



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE  
HARINA EN EL SECTOR DE YUGSILOMA”**

**Autores:**

Martínez Paca Darwin Vinicio

Quimbita Sinchiguano Richard Israel

**Tutor:**

Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera, Ms.C.

**LATACUNGA – ECUADOR**

Agosto 2018



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Darwin Vinicio Martínez Paca y Richard Israel Quimbita Sinchiguano, declaramos ser autores la presente Propuesta Tecnológica: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE HARINA EN EL SECTOR DE YUGSILOMA”**, siendo el Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera, Ms.C. Tutor del presente Trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente Propuesta Tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Darwin Vinicio Martínez Paca  
C.I. 160047591-5

Richard Israel Quimbita Sinchiguano  
C.I. 050343866-5

Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo Tecnológico sobre el Título:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE HARINA EN EL SECTOR DE YUGSILOMA”**, de Darwin Vinicio Martínez Paca y Richard Israel Quimbita Sinchiguano, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes Científico-Técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio del 2018



Ing. Ms.C  
Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera



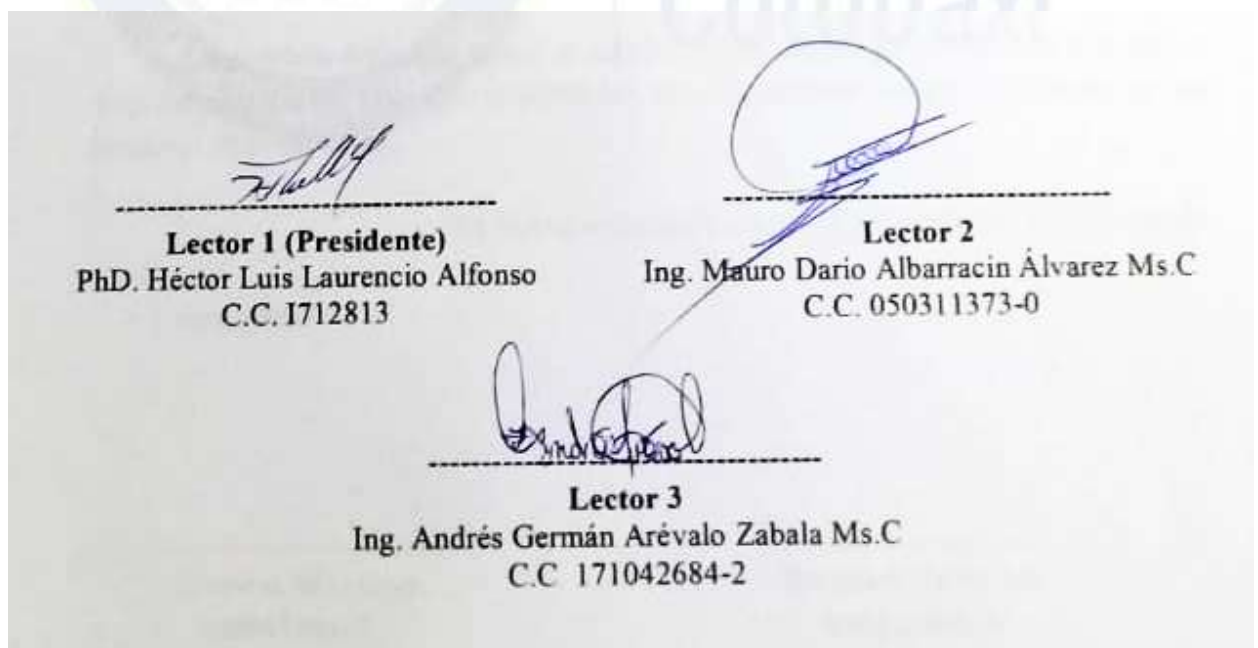
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe Tecnológico de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Darwin Vinicio Martínez Paca y Richard Israel Quimbita Sinchiguano, con el Título de Proyecto de Titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE HARINA EN EL SECTOR DE YUGSILOMA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio del 2018

Para constancia firman:





## SOLICITUD DE: ENTREGA DE DONACIÓN

Sra.

