargas se determina la sección crítica donde:

$$T = 0,00615 \text{ Nm}$$

$$M = 0,0615 \text{ Nm}$$

Conociendo estos datos se encuentra la torsión y momento alternante y medio:

$$T_a = \frac{T_{max} - T_{min}}{2} = 0,03075 \text{ [N.m]}$$

$$T_a = T_m$$

$$M_a = \frac{M_{max} - M_{min}}{2} = 0,03075 \text{ [N.m]}$$

$$M_a = M_m$$

Concentración de esfuerzos:

Para este análisis se utiliza las tablas de concentradores de esfuerzos (figura 21 y figura 27); se selecciona los casos más críticos para efectos del diseño [32].

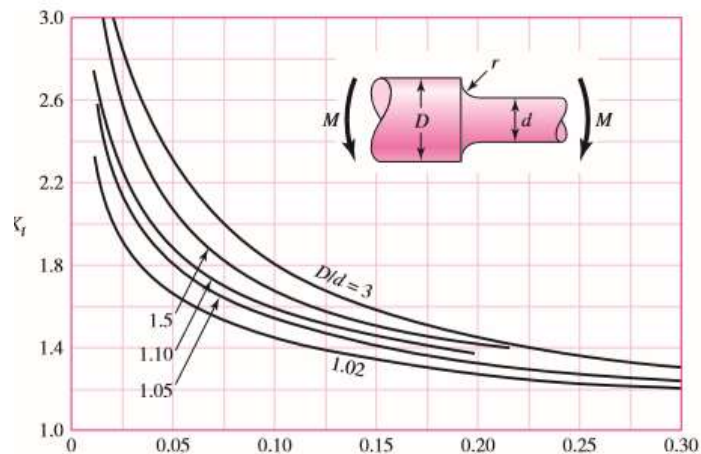


Figura 27 Eje redondo con filete en el hombro en flexión $\tau_0 = M_c/l$, donde $c=d$ y $l = \pi d^4/64$ [32]

$$K_f = 3$$

$$K_M = 3$$

Utilizando el modelo matemático para diseño de ejes en vida infinita se encuentra el diámetro del eje [32]:

$$d = \left\{ \frac{32 \cdot N_f}{\pi} \left[\frac{\sqrt{(K_f \cdot M_a) + \frac{3}{4} (K_f \cdot T_a)^2}}{S_e} + \frac{\sqrt{(K_f \cdot M_m) + \frac{3}{4} (K_f \cdot T_m)^2}}{S_{ut}} \right] \right\}^{1/3}$$

Para el diseño se asigna un valor de 3 al factor de seguridad N_f , el valor del diámetro del eje es:

$$d = 0,006 \text{ m}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

En base al esfuerzo máximo de Von Mises encontramos el factor de seguridad para el eje de dosificación:

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$\sigma_{max} = \left[32 \frac{K_f(M_a + M_m)}{\pi d^3} \right] + 3 \left[16 \frac{K_f(T_a + T_m)}{\pi d^3} \right]$$

$$\sigma_{max} = 71,113,84 \text{ MPa}$$

$$N_y = 61$$

4.2.2 Diseño de engranes

El sistema de engranes realizará el movimiento de los ejes que deslizan la funda para el empaque.

Se requiere deslizar 0,15 m en 8 s.

El espacio que se requiere para colocar la funda tubular y el tubo de descarga es de 0,06 m, esta será entonces la distancia entre centros

Con estos datos se calcula la velocidad de deslizamiento:

$$v = \frac{0,15}{8} \text{ m/s}$$

$$v = 0,01875 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad en los dos ejes es igual:

$$v_1 = v_2$$

$$w_1 = w_2$$

Realizando una relación entre diámetros y velocidades se obtiene:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Donde deducimos que:

$$D_1 = D_2$$

$$r_1 = r_2 = r$$

Conociendo la distancia entre centros se determina:

Se encuentra el radio:

$$r_1 + r_2 = 0,06 \text{ m}$$

$$2r = 0,06 \text{ m}$$

$$r = 0,03 \text{ m}$$

Conociendo que:

$$w = \frac{v}{r}$$

$$w = 0,625 \text{ rad/s}$$

Se encuentra la potencia en CV que se va a transmitir:

$$P = T * w = 7,72 * 10^{-3} \text{ HP}$$

$$P = 7,72 * 10^{-3} * 1,014$$

$$P = 7.8 * 10^{-3} \text{ CV}$$

El determina el esfuerzo tangencial:

$$P_t = \frac{75 * P}{v}$$

$$P_t = 32,5 \text{ kgf}$$

Conociendo estos valores se encuentra el módulo:

$$m = \sqrt{\frac{P_t}{C * 1,52}}$$

En donde C es el coeficiente de trabajo a la flexión de la raíz del pie de los dientes [34], para un acero al carbón.

$$C = 14$$

Entonces:

$$m = 1,2$$

$$m \text{ comerciales} = 1,25$$

El diámetro de paso del engrane es 0,06 m

El número de dientes es asignando un módulo de 2:

$$N = \frac{d}{m} = 48$$

El diámetro de los engranes se ajustan a distancia que se requiere para colocar el tubo guía con la funda de envase, mas no ocurre igual con los ejes de deslizamiento al colocar a la distancia mencionada.

A pesar que los cálculos permiten colocar los ejes de desplazamiento de 6 mm de diámetro, se realiza pruebas y este eje no tiene contacto con la funda y por ende no se produce el deslizamiento de la misma, existe un espacio de 5,5 mm entre el borde del eje y la funda, esto se debe a que la rueda de arrastre se debe diseñar en función del módulo antes calculado, para corregir esto se coloca un eje de 17 mm de diámetro.

A continuación se calcula el factor de seguridad para el eje 17 mm de diámetro.

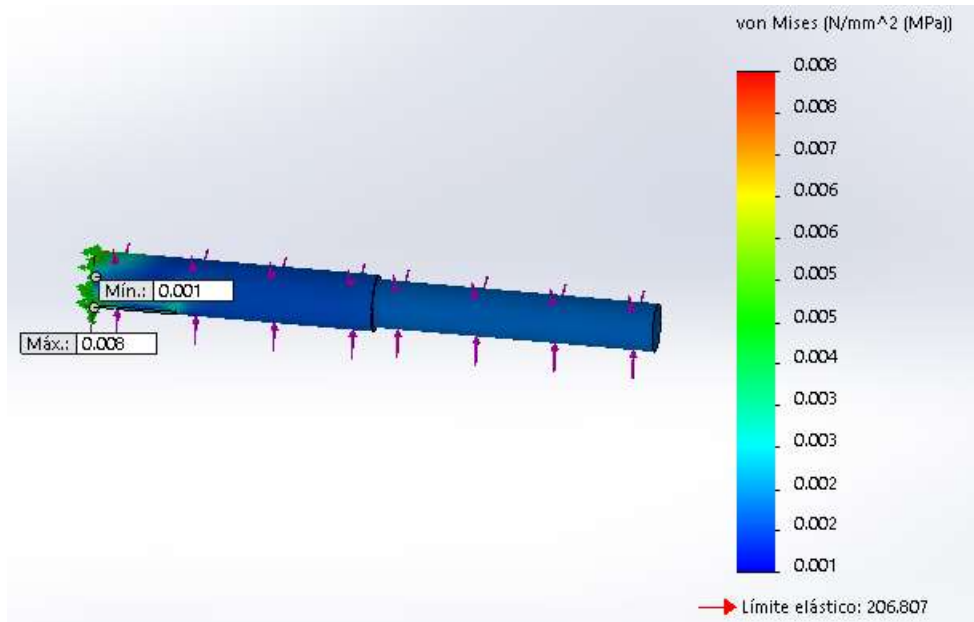


Figura 28 Diagrama de Von Mises Eje deslizamiento

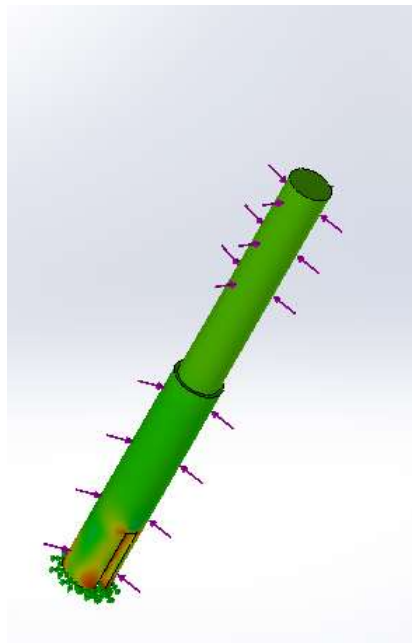


Figura 29 FDS en eje de deslizamiento

En las figuras 28 y 29 se observa que en el eje seleccionado no hay áreas en las que el material llegue al límite de fluencia, soportando la carga para el que dimensionó.

En base al esfuerzo máximo de Von Mises y con el valor del nuevo diámetro se encuentra el factor de seguridad para el eje de arrastre:

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$
$$\sigma_{max} = \left[32 \frac{K_f(M_a + M_m)}{\pi d^3} \right] + 3 \left[16 \frac{K_f(T_a + T_m)}{\pi d^3} \right]$$
$$\sigma_{max} = 3,84 \text{ MPa}$$
$$N_y = 61$$

A pesar de encontrarse el eje sobredimensionado cumple con los requerimientos para el deslizamiento de la funda y el contacto con la misma.

4.2.3 Potencia de trabajo de arrastre

Conociendo el diámetro real del eje de arrastre, se calcula el torque real que existe en el eje de arrastre.

$$T = 0,74 \text{ N.m}$$

Con este dato se encuentra la potencia requerida para mover el dosificador:

$$P = T * v = 0,74 * 0,628 = 0,465 \text{ W}$$

4.2.4 Selección de cadena y Catarina

Las cadenas de rodillos están formados por cilindros huecos (rodillos exteriores) montados entre placas o mallas, rodillos interiores o ejes, limitándose la posición de las placas por medio de pasadores situados sobre los rodillos interiores. Se aplican para la transmisión de fuerza entre dos ejes relativamente próximos, situados paralelamente [35].

Las cadenas de rodillos se fabrican de tres tipos específicamente:

Sencilla, constituida por una hilera de rodillos.

Doble, constituida por dos hileras de rodillos.

Triple, constituida por tres hileras de rodillos.

Todas estas cadenas están normalizadas, considerando:

Paso de la rueda	p
Diámetro del rodillo (exterior)	d
Número de dientes de la rueda	z
Diámetro primitivo	d_p

El diámetro primitivo corresponde al de la circunferencia en la que se inscribe un polígono regular de un número de lados iguales al de dientes, siendo la longitud del lado igual al paso de la cadena figura 30.

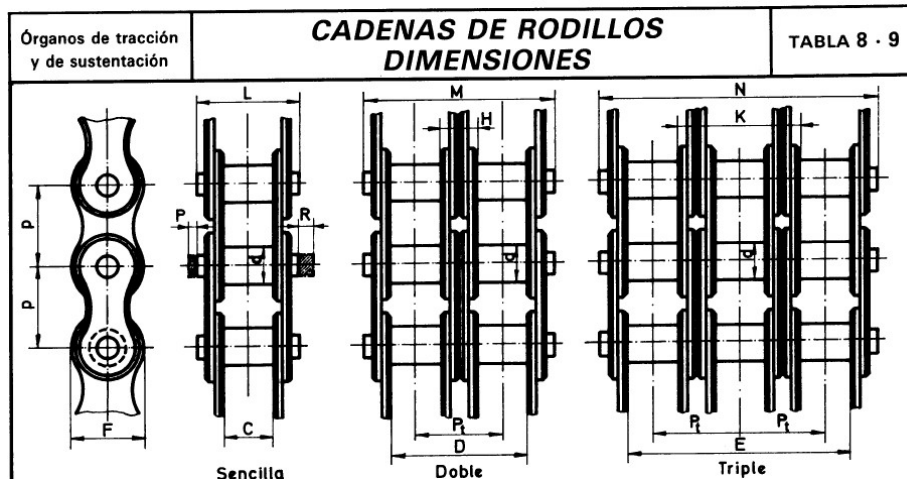


Figura 30 Dimensiones cadena de rodillos

En la figura 31 se observa las cadenas existentes en el mercado:

Cadena nº	Paso p	Diámetro rodillo d	Ancho interior			Ancho malla F	Paso transv. R	Grupo de mallas		Ancho de la cadena			Espesores	
			Sencilla C	Doble D	Triple E			H	K	Sencilla L	Doble M	Triple N	Cabeza P	Tuerca R
1	8,00	5,00	3,00	8,64	14,27	8,37	5,64	2,64	8,28	8,13	13,97	19,56	1,27	3,05
2	9,525	6,35	3,94	-	-	8,51	-	-	-	11,18	-	-	1,27	3,30
3	9,525	6,35	5,72	15,95	26,19	8,51	10,24	4,52	14,76	12,95	23,37	33,53	1,27	3,30
(4)	12,70	7,75	3,30	-	-	10,16	-	-	-	10,16	-	-	1,40	3,81
5	12,70	7,75	4,88	-	-	10,16	-	-	-	11,68	-	-	1,40	3,81
6	12,70	8,51	5,21	-	-	12,07	-	-	-	13,97	-	-	1,40	3,81
7	12,70	8,51	7,75	21,67	35,59	12,07	13,92	6,17	20,09	16,51	30,48	44,45	1,40	3,81
(8)	15,875	7,75	3,30	-	-	10,16	-	-	-	10,16	-	-	1,40	3,81
(9)	15,875	7,75	4,88	-	-	10,16	-	-	-	11,68	-	-	1,40	3,81
10	15,875	10,16	6,48	-	-	14,73	-	-	-	16,00	-	-	1,52	4,06
11	15,875	10,16	9,65	26,24	42,82	14,73	16,59	6,93	23,52	19,05	35,81	52,32	1,52	4,06
12	19,05	12,07	7,87	-	-	16,38	-	-	-	18,29	-	-	1,65	4,57
13	19,05	12,07	11,68	31,14	50,60	16,38	19,46	7,77	27,23	22,10	41,66	61,21	1,65	4,57
14	25,40	15,88	12,70	-	-	20,83	-	-	-	31,75	-	-	2,03	5,33
15	25,40	15,88	17,02	48,90	80,77	20,83	31,88	14,86	46,74	36,07	68,07	99,82	2,03	5,33
(16)	31,75	19,05	14,22	-	-	25,40	-	-	-	37,85	-	-	-	6,10
17	31,75	19,05	19,56	56,01	92,46	25,40	36,45	16,89	53,34	43,18	79,76	116,08	-	6,10
18	38,10	25,40	25,40	73,76	122,12	33,53	48,36	22,96	71,32	53,34	101,85	150,11	-	6,60
(19)	44,45	27,94	22,23	-	-	33,53	-	-	-	56,13	-	-	-	7,37
20	44,45	27,94	30,99	90,55	150,11	33,53	59,56	28,58	88,14	64,77	124,46	183,90	-	7,37

Figura 31 Dimensiones de cadenas

Cargas de rotura en Kg para cadenas de rodillos (figura 32):

Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple
1	363	680	998	(9)	816	-	-	17	5670	11113	16556	25	52163	102058	-
2	862	-	-	10	2177	-	-	18	9979	18597	27215	26	68039	129273	-
3	862	1678	2495	11	2177	4173	6123	(19)	12701	-	-	27	86182	163292	-
(4)	816	-	-	12	2812	-	-	20	12701	24494	36287	28	108862	204116	-
5	816	-	-	13	2812	5488	8165	(21)	15422	-	-	29	154221	294834	-
6	1588	-	-	14	4309	-	-	22	15422	29483	43545	30	210919	401427	-
7	1588	2948	4309	15	4309	8165	12020	23	26762	51029	75296	31	272154	521629	-
(8)	816	-	-	(16)	5670	-	-	24	39009	73935	108862				

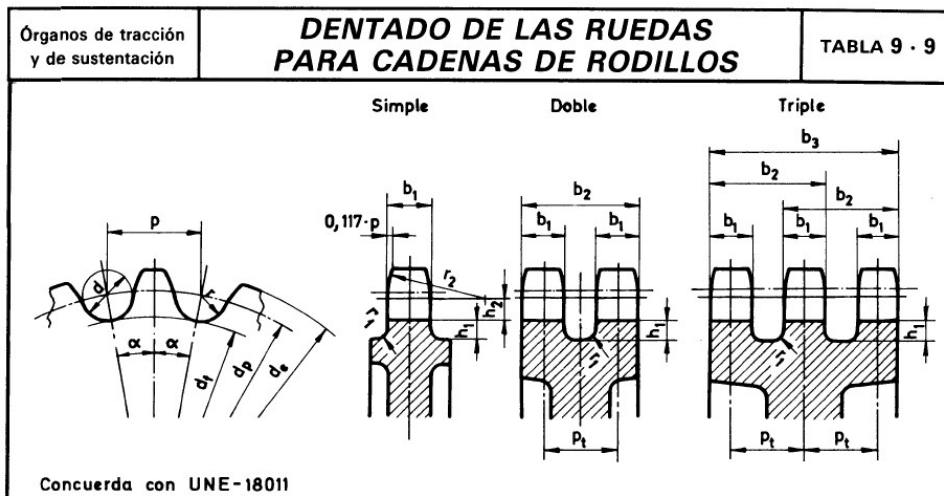
Concuerda con la Norma UNE 18002

Figura 32 Cargas de rotura en cadenas de rodamiento

Una vez revisado los datos anteriores se selecciona dos de ellos:

La cadena número 1 y la cadena número 4 las cuales presentan la más baja carga de rotura, en la cadena número 1, es de 363 kg y la cadena número 4 que es de 816 kg, la ideal para la transmisión debe ser la cadena número 1, pero por razones de adquisición y bajo coste se decide por la cadena número 4. Cabe recalcar que la masa máxima de transmisión de movimiento en la máquina dosificadora volumétrica es de 10 kg, lo que quiere decir que se encuentra sobredimensionada con un factor de seguridad de 80 aproximadamente.

Por consiguiente se debe seleccionar la Catarina del mismo número que la cadena, para que sea compatible la transmisión de movimiento (figura 33).



Concuerta con UNE-18011

Cadena nº	b ₁		b ₂		b ₃		Alturas		Radios	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	h ₁	h ₂	r ₁	r ₂
1	2,69	2,54	8,33	8,18	13,97	13,82	1,27	2,16	0,76	8,00
2	3,58	3,40	-	-	-	-	1,52	2,03	0,76	9,53
3	5,33	5,11	15,57	15,34	25,81	25,58	1,52	2,03	0,76	9,53
(4)	2,97	2,79	-	-	-	-	2,92	2,16	0,76	12,70
5	4,47	4,27	-	-	-	-	2,92	2,16	0,76	12,70
6	4,80	4,60	-	-	-	-	2,03	2,79	0,76	12,70
7	7,24	6,99	21,16	20,90	35,08	34,82	2,03	2,79	0,76	12,70
(8)	2,97	2,79	-	-	-	-	3,56	2,16	0,76	12,70

Figura 33 Dentado de ruedas para cadena de rodillos

Se determina la distancia entre centros de catarinas figura 34:

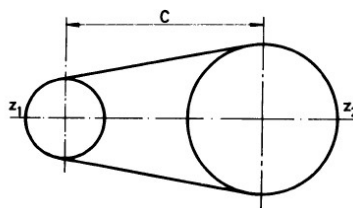


Figura 34 Distancia entre centros de catarinas

Donde:

Distancia entre centros $c=300$ mm

Paso de la cadena $p=12.70$ mm

Numero de eslabones	N
Numero de dientes	z1 y z2 =20 (motriz, conducido respectivamente)

Entonces:

$$N = \frac{2 * C}{p} + \frac{z2 + z1}{2} + \frac{p(z2 - z1)^2}{40 * C}$$

$$N = \frac{2 * 300}{12.7} + \frac{20 + 20}{2} + \frac{12.7(20 - 20)^2}{40 * 300}$$

$$N = 67.24$$

Se pasa al inmediato superior o inferior según sea el caso.

4.2.5 Selección de rodamientos:

Para seleccionar rodamientos deben tenerse en cuenta varios criterios. Se utiliza un procedimiento de selección para determinar qué rodamiento es más adecuado para una aplicación industrial específica. Durante este proceso, los rodamientos son examinados detenidamente desde diferentes puntos de vista, como las condiciones de velocidad y de funcionamiento. No existe un procedimiento estándar tipificado, pero es aconsejable tener en cuenta la experiencia con aplicaciones comparables o con otros estudios de caso.

Los diferentes tipos de rodamientos incluyen rodamientos radiales y axiales para cargas radiales y axiales respectivamente, además de algunos tipos que están diseñados para cargas combinadas.

4.3 CÁLCULO Y DISEÑO DE TOLVA

Datos iniciales:

- Capacidad mínima de almacenamiento 25 kg.
- En el literal 3.2.1 se seleccionó el modelo de tolva para almacenamiento, tipo pirámide truncada.
- La tolva almacenará producto alimenticio.

Conociendo la densidad del producto 699441,34 g/m³ se procede a calcular el volumen ocupado por 25 kg.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{25000 \text{ g}}{699441,34 \text{ g/m}^3} = 0,0357 \text{ m}^3$$

Tomando en cuenta los planes de crecimiento en producción de las MIPYMES se sobredimensiona el volumen, calculando para 44 kg, de donde:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{44000 \text{ g}}{699441,34 \text{ g/m}^3} = 0,0629 \text{ m}^3$$

Con este valor se diseña la tolva.

Partiendo de la figura 35 se considera el lado superior es de 0,6 m y el inferior de 0,12 m. Para calcular la altura se utiliza la ecuación de volumen de pirámide truncada:

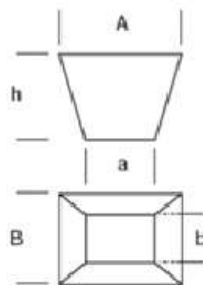


Figura 35 Dimensiones de tolva pirámide truncada

$$V = \frac{h}{3} * (AB + ab + \sqrt{AB * ab})$$

$$A=0,60 \text{ m}$$

$$B= 0,5 \text{ m}$$

$$a=b= 0,12 \text{ m}$$

$$0,0629 = \frac{h}{3} * \left((0,60 * 0,50) + (0,12 * 0,12) + \sqrt{(0,60 * 0,50) * (0,12 * 0,12)} \right)$$

$$h = \frac{0,0629}{0,1267} = 0,496 \text{ m}$$

Para facilidades de cálculo se aproxima la altura a 0,5 m.

Y quedando un volumen final de 0,063 m³ con una capacidad de 44,3 kg.

La sección transversal de la tolva tiene las siguientes dimensiones:

Área:

$$A = \frac{(B + b) * h}{2}$$

$$A = 0,18 \text{ m}^2$$

La teoría de D. LAFORGE Y BORUFF A PARTIR DE ENSAYOS EXPERIMENTALES, concluye que una tolva de 60° de pendiente produce un flujo más uniforme y mayor caudal de salida que una tolva de 20° o de fondo plano. Además el valor de caudal es mínimo si la pendiente de la tolva está dentro del rango de 20 a 40°, esto debido a que una tolva con pendiente pequeña aumenta el choque de las partículas, retardando el proceso de vaciado [36].

Por lo antes expuesto se diseña la tolva con un ángulo de $\alpha = 60^\circ$.

El total del producto a una máxima producción que soportará la tolva es 44 kg.

4.3.1 Análisis bajo carga

La tolva al ser tipo prisma truncado es simétrica, por lo que se toma solo una cara para realizar el análisis.

Para conocer los esfuerzos que soporta el material de la tolva es necesario conocer las fuerzas que ejerce el producto, F_M sobre las paredes del recipiente [37], esta fuerza es:

$$F_M = \gamma \frac{h}{2} A$$

Donde γ es el peso específico

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V} = \frac{44 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,063 \text{ m}^3}$$

$$\gamma = 6,85 \text{ KN/m}^3$$

En la tolva la altura es H y A el área de la cara

La presión es máxima en la parte inferior del recipiente y mínima en la parte superior, la relación es lineal y forma un triángulo de donde se sabe que a un tercio se ubica como una carga puntual. Esta fuerza es igual en las cuatro caras del recipiente.

El área de una cara de la tolva es 0,18 m²

$$F_R = \gamma \frac{h}{2} A$$

$$F_R = 6,85 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times \frac{0,5 \text{ m}}{2} \times 0,18 \text{ m}^2$$

$$F_R = 616 \text{ N}$$

Aplicación de la fuerza a un tercio de la longitud, como carga puntual como muestra la figura 36.

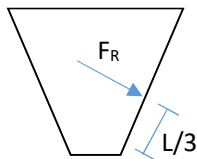


Figura 36 Fuerza de rozamiento aplicada en una cara de la tolva

Ubicación:

$$\frac{L}{3} = \frac{0,6 \text{ m}}{3} = 0,2 \text{ m}$$

Para el cálculo de esfuerzos en la tolva se utiliza el método de *elementos finitos*.

Para esto se conoce que el material de fabricación es AISI 304, el límite de fluencia de este material es 176 MPa y la fuerza aplicada es 616 N, en cada cara del recipiente.

Las restricciones son los puntos donde se soporta la tolva figura 37.