Romelia Almira Bravo González

**PRESIDENTA DE LA ASOCIACIÓN GRANO DE ORO DE YUGSILOMA**

Latacunga. –

Nosotros Darwin Vinicio Martínez Paca y Richard Israel Quimbita Sinchiguano, egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica promoción 2018, nos dirigimos a Ud. con el debido respeto y exponemos lo siguiente:

Considerando la importancia de los avances tecnológicos realizados en torno al campo industrial y de producción, dado que en la Facultad dichos temas se abordan, para el Plan de Ingeniería de eléctrica y mecánica, nosotros consideramos de relevancia que la Asociación cuente con una máquina amasadora propio para el mejor desarrollo en la producción pastelera y sus derivados.

Por tal motivo, hacemos **entrega de una máquina amasadora en calidad de donación.**

La presente donación, como se solicitó anteriormente, permitirá a la Asociación mejores resultados, que son importantes para la obtener mayor eficiencia en sus procesos de producción.

Por lo expuesto pedimos proceder conforme a lo solicitado.

Atentamente;

Darwin Martínez  
160047591-5

Richard Quimbita  
050343866-5



## CARTA DE CONFORMIDAD

Latacunga, 18 de Julio del 2018.

**Sres.**

Darwin Vinicio Martínez Paca

Richard Israel Quimbita Sinchiguano

**Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica**

Presente

Yo, **Romelia Almira Bravo Gonzales** con número de cedula N° **110235944-3** en calidad de **Presidenta de la Asociación de Grano de Oro de Yugsiloma.**

En la ciudad de Latacunga - sector Yugsiloma a los 18 días del mes de Julio del año 2018 por medio de la presente quiero dar a conocer que los señores: **Darwin Vinicio Martínez Paca** y **Richard Israel Quimbita Sinchiguano**, portadores del número de cedula **160047591-5** y **050343866-5** respectivamente; realizan la entrega de una máquina amasadora de harina en perfectas condiciones con la cual fomentara el crecimiento de la producción pastelera, demostrando que estoy **CONFORME** con la entrega y el funcionamiento del producto entregado a nuestra asociación.

Aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de estima y consideración.

**Atentamente**

**Romelia Almira Bravo Gonzales**

**CI: 110235944-3**



## AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a dios por la vida, por la sabiduría que me brindó al recorrer este camino y permitirme llegar a cumplir esta meta.

Agradezco a mis padres, por todo el amor, la fe y confianza que me han entregado, por su apoyo en buenos y malos momentos durante toda mi vida y espero hasta hoy, se haya podido responder con logros, satisfacciones y con todo el amor que se les tiene y que se les entrega día a día, a mis grandes amigos que me impulsaron a seguir adelante.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial a la Carrera de Ingeniería Electromecánica, a mis tutores académicos y de tesis; por su valiosa colaboración en el desarrollo y culminación del trabajo de titulación, a todos quienes hicieron posible la realización y cumplimiento de esta meta.

*Darwin Martínez*



## **DEDICATORIA**

A mis padres Manuel Martínez y Julia Paca, por haberme dado la vida, por el apoyo incondicional que me han brindado, por inculcarme valores y principios que me formaron como persona.

En especial dedico esta tesis a mi Madre por estar siempre presente en las diferentes etapas de mi vida por haberme brindado su apoyo en los momentos más difícil de mi vida y gracias a ella nunca me di por vencido para conseguir mis objetivos.

A mi hermano Oscar por su apoyo y sus consejos, a mis sobrinos Heidy y Santiago por sus ocurrencias y carisma que alegran mis días, quiero hacer una mención especial Katty Sh. por haberme acompañado incondicionalmente a lo largo de este camino.