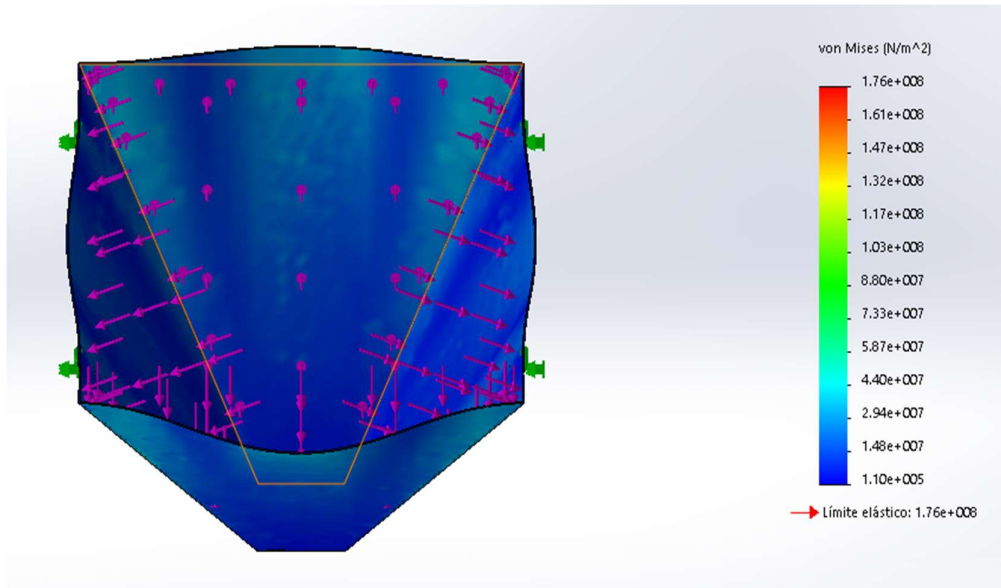


Figura 37 Diagrama Von Mises de Tolva

De la figura 37 se muestra que en la tolva no existen áreas en las que el material llegue al límite de fluencia, con esto se comprueba que el material no falla al soportar el peso del producto.

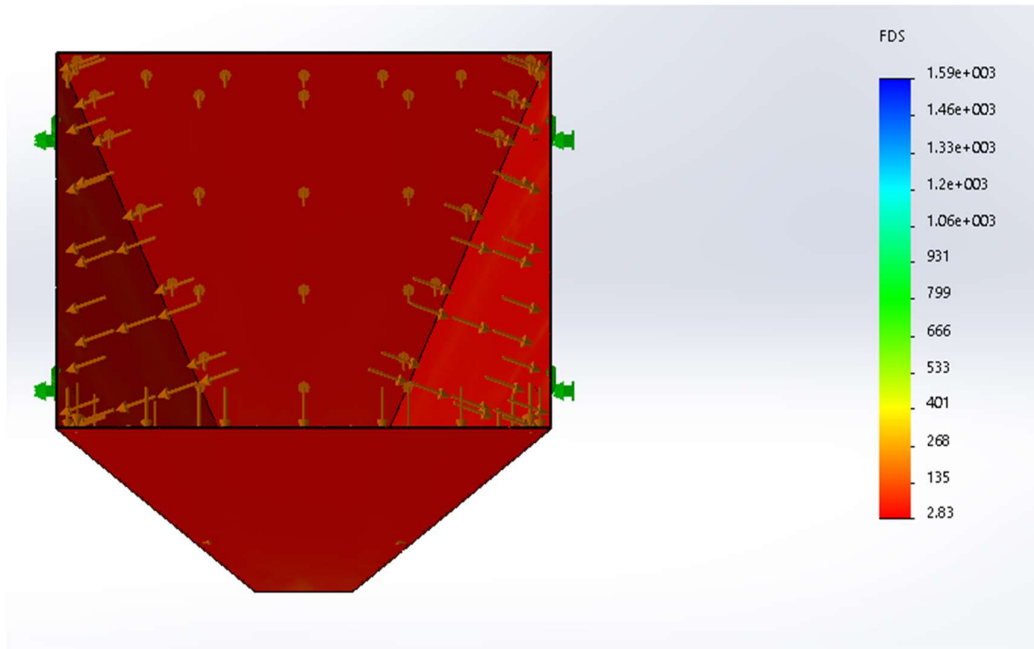


Figura 38 Diagrama de FDS en Tolva

En la figura 38 el factor de seguridad crítico es 2.83.

4.4 SELLADO

4.4.1 Selección de cilindro neumático

El sellado se seleccionó el método por alambre caliente en el literal 3.2.2. Para esto se fabricó mordazas cuyo peso es de 2,5 kg.

La distancia que debe recorrer la mordaza para que permita sellar la

$$d = 0,03 \text{ m}$$

Los cilindros neumáticos que cumplen con esta carrera se muestran en la figura 39 [38]:

Carreras estándar

Diámetro	Carrera estándar	Carrera máxima posible
6	15, 30, 45, 60	200
10	15, 30, 45, 60, 75, 100, 125, 150	400
16	15, 30, 45, 60, 75, 100, 125, 150, 175, 200	400

Figura 39 Carrera estándar de cilindros de acuerdo al diámetro

Se revisa las características técnicas de los cilindros anteriores, presión de trabajo, velocidad y energía cinética (figura 40).

Características técnicas

Diámetro [mm]		6	10	16
Acción		Doble efecto con vástago simple		
Fluido		Aire		
Presión de prueba		1 MPa		
Presión máx. de trabajo		0.7 MPa		
Presión mín. de trabajo	Tope elástico	0.12 MPa	0.06 MPa	
	Amortiguación neumática	—	0.1 MPa	
Temperatura ambiente y de fluido		Sin detección magnética: -10 °C to 70 °C (sin congelación) Con detección magnética: -10 °C a 60 °C		
Amortiguación		Tope elástico	Tope elástico / Amortiguación neumática	
Lubricación		No necesaria (sin lubricación)		
Velocidad del émbolo	Tope elástico	50 a 750 mm/s		
	Amortiguación neumática	—	50 a 1000 mm/s	
Energía cinética admisible	Tope elástico	0.012 J	0.035 J	0.090 J
	Amortiguación neumática (Longitud de amortiguación efectiva)	—	0.07 J (9.4 mm)	0.18 J (9.4 mm)
Tolerancia de longitud de carrera		+1.0 0		

Figura 40 Características técnicas de cilindros 6, 10, 16 mm

De estas características se toma la presión máxima de trabajo de **0,7 MPa** y esta se utiliza para realizar el análisis.

El diámetro del cilindro se establece en función de los diagramas de fuerza de cilindro (figura 41); para esto primero se determina el factor de carga tabla 15:

Tabla 15 Factor de carga en cilindro [39]

Funcionamiento requerido	Factor de carga
Funcionamiento estático (amarre, amarre de tornillo a baja velocidad)	0,7 o menos (70% o menos)
Funcionamiento dinámico, movimiento horizontal de la carga de guía	1 o menos (100% o menos)
Funcionamiento dinámico, movimiento vertical y horizontal de la carga.	0,5 o menos (50% o menos)

El factor de carga de para la selladora es de funcionamiento dinámico con movimiento horizontal de la carga, que le corresponde un factor de 50% (0.5 o menos).

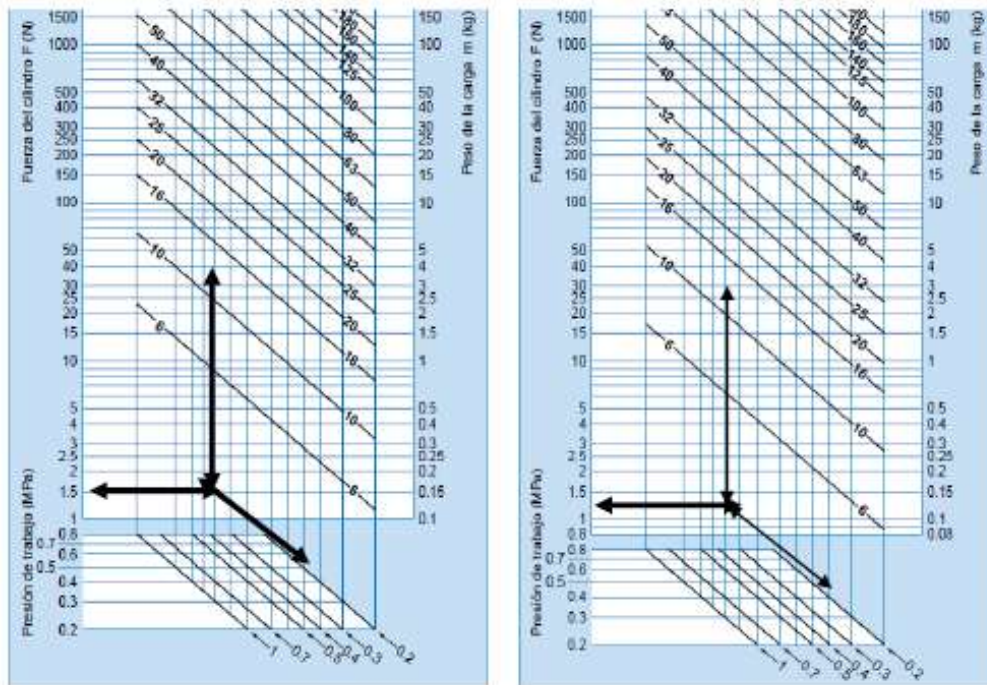


Figura 41 Fuerza resultante del cilindro neumático sellado SMC. Procedimiento de selección de cilindro neumático [39]

De la figura 41, se obtiene el diámetro del cilindro de 0,01 m.

4.4.2 Consumo de aire en cilindro y tuberías

Consumo de aire en cilindro:

Se necesita conocer:

Diámetro del cilindro, Carrera del cilindro, número de ciclos completos por minuto, Presión de trabajo.

El sellado se realizará cada 8 segundos, por lo tanto:

$$\text{Ciclos} = \frac{60\text{seg}}{8\text{seg}} = 7,5 \text{ veces} \approx 8\text{completo}$$

$$n = 8/min$$

La carrera, es igual a la distancia que debe recorrer la mordaza para el sellado.

$$Carrera = c = 0,03m$$

Al tratarse de un cilindro de doble efecto:

$$N = 2$$

Con base a estos datos, el consumo de aire de acuerdo a la gráfica de la Figura 42.

$$Q = 0,55 L/min(ANR)$$

Consumo de aire en tuberías:

Longitud: 5 metros

Presión de trabajo: 0,6 Mpa

Diámetro de la tubería: 6mm

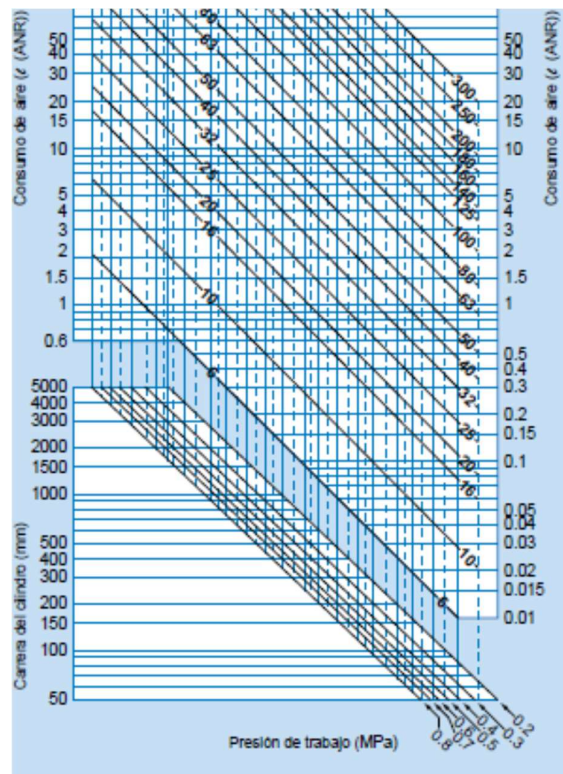


Figura 42 Consumo de aire cilindro SMC. Procedimiento de selección del cilindro neumático [39]

En base a la gráfica de la figura 43, el caudal es:

$$Q = 0,55 \text{ L/min(ANR)}$$

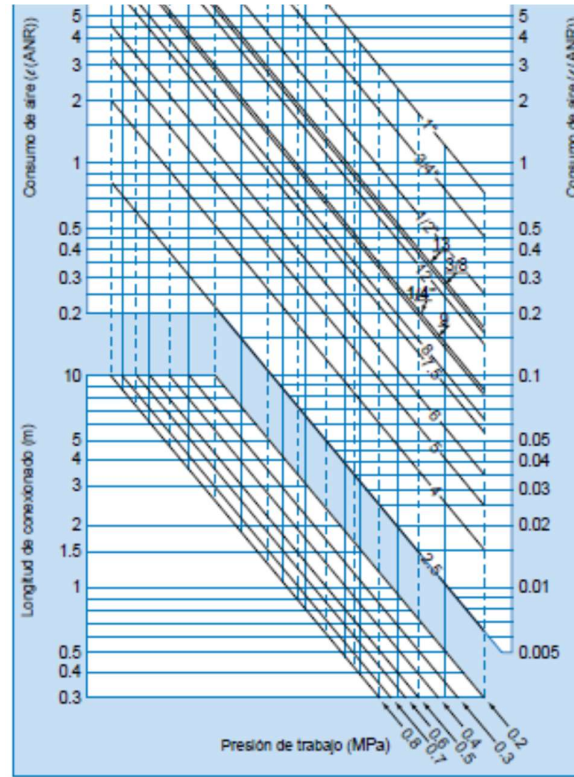


Figura 43 Consumo de aire de la tubería.
SMC. Procedimiento de selección del cilindro neumático [39]

Resultados del consumo de aire:

El cálculo del consumo de aire por minuto se describe a continuación: con el enunciado:

$$\begin{aligned} & [(Consumo \text{ de aire del cilindro} + consu \text{ de aire de la tubería}) \\ & * (\text{número de ciclos por minuto}) * (\text{número de cilindros usados})] \\ & = consum \text{ de aire total} \end{aligned}$$

Consumo de aire total:

$$Q = \left[\left(55 \frac{L}{\text{min}} + 0,55 \frac{L}{\text{min}} \right) * 6 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}} * 1 \text{ cilindro} \right]$$

$$Q = 3,63 \frac{L}{\text{min}}$$

4.5 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA

La estructura debe permitir la funcionalidad de cada uno de los elementos que componen la máquina (tabla 16). Para su diseño se selecciona el acero al carbono AISI 1020, este es recubierto por una plancha de acero inoxidable para cumplir con las normas de materiales para contacto con alimentos.

Tabla 16 Cargas soportadas en la estructura

Material:	AISI 1020
Peso Tolva:	3kg
Capacidad Máxima de la tolva:	44Kg
Motor. (sistema de desplazamiento)	2kg
3 Ejes, 2 Engranés, 2 catarinas, 1 cadena.	2kg
Sistema de sellado	2,5kg
Panel de control de temperatura	1kg
	60,5kg

Previamente se ha comprobado la confiabilidad del software; para el diseño el análisis de la estructura lo realizamos por este medio.

Las dimensiones de la estructura se determinan en la tabla 17:

Tabla 17 Dimensiones de estructura

ESTRUCTURA	DIMENSIONES
Mesa Superior	56 cm * 70.5 cm
Gabinete de Motores	70.5 cm* 60 cm* 56 cm
Soportes de tolva	82 cm * 2.5cm* 0,6 cm 100cm* 2.5cm* 0,6 cm

Aplicando fuerzas sobre la estructura (figura 44):

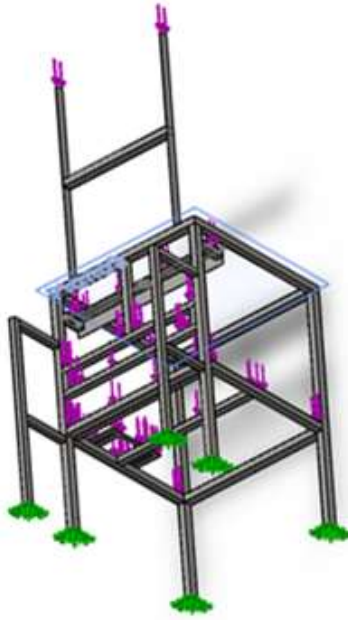


Figura 44 Fuerzas ejercidas sobre la estructura

Análisis por Von Mises:

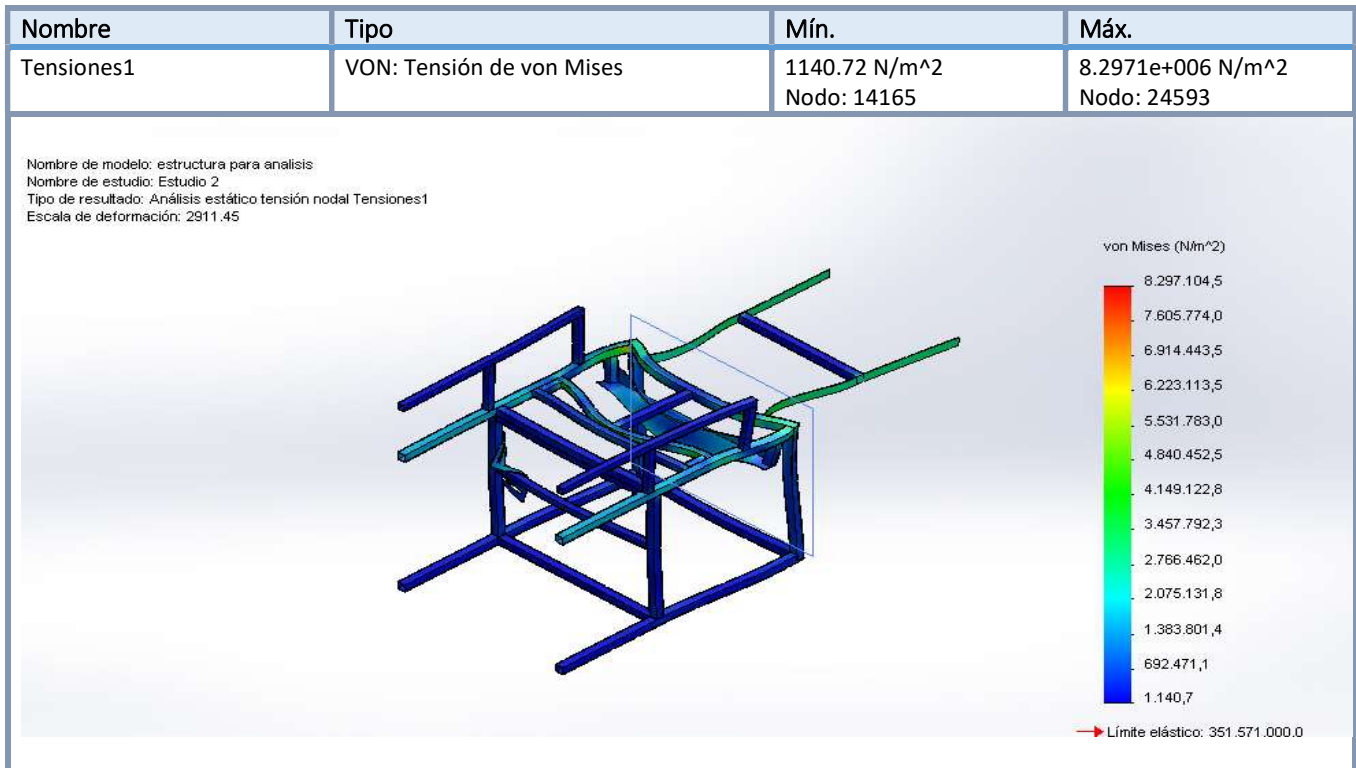


Figura 45 Análisis de Von Mises en la estructura

ANÁLISIS DE TENSIONES:

La teoría de máximas tensiones de Von Mises expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación, cuando la tensión de Von Mises es igual al límite de tensión.

En este caso el la figura 45 se muestra, que el punto de fuerza máxima donde el material puede llegar al límite de fluencia es el soporte de la tolva, se realiza un análisis en este elemento.

Factor de seguridad en soporte de tolva:

En el soporte se realiza una extracción, para ellos se debe indicar que el mismo se encuentra restringido en las tres direcciones como geometría fija.

En la parte divisora a 100 mm de cada extremo se genera un esfuerzo por el peso de la tolva a su máxima capacidad (figura 46), así se obtiene un $f_s = 8.3$

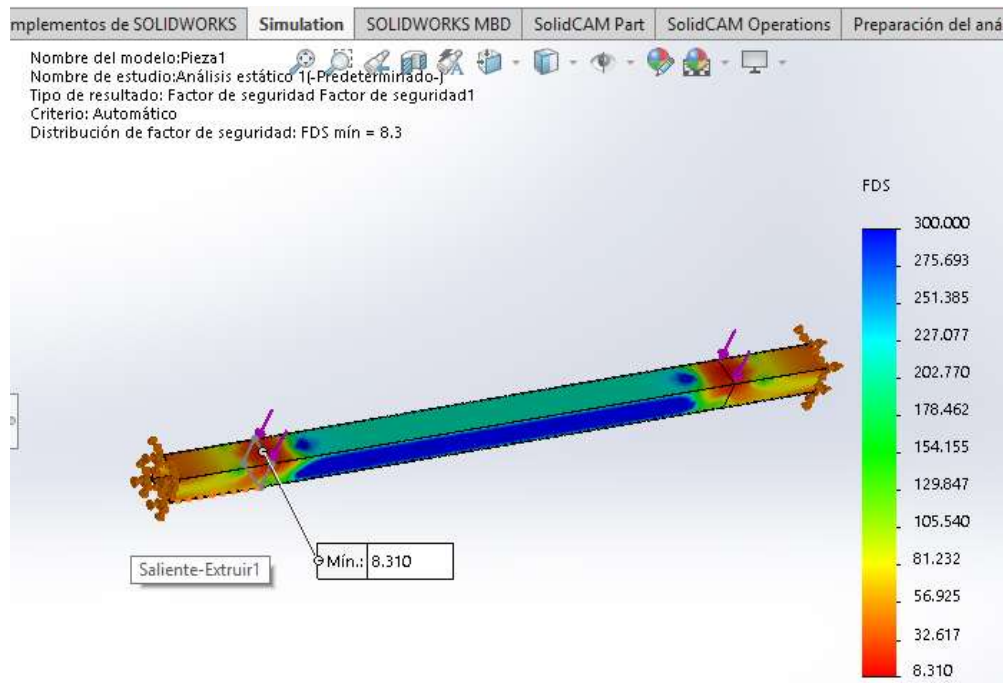


Figura 46 Análisis de Von Mises en viga

Las fuerzas aplicadas en los puntos antes señalados se muestran en la figura 47:

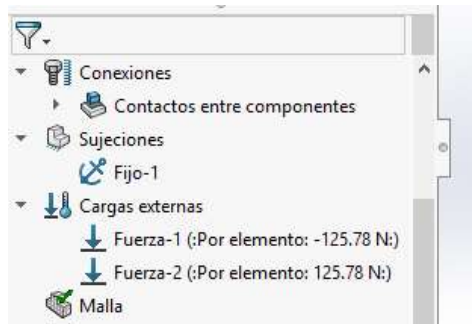


Figura 47 Fuerzas aplicadas en la viga

Para verificar lo antes mencionado se realiza el análisis de f_s en la viga que soporta el peso de la tolva; para ello se recuerda el material con el que se está trabajando es acero AISI 1020 cuyo límite elástico es 350MPa

Cargas sobre la estructura:

Tolva: 3kg.

Capacidad de la tolva 44 kg.

Análisis de fuerzas y reacciones:

Se tiene 2 apoyos, la carga en un apoyo será:

$$P_{total} = Peso_{tolva} + \frac{capacidad\ tolva}{2}$$

$$P_{total} = 25\ kg$$

Fuerzas aplicadas en la viga:

$$P_1 = m * g = 12,5\ kg * 9,8\ \frac{m}{s^2}$$

$$P_1 = 125,78\ N$$

$$P_1 = P_2$$

$$\sum F_x = 0$$

$$R_1 - P_1 - P_2 + R_2 = 0$$

$$R_1 + R_2 = 251,56\ N$$

$$\sum M_A = (-125,78 [N] * 0,1[m]) + (-125,78 [N] * 0,6[m]) + (R_2 * 0,705[m]) = 0$$

$$R_2 = \frac{88,674[N * m]}{0,705} = 125,77N$$

Despejando en la formula anterior:

$$R_1 + R_2 = 251,56 N$$

$$R_1 + 125,77 N = 251,56 N$$

$$R_1 = 125,77 N$$

Por lo tanto:

$$R_1 = R_2$$

$$M_{max} = 88,674 Nm$$

Se realiza el Diagrama de cuerpo libre con ayuda de software figura 48:

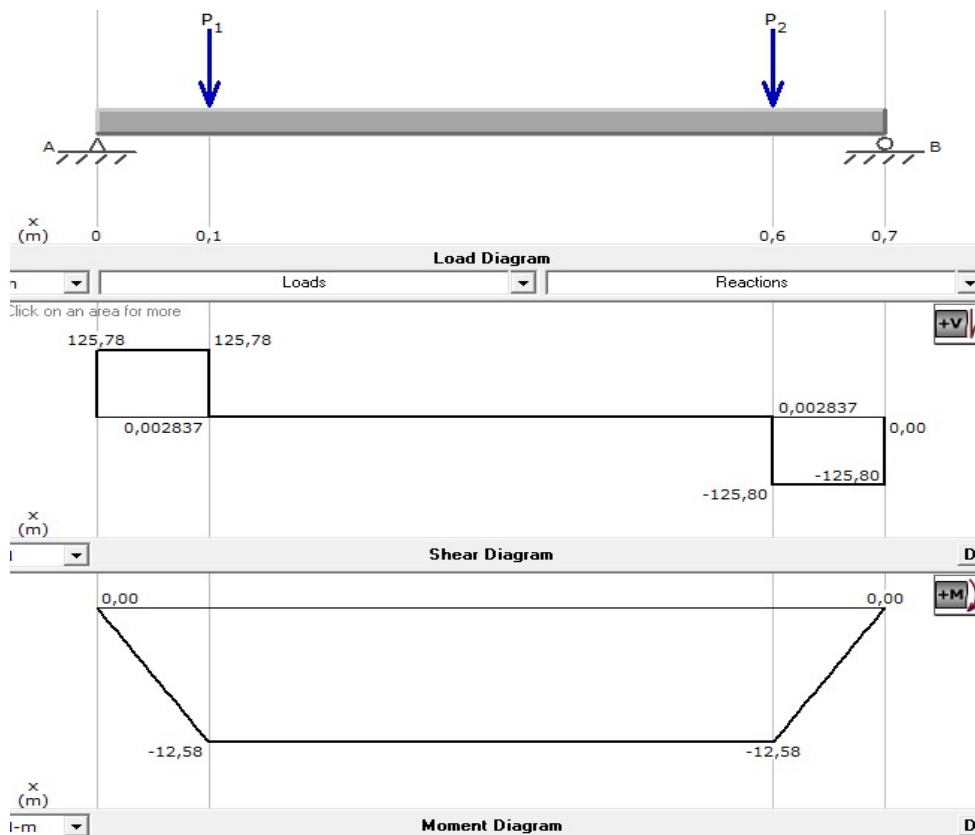


Figura 48 DCL, diagramas de carga en viga

Análisis de esfuerzos:

Datos del fabricante 2mm espesor, $S = 1,81 \text{ cm}^3$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{M}{S}$$

Donde:

σ es el esfuerzo

M es momento máximo

S módulo de sección

$$\sigma = \frac{M}{S} = \frac{88,674 [N * m]}{1,81 [cm^3]} = \frac{88674 [N * mm]}{1810 [mm^3]} = 48,99 \frac{N}{mm^2}$$

Cálculo de factor de seguridad:

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$F_s = 7,14$$

Análisis de resultados:

La viga sometida a cargas reales nos genera un factor de seguridad de **7,14**, este valor es menor al factor generado por el software (8,3), a pesar de existir esta diferencia en los cálculos se concluye que el diseño si soporta la carga ya que el factor de seguridad calculado es mayor que 1.

4.6 DISEÑO DE CIRCUITO DE CONTROL

La dosificadora y selladora de maní enconfitado, tiene la entrada de funda y materia prima y salida de fundas selladas y cortadas con maní enconfitado (Figurar 49).

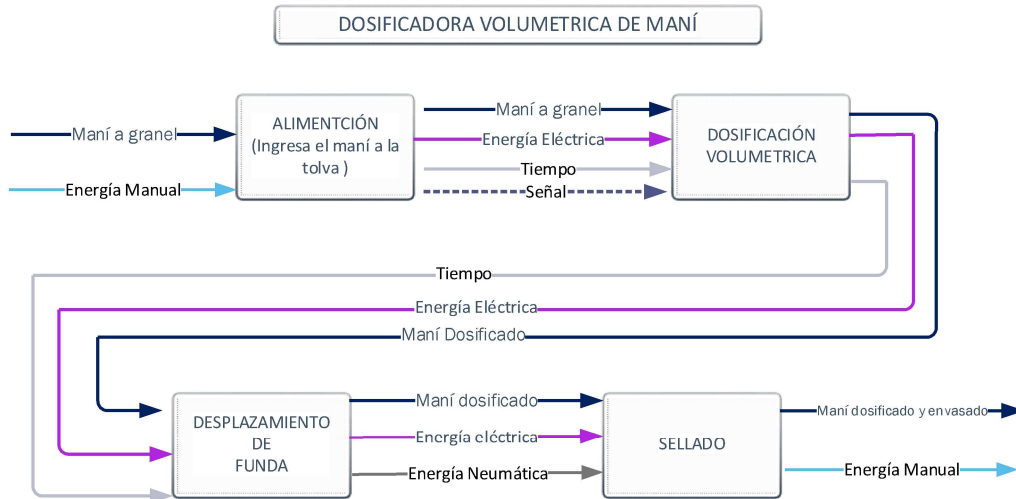


Figura 49 Diagrama de procesos

Para el diseño de control se toma en cuenta las variables a controlar y la función específica de la máquina por lo que se decide utilizar.

- 4 salidas digitales, usadas para controlar motor para el arrastre de funda, motor para giro de plato, electroválvula y niquelina,
- 5 entradas digitales utilizadas en selector manual automático de dosificación y sellado, paro de emergencia, sensor final de carrera.
- Un variador de velocidad para controlar la velocidad de giro del plato dosificador.

El control se implementa con la utilización de un controlador que se ajusta a los requerimientos de la máquina, anexo 3. La programación de este se realiza en base al diagrama de flujo de la figura 50.

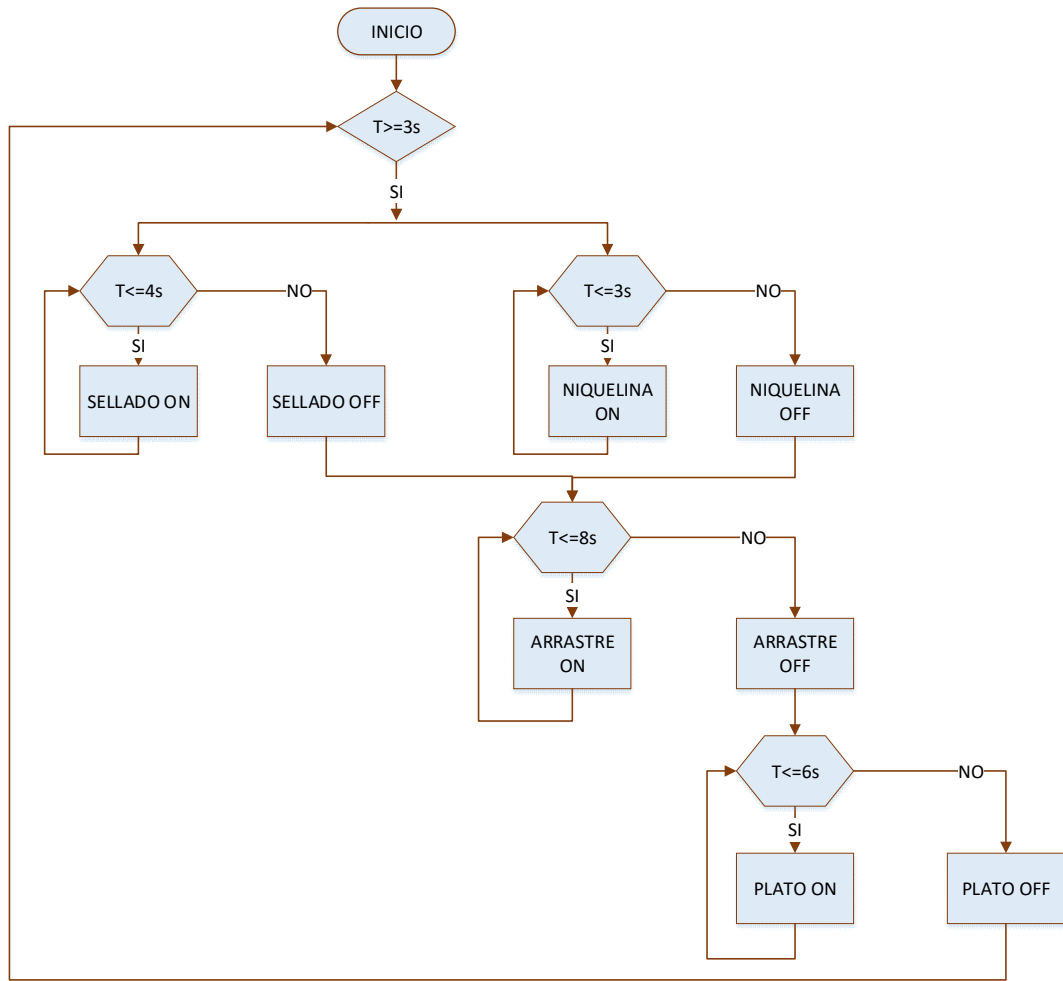


Figura 50 Diagrama de flujo de sistema automático

CAPITULO 5

5.1 PRUEBA DE DOSIFICADOR

Se verifica el funcionamiento correcto del mecanismo de dosificación, para esto se realiza prueba sin carga y mediante el control del variador de frecuencia se procede a regular la velocidad.

Una vez regulada la velocidad se procede a encender el mecanismo de dosificación con carga y se comprueba que en cada posición se produzca tanto el llenado como la descarga del producto dosificado.

Prueba de dosificación:

Se realiza un total de 30 pruebas en las cuales se pesa el producto dosificado, y se toma el tiempo que se tarde la máquina en dosificar cada funda, obteniendo los siguientes gráficos resultantes:

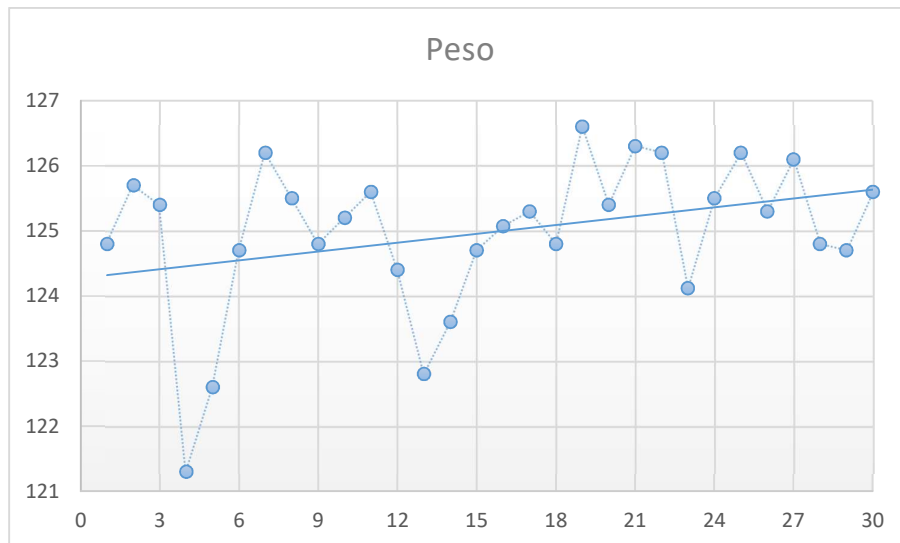


Figura 51 Prueba dosificación: PESO

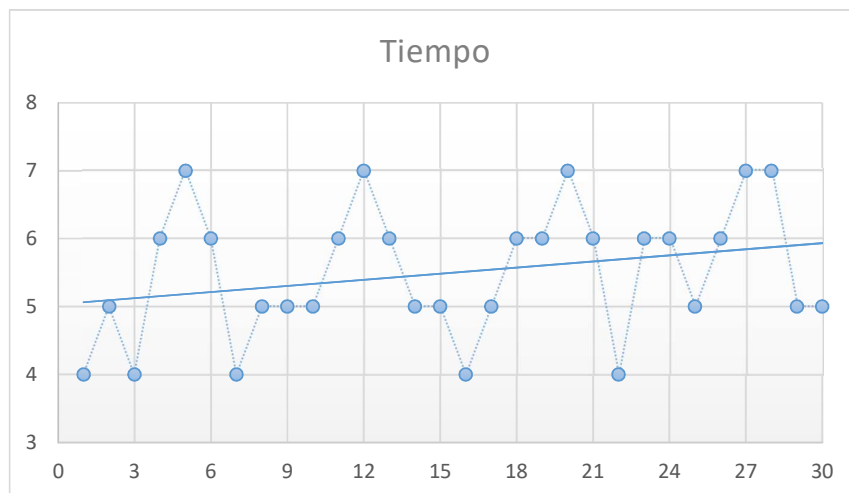


Figura 52 Prueba dosificación: TIEMPO

En base a la figura 51 se refleja el resultado del peso con un promedio de 124,97 g. Se debe tomar en cuenta que este valor se debe a la no uniformidad del grano de maní.

En la figura 52 se muestra el tiempo promedio en el que se realiza el peso del producto, con valor de 5.5 s, este dato se lo requiere para la programación de la dosificación automática.

5.2 PRUEBAS DE DESPLAZAMIENTO DE FUNDA

Para desplazar la funda se ha conectado el mecanismo de desplazamiento a un motoreductor, se procede a encender el mecanismo y medir el tiempo que tarde en desplazar los 0,15 m que se requieren para el envasado.

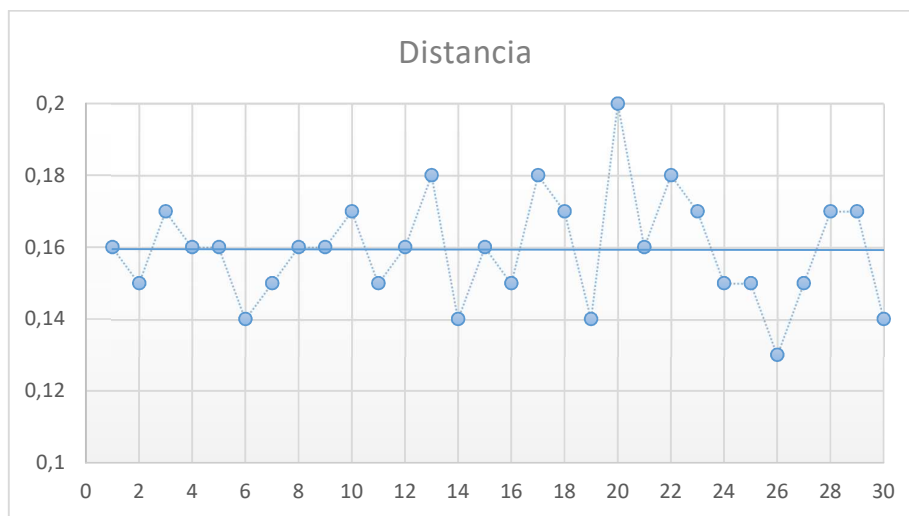


Figura 53 Prueba desplazamiento: Distancia

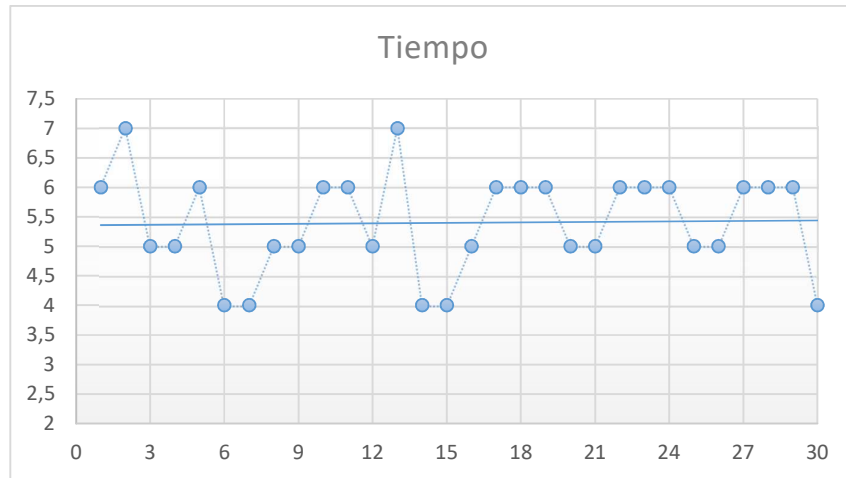


Figura 54 Prueba de desplazamiento: Tiempo

En la figura 53 se observa que el desplazamiento promedio es de 0,159 m, y el tiempo promedio para desplazar esta distancia es 5,4 s (figura 54). Este dato de tiempo se lo ingresa en el programador para realizar el desplazamiento de la funda de manera automática.

5.3 PRUEBA DE SELLADO

Se realiza pruebas con el control de temperatura de las resistencias térmicas para encontrar la posición ideal de trabajo. Las pruebas se las realiza sin maní y para diferentes tiempos de contacto un tiempo.

Contacto de mordazas 2 segundos, tabla 18:

Tabla 18 Prueba de temperatura de sellado 2 segundos

Numero de Prueba	Temperatura en mordazas (°C)	Resultado
1	60	No caliente
2	65	No caliente
3	70	Solo caliente el plástico
4	75	Solo caliente el plástico
5	80	Solo caliente el plástico
6	85	Sellado parcial en los bordes
7	90	Sellado parcial en los bordes
8	95	Sellado parcial en los bordes
9	100	Sellado rugoso solo en los bordes
10	120	Sellado rugoso solo en los bordes

Contacto de mordazas 4 segundos, tabla 19:

Tabla 19 Prueba de temperatura en sellado 4 segundos

Numero de Prueba	Temperatura en mordazas (°C)	Resultado
1	60	Sellado parcial, no corta
2	65	Sellado casi continuo no corta
3	70	Sellado completo, no corta
4	75	Sellado completo, corte mínimo
5	80	Sellado completo, corte en partes
6	85	Sellado completo, corte en partes
7	90	Buen sello y corte completo
8	95	Buen sello y corte completo
9	100	Sello con rugosidad, corte completo
10	120	Rompe la funda

Contacto de mordazas 6 segundos, tabla 20:

Tabla 20 Prueba de temperatura en sellado 4 segundos

Numero de Prueba	Temperatura en mordazas (°C)	Resultado
1	60	Sellado casi continuo no corta
2	65	Sellado completo, no corta
3	70	Sellado completo, corte en partes
4	75	Buen sello y corte completo
5	80	Buen sello y corte completo
6	85	Sello con rugosidad, corte completo
7	90	Rome la funda
8	95	Rompe la funda
9	100	Quema la funda, se adhiere a niquelina
10	120	Quema la funda, se adhiere a niquelina

De las tabla 18, 19 y 20 se deduce que se necesita un tiempo de contacto entre 4 a 6 segundos para asegurar el sellado, en el controlador se ingresa este dato de tiempo para los tiempos de accionamiento de la electroválvula, la temperatura ideal de trabajo para el sellado es colocando las perillas del controlador entre 75 y 95 de acuerdo al tiempo de contacto de las mordazas.

5.4 MAQUINA DOSIFICADOR VOLUMETRICA Y SELLADORA DE MANI ENCONFITADO

La máquina se la debe iniciar en proceso manual, con el fin de realizar el sellado inicial de la funda tubular.

En el control de temperatura de las resistencias eléctricas se ha de colocar a temperatura inicial de 100° y luego de realizar el sellado manual, se coloca en temperatura de trabajo de 80°

5.5 ANALISIS COSTOS

Para determinar el costo de la máquina dosificadora se requiere encontrar los costos directos e indirectos.

5.5.1 Costos directos

Tabla 21 Costos directos

<i>Descripción</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
<i>Material de Estructura</i>				
<i>Planchas de acero inoxidable</i>	kg	5	41	205
<i>Tubo de acero inoxidable</i>	m	0,7	100	70
<i>Eje acero de transmisión</i>	u	1	15	15
<i>Ejes de acero inoxidable</i>	u	2	40	80
<i>Fundición de mordazas</i>	u	2	65	130
<i>Vasos de nylon</i>	u	4	12	48
<i>Tubo de acero AISI 1020</i>	m	7	15	105
<i>Sistemas de transmisión</i>	u	1	45	45
<i>Varios</i>				50
			Total	748
<i>Material Eléctrico</i>				
<i>Contactores</i>	kW	2	11,7	23,4
<i>Botoneras</i>	u	4	4	16
<i>Paro de emergencia</i>	u	1	9	9
<i>Selector 3 posiciones</i>	u	2	7	14
<i>Breaker</i>	A	1	9,8	9,8
<i>Luz piloto</i>	u	4	2,3	9,2
<i>Cable awg multifilar</i>	m	30	0,45	13,5
<i>Selladora manual</i>	u	1	18	18
<i>canaleta ranurada</i>	m	1	6,5	6,5
<i>Motores</i>	u	2,00	120	240
<i>Electroválvula</i>	u	1	45	45

<i>Tablero de control</i>	u	1	60	60
			Total	464,4
<i>Material Electrónico</i>				
<i>Controlador LOGO</i>	u	1	145	145
<i>Cable de datos</i>	u	1	125	125
<i>Variador de frecuencia</i>	u	1	170	170
<i>Sensor final de carrera</i>	u	1	11	11
<i>Niquelinas</i>	u	5	1	5
			Total	456
<i>Material Neumático</i>				
<i>Cilindro neumático</i>	u	1	70	70
<i>Unidad de mantenimiento</i>	u	1	45	45
<i>Conectores y mangueras</i>	m	5	2,25	11,25
			Total	126,25
<i>Mano de obra</i>				
<i>Personal técnico mecánico</i>	obra	1	1000	1000
			Total	1000

El costo directo es la suma de costo de estructura + costo de material eléctrico+ costo de material electrónico + costo de material neumático + costo de mano de obra.

$$C_D = 2720,4 \text{ dólares}$$

5.5.2 Costos indirectos

Tabla 22 Costos Indirectos

<i>Descripción</i>	<i>UM</i>	<i>Valor</i>
<i>Luz</i>	mensual	38
<i>Agua potable</i>	mensual	12
<i>Transporte</i>	mensual	50
<i>Consultas internet</i>	mensual	30
<i>Planos</i>	impresión	12
	Total	142

$$C_I = 142 \text{ dólares}$$

5.5.3 Costo total:

$$C_T = C_D + C_I$$

$$C_T = 2862,40 \text{ dólares}$$

5.5.4 Cálculo de VAN y TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado [40].

La tasa interna de retorno (TIR) da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento.

La fórmula para calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t flujo de caja en el periodo t

I_0 Valor de desembolso inicial de la inversión

n Número de periodos considerados

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

F_t flujo de caja en el periodo t

n Número de periodos considerados

I Valor de inversión inicial en $t=0$

En base a lo anterior se procede a encontrar el VAN y TIR en la tabla 23:

Tabla 23 Cálculo de VAN y TIR

Periodos a considerar en trimestres	Flujos de caja
0	-2862,40
3	200
6	200
9	400
12	400
15	600
18	600
21	800
24	800
27	1000
30	1000
33	1000
36	1200
VALOR DE VAN	\$ 1.095,90
VALOR DE TIR	15%

La tasa de interés activa vigente para julio 2017 es de 8,15 %.

Se realiza la comparación del TIR resultante con el interés activo vigente:

$$15 \% > 8,15 \%$$

Por lo tanto, la máquina dosificadora volumétrica y selladora de maní enconfitado para la industria artesanal es viable.

CONCLUSIONES

- Al conocer el funcionamiento de una máquina empacadora volumétrica (literal 2.2.4) fue posible diseñar la empacadora destinada a la producción de las MIPYMES y adaptar el sistema de sellado utilizando funda tubular.
- El diseño de control implementado, utiliza los tiempos resultantes de las pruebas de funcionamiento (figura 50). Esto permite sincronizar la dosificación y el sellado de la empacadora.
- Al dimensionar los ejes, la tolva y la estructura se elige los sistemas motrices adecuados para la máquina evitando gastos por sobredimensionamiento. Se realiza la construcción con materiales de fácil adquisición en el mercado local.
- La empacadora dosifica 300 fundas de 125 g en una hora, si para el empaquetado la máquina trabaja únicamente 4 horas por día el incremento en la productividad es de un 300 % (150 kg por día).
- En las pruebas de dosificación se obtiene una diferencia de gramaje de hasta 3 gramos, esto se debe principalmente a la no uniformidad de los granos.
- El cálculo de la tasa interna de retorno indica que la inversión que harían las MIPYMES en la empacadora y es viable con una tasa de TIR de 15 %.
- La máquina se puede utilizar para el empaquetado de otro tipo de alimentos granulares de igual o menor tamaño que el maní enconfitado.

RECOMENDACIONES

- En el control de temperatura, se puede implementar un display para visualizar la temperatura exacta a la que se realiza el sellado.
- La alimentación a la tolva, y el retiro de las fundas selladas se realiza manualmente, para automatizar estas actividades se puede implementar bandas transportadoras al ingreso y a la salida de producto.
- Para dosificar a un volumen diferente al planteado en el presente trabajo, se debe dimensionar los vasos dosificadores conservando el diámetro de estos y regular la altura del disco fijo.
- Se debe capacitar al personal de operación con el fin de mejorar el rendimiento de la máquina y evitar accidentes en su manipulación.

BIBLIOGRAFIA

- [1] El Comercio, «El maní es apetecido por su sabor,» *Negocios*, 24 12 2011.
- [2] R. Guamán y E. Saltos , «Evaluación de líneas de maní (*arachis hypogaea* L.) por rendimiento y calidad de grano para siembras en la provincia de Santa Elena,» *ALTERNATIVAS UCSG*, vol. 15, nº 1, pp. 10-16, 2014.
- [3] R. Guamán, J. Ullauri, H. Mendoza y F. Tapia, «INIAP - 383 PINTADO,» Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental del Litoral Sur, 2014. Available: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2010/1/iniaplsbd437.pdf>.
- [4] INIAP, «Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias,» Available: www.iniap.gob.ec/web/oleaginosas/.
- [5] C. J. Rivadeneira Julio, «Producción de *Arachis Hipogaea* (Maní) con cinco distanciamientos de siembra,» *Revista científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, vol. 5, nº 3, pp. 41-45, 2016.
- [6] L. M. Crespo Reyes, «Repositorio Dspace,» ESPE, 24 09 2015. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30102>.
- [7] BCE, «Banco Central del Ecuador,» 2016. Available: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/763>.
- [8] Andes, «Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica,» 15 09 2013. Available: <http://www.andes.info.ec/es/turismo/produccion-dulce-popular-sur-pais-crece-ante-demanda-mercado-nacional.html>.
- [9] C. Aguirre, Interviewee, *Producción Artesanal de Maní de dulce*. [Entrevista]. 06 05 2017.
- [10] E. E. Morales Toapanta, «Repositorio ESPE,» 07 2010. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4397>.
- [11] M. F. Iza y A. F. Medina, «Repositorio ESPE,» ESPE, Mayo 2013. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6535>.
- [12] «Mercado Libre,» Available: [http://listado.mercadolibre.com.ec/dosificadora-volumetrica#D\[A:dosificadora-volumetrica\]](http://listado.mercadolibre.com.ec/dosificadora-volumetrica#D[A:dosificadora-volumetrica]).
- [13] H. Mendoza Zambrano, L. Linzan Macías y R. Guamán , «Repositorio Digital INIAP,» INIAP, 01 2005. Available: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1995>.
- [14] J. Strahovsky, «De buena mesa,» 08 abril 2013. Available: <https://debuenamesa.wordpress.com/tag/mani/>.
- [15] ARCSA, «INSTRUCTIVO EXTERNO Criterios de evaluación para la clasificación del riesgo sanitario de alimentos procesados,» Guayaquil, 2017.

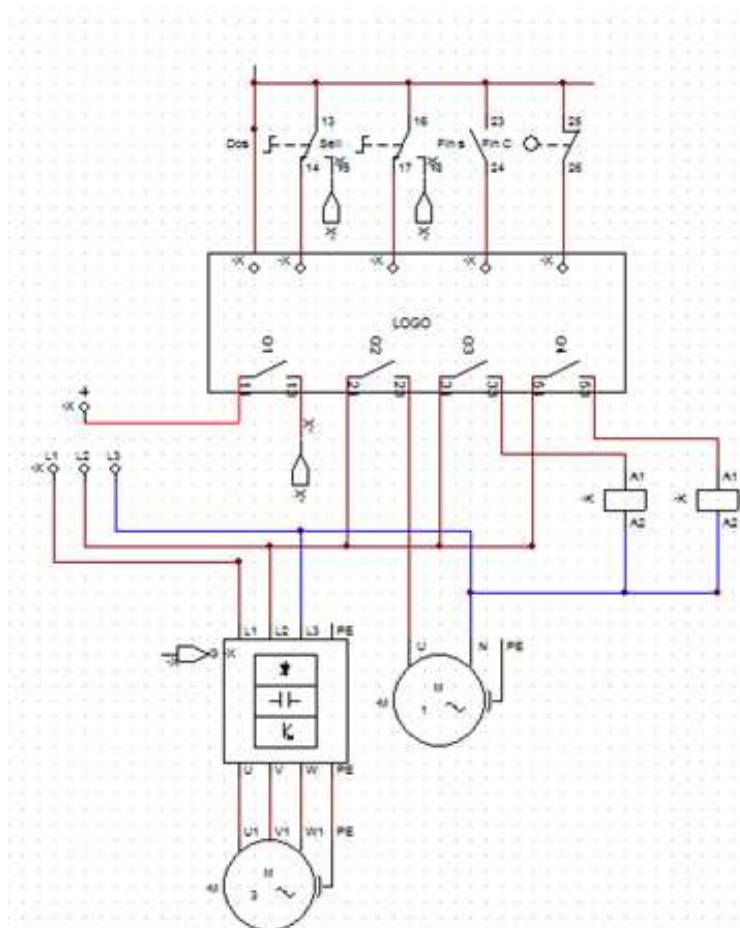
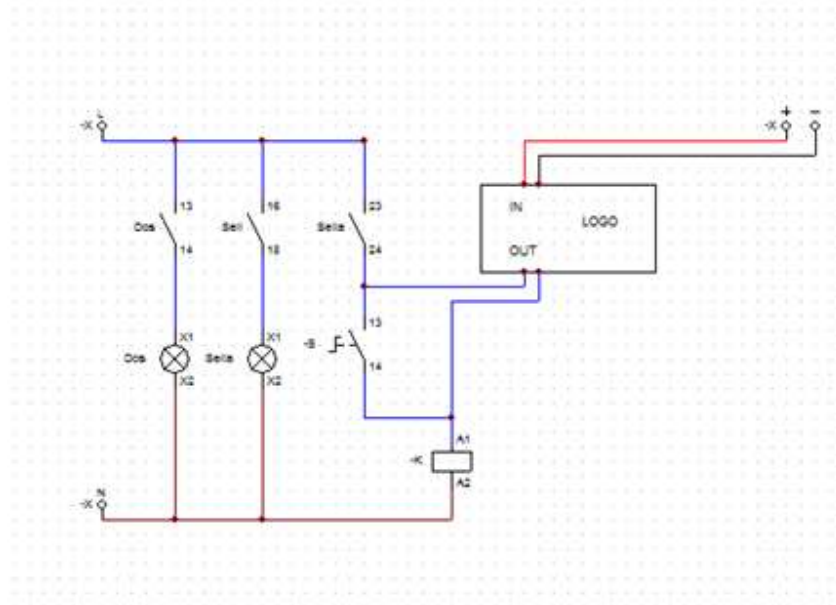
- [16] INEN, «Formulario de registro para descarga de normas,» INEN, 05 09 2013. Available: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2722.pdf>.
- [17] M. d. I. y. Productividad, «Normalizacion.gob,» Subsecretaria de calidad, 05 03 2014. Available: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/RTE-131.pdf>.
- [18] INEN, «Normas técnicas oficializadas,» 2013. Available: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/normas-oficializadas20131.pdf>.
- [19] ARCSA, «Control Sanitario,» Ministerio de Salud Pública, 30 07 2015. Available: <http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/Registro-Oficial-Res-042-BPM-Alimentos.pdf>.
- [20] NSF, NSF/ ANSI 51 - 2009, EEUU, 2009.
- [21] FESTO, «Conocimientos profesionales y soluciones para la industria alimentaria y de bebidas,» 12 2013. Available: https://www.festo.com/rep/es_es/assets/pdf/FOOD_manual_materials_es.pdf.
- [22] AUDION, «AUDION Packaging machines,». Available: <http://www.audion.com/es/productos/moldeado-relleno-y-sellado/sistemas-de-dosificacin/6dosificador-de-volumen-.html>.
- [23] E. Moreno, «Diseño de una máquina empacadora dosificadora y selladora de fundas para arroz,» 2010. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1287>.
- [24] C. H. Pinto y H. Duran Sanchez, «Repositorio. La.Salle,» 06 2006. Available: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16483/00781358.pdf?sequence=1>.
- [25] F. A. CCARITA CRUZ, «Slideshare,» 04 11 2011. Available: <https://es.slideshare.net/alanmecanica/diseo-de-un-silo-estructura-metalica>.
- [26] M. Beltrán y A. Marcilla, Tecnología de polímeros, España, 2012.
- [27] T. científicos, «Textos científicos.com,» 26 08 2005. Available: www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno.
- [28] Mariano, «Tecnología de los plásticos,» 16 07 2012. Available: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>.
- [29] Inoxidable, «Plásticos distintos propiedades,» Available: <http://www.inoxidable.com/propiedades1.htm>.
- [30] Mariano, «Tecnología de los plásticos,» 30 12 2013. Available: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/12/termosellado.html>.
- [31] C. Riba Romeva, Diseño Concurrente, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

- [32] R. Budynas y K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, México: Mc Graw Hill, 2008.
- [33] R. L. Norton, *Diseño de máquinas: un enfoque integrador*, México: Pearson, 2011.
- [34] A. L. Casillas, *MAQUINAS, Cálculos de taller*, España.
- [35] N. Larburu, *Prontuario de máquinas*, 13va ed.
- [36] J. Ravenet Regales, «Diseño de un silo cilíndrico para el almacenamiento de productos granulares,» 2004. Available: upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3180/2/31298-2.pdf.
- [37] R. Mott, *Mecánica de Fluidos*, 6ta Edición ed.
- [38] SMC, «SMC,» Available: https://content2.smcetech.com/pdf/CJ2-Z-D_ES.pdf.
- [39] F. Valencia Aguirre, *Dosificadora y selladora de pulpa de fruta, para la planta productora Mi Pulpita*, Ibarra, 2013.
- [40] A. S. Suarez Suarez, *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*, Madrid: Piramide, 1996.
- [41] R. Guamán, J. Ullaury, H. Mendoza y F. Tapia, «Nueva variedad de maní de alta productividad para zonas semisecas del Ecuador,» *Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja"*, vol. Boletín Divulgatorio n° 437, 2014.
- [42] J. F. Rodriguez, «Repositorio DSpace,» ESPE, 2007. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/90>.
- [43] Campos del Valle, «Campos del valle,» 18 05 2017. Available: <http://www.camposdelvalle.cl/mani-confitado/>.
- [44] miempaque, «miempaque,» kupack S.A, 2007. Available: <http://www.miempaque.com/directorio/productos.php?Desplazamiento=0&TamanoPagina=10&Id=17&PHPSESSID=1f7f5dfc5da67abf49c008830b648173>.
- [45] Dentimarc, «dentimar selladora mestra,» 2012. Available: <http://dentimarc.com/selladora--mestra-catalogo.html>.
- [46] ALS, «ALS Soluciones Innovadoras,» ALS Investment SAC, Available: www.alsinvestmentsac.com/cotizaciones-maquinaria-industrial.
- [47] BRANSON, «Direct INDUSTRY,» BRANSON, Available: www.directindustry.es/prod/branson-ultrasonics/product-5555-579726.html.
- [48] K. Gieck y R. Gieck, *Manual de fórmulas técnicas*, Germering: 75a, 2000.
- [49] U. d. fórmulas, «universo de fórmulas,» 2017. Available: www.universoformulas.com/matematicas/geometria/prisma/.

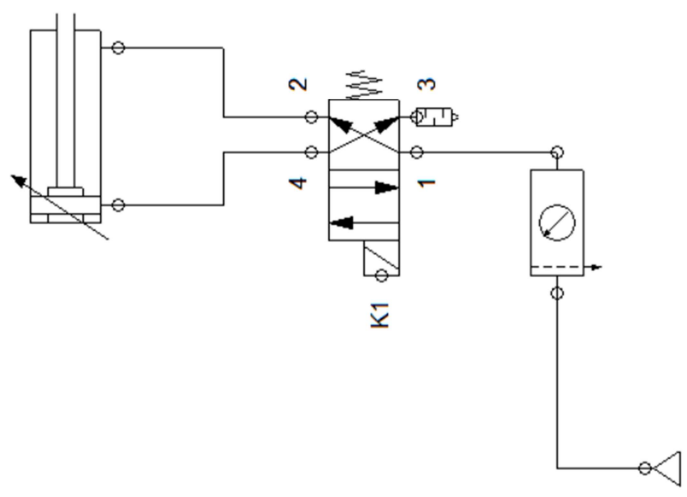
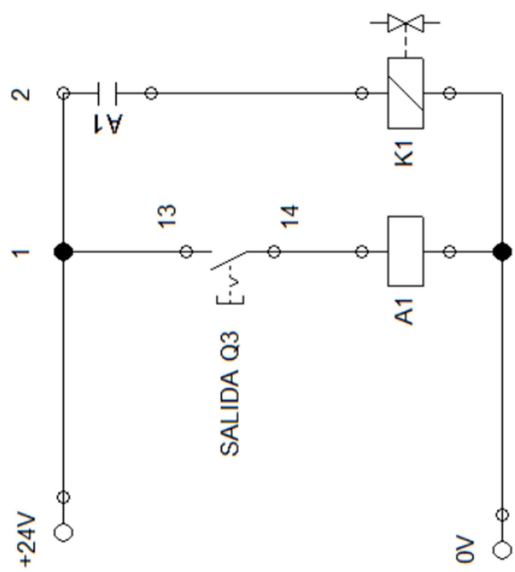
- [50] INEN, «Formulario de registro para descarga de normas,» INEN, 2013. Available: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2644.pdf>.
- [51] H. Touzet, «PLAEN,» 14 12 2010. Available: <https://plaen.blogspot.com/2010/12/maquinaria-de-embalaje-flexible.html>.
- [52] Aipack, «MECALUX logismarket,» AIPACK, Available: www.logismarket.com.mx/aipack/formador-de-bolsa/3089316474-1233068524-p.html.
- [53] I. GROUP, «IRTA GROUP,» 2015. Available: <http://irtagroup.com/accesorios-packaging/tubos-formadores/>.
- [54] H. E. I. Co., «Productos aplicados por alta frecuencia,» Hexagon Electric Industrial Co., 2011. Available: <http://www.maquina-alta-frecuencia.com/front/bin/ptlist.phtml?Category=670>.
- [55] I. H. Rodriguez, «Envapack Procesos de conversión,» 2015. Available: www.envapack.com.
- [56] «Aficionados por la mecánica,» 2014. Available: www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios.htm.
- [57] ARCSA, «INSTRUCTIVO EXTERNO Criterios de evaluación para la clasificación del riesgo sanitario de alimentos procesados,» Guayaquil, 2017.
- [58] M. Beltrán y A. Marcilla , «Tecnología de Polimeros,» Available: es.slideshare.net/JorgeLopez87/extrusora.
- [59] Sears , Zemansky, Young y Freedman, Física Universitaria, Pearson, 2005.

ANEXOS

ANEXO 1 DIAGRAMA CONEXIONES ELÉCTRICAS



ANEXO 2 DIAGRAMA CONEXIONES NEUMÁTICAS



CONSTRUCCIÓN DE EMPACADORA

Construcción de tolva de almacenamiento

En la figura 55 se observa la tolva tipo pirámide truncada que se utiliza para almacenar el maní que será dosificado.



Figura 55 Tolva de almacenamiento

Construcción de dosificador

En el dosificador se elaboran el disco giratorio, los vasos dosificadores, el disco fijo y el eje del disco giratorio.

En la figura 56 se observa el disco con las perforaciones donde se ubicarán los vasos dosificadores, mientras que la figura 57 muestra el conjunto dosificador.



Figura 56 Corte de disco giratorio



Figura 57 Disco giratorio ensamblado con eje

La figura 58 muestra el proceso de torneado de material nylon para elaborar los vasos dosificadores.

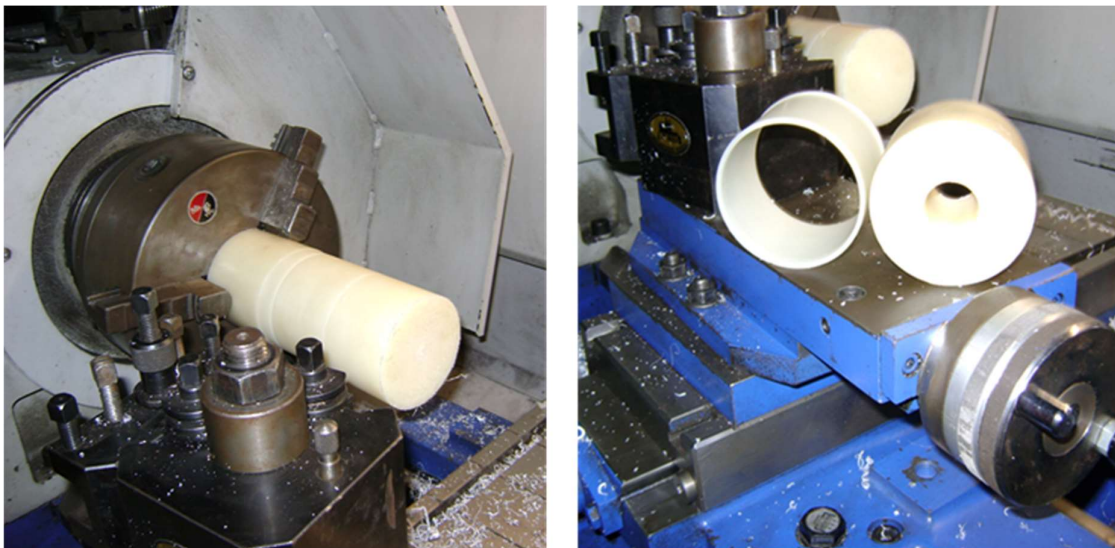


Figura 58 Elaboración de vasos dosificadores

En la figura 59 se observa el disco fijo del sistema dosificador.



Figura 59 Disco fijo

Construcción de desplazamiento

En la figura 60 se puede observar los ejes y engranes para el desplazamiento de la funda.



Figura 60 Ejes de desplazamiento

En la figura 61 se puede observar los ejes de desplazamiento ubicados con el tubo de descarga.



Figura 61 Ejes de desplazamiento y tubo de descarga

Construcción de sellador

La figura 62 muestra el sellador que se construyó ensamblado.

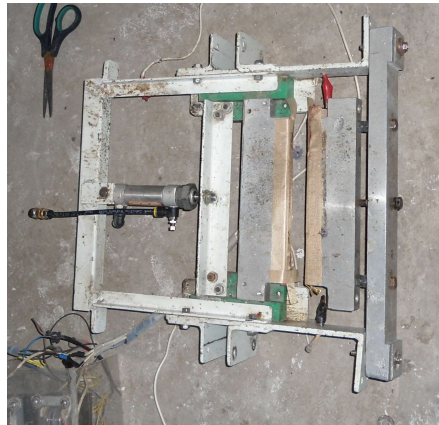


Figura 62 Sellador

Estructura

En la figura 63 se observa la estructura de la máquina empacadora que soporta el dosificador y sellador.



Figura 63 Estructura de la máquina

Construcción de dosificador

En la figura 64 se observa el tablero de control implementado para automatizar los procesos de dosificación y sellado.

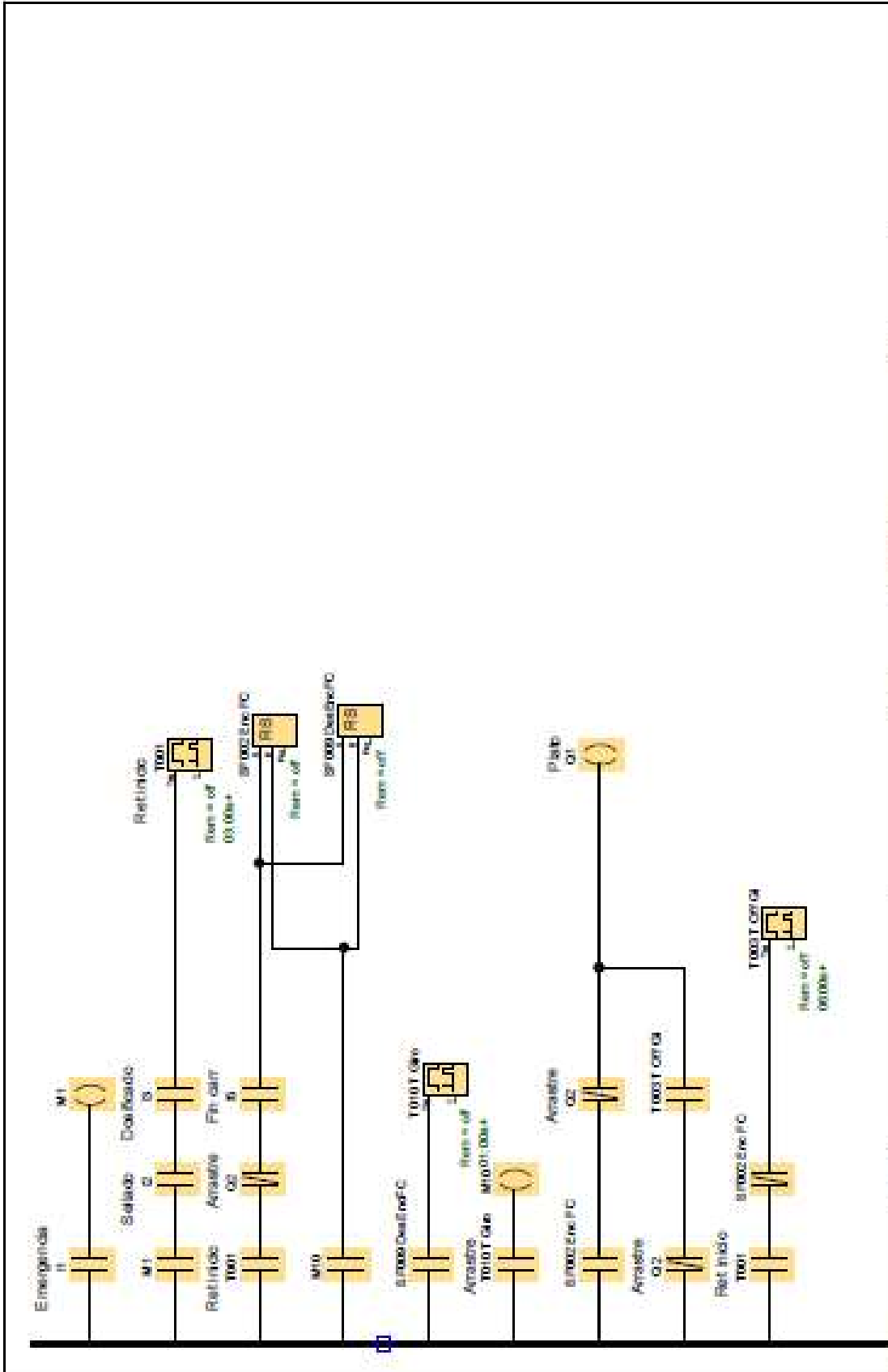


Figura 64 Tablero de control de dosificación y sellado de la máquina

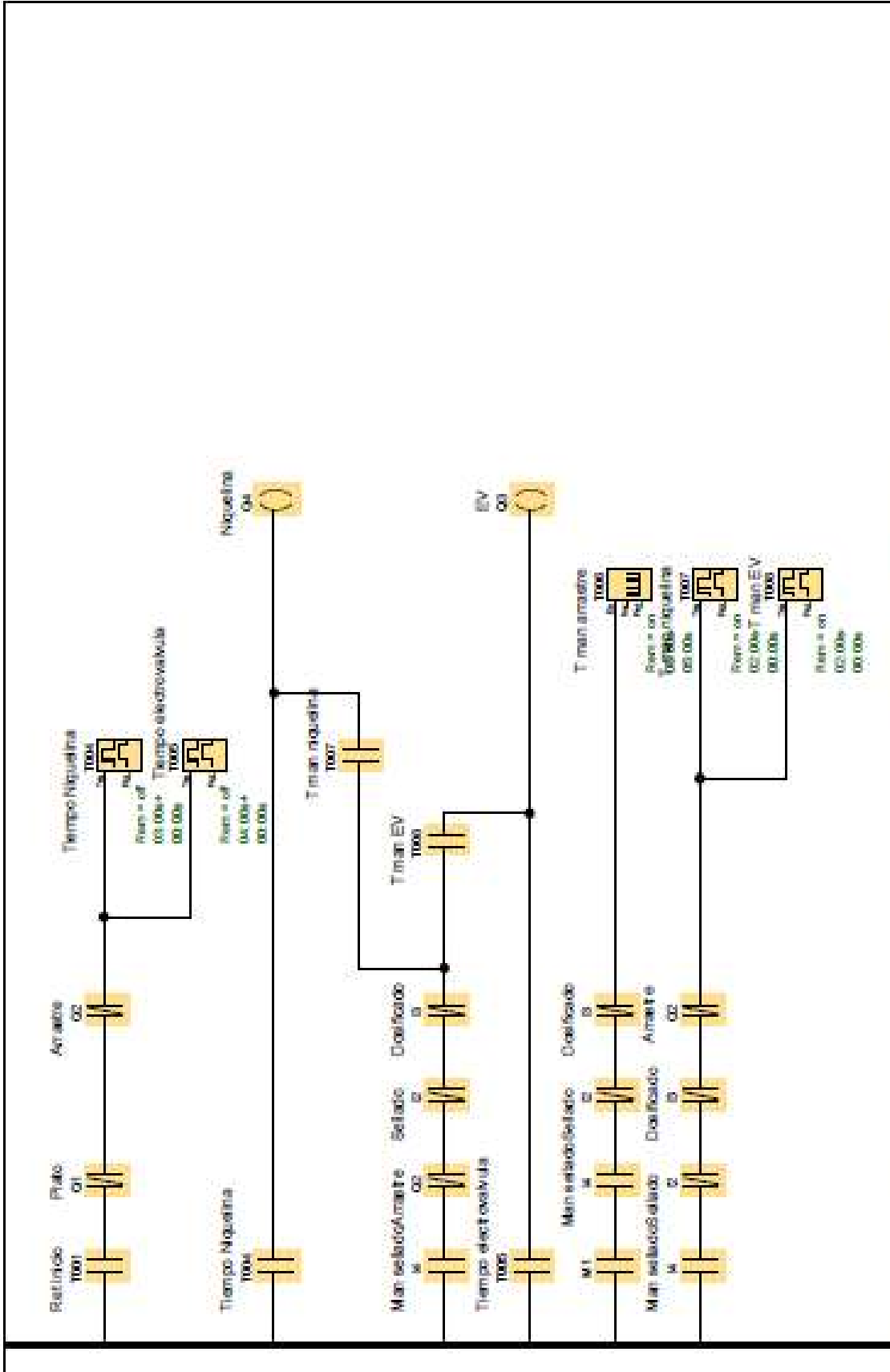
La figura 65 muestra el tablero de control implementado para controlar la temperatura en las resistencias eléctricas del sellado.



Figura 65 Panel de control de temperatura de sellado



Author:	U. Müller	Project name:	Emergency stop	Client:	
Computer:		Project date:	10.10.2014	Project:	
Project name:	Emergency stop	Project location:	Emergency stop	Page:	11/11



Auto:	Orlando 43000000	Descripción de Item:	Orlando de Item	Check:
Carro:		Instalación:	Instalación de Manos de Suelo	Pruebas:
Fecha de instalación:	17/05/2012 10:45:17	Instalador:	Instalador de Suelo	Página:
				31/1

PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

Norma: AISI 304

Especificaciones Generales

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	Es	SUS 304
	ASTM	304
	DNV	4301

ESPEORES desde 0,40-15mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
45	89500	18	25900	40	81,7	160

ACERO INOXIDABLE

Norma: AISI 201

Especificaciones Generales

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	Es	SUS 201
	ASTM	201
	DNV	3001

ESPEORES desde 0,70-3mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)



EJES Acero Inoxidable



Especificaciones Generales

Código	AB1304
Descripción	Acero inoxidable austenítico (18/8 cromoniquel) con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intersticial hasta 320°C. Resiste al ataque corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas y se emplea con la superficie pulida espejo.
Aplicaciones	Industria química, conector, cacerolas, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dentística...
Longitud	4 m.

Composición Química						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0-0,08	0-1	0-2	0-0,045	0-0,03	8-10,5	18-20

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm ²)	Punto de fluencia (N/mm ²)	Alargación (%Mv)	Dureza ROCHWEL B
520	220	20	340-375



Dimensiones
Díametro
3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1 1/4"
1 1/2"
2"
2 1/2"
3"
3 1/2"
4"
5"
6"