*Darwin Martínez*





## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme las fuerzas necesarias para culminar mi carrera, a mi Padre por darme su bendición desde el cielo, por nunca abandonarme de los momentos más difíciles.

Agradezco a mi madre, hermanos y sobrinos por la fe y confianza que han depositado en mi persona, esperando haber llenado todas sus expectativas y retribuyéndoles con el logro de ser un profesional, a la vez agradecerles a mis amigos que estuvieron apoyándome en los buenos y malos momentos.

Agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas a la prestigiosa carrera de Ing. Electromecánica, quien ha compartido los conocimientos necesarios tanto académicos como humanísticos, para desenvolverme en esta nueva etapa como profesional.

Un agradecimiento fraterno al Ing. Raúl Reinoso por el apoyo y los conocimientos que nos brindó en el transcurso de este proyecto, también a cada uno de los docentes que supieron guiarnos hasta el final de este objetivo propuesto.

*Richard Quimbita*



## DEDICATORIA

A mi padre Rómulo que desde el cielo te sentirás orgulloso de la familia que somos Quimbita Sinchiguano.

A mi madre Rosa por ser el pilar fundamental a lo largo de mi profesión, por enseñarme que nunca hay que rendirse por más difícil que sea el obstáculo.

A mis hermanos Alex y Mary por brindarme el apoyo incondicional para seguir en adelante, por brindarme su mano y sus consejos en los buenos y malos momentos.

A mis sobrinos Valery y Mateo por el cariño que me brindan, por hacerme reír en los momentos más difíciles a largo de mis estudios.

A ti Jessica quien día tras día me brindaste ánimos, por ser tan comprensible y a la vez transmitirme optimismo para poder culminar tan anhelada meta

*Richard Quimbita*

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b>	<b>II</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN</b>	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b>	<b>IV</b>
<b>SOLICITUD DE: ENTREGA DE DONACIÓN</b>	<b>V</b>
<b>CARTA DE CONFORMIDAD</b>	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>VII</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>VIII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IX</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVIII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XIX</b>
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN</b>	<b>XX</b>
<b>1. INFORMACIÓN BÁSICA</b>	<b>1</b>
1.1 Propuesto por	1
1.2 Tema aprobado	1
1.3 Facultad	1
1.4 Carrera	1
1.5 Director del proyecto de titulación	1
1.6 Equipo de trabajo	1
1.6.1 Asesor Técnico del proyecto tecnológico	1
1.7 Lugar de ejecución	1

1.8 Tiempo de duración de la propuesta _____	2
1.9 Fecha de entrega _____	2
1.10 Línea y sublíneas de investigación _____	2
1.10.1 Línea de investigación _____	2
1.10.2 Sublíneas de investigación _____	2
1.11 Tipo de propuesta tecnológica _____	2
<b>2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA _____</b>	<b>3</b>
2.1 Título de la propuesta _____	3
2.2 Tipo de alcance _____	3
2.2.1 Tipo de Proyecto _____	3
2.2.2 Alcance _____	3
2.3 Área del conocimiento _____	3
2.4 Sinopsis de la propuesta _____	3
2.5 Objeto de estudio y campo de acción _____	4
2.5.1 Objeto _____	4
2.5.2 Campo de acción _____	4
2.6 Situación problemática y problema _____	4
2.6.1 Situación problemática _____	4
2.6.2 Problema _____	5
2.7 Hipótesis _____	5
2.8 Objetivos _____	6
2.8.1 Objetivo General _____	6
2.8.2 Objetivos Específicos _____	6
2.9 Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	6
<b>3. MARCO TEÓRICO _____</b>	<b>8</b>
3.1 Argumentación _____	8
3.2 Quinua para la elaboración de productos pasteleros _____	8
3.2.1 Uso de la quinua _____	8
3.3 Amasadoras de harina _____	8
3.4 Tipos de amasado para harina _____	9

3.4.1 Amasado manual _____	9
3.4.2 Amasado a máquina _____	9
3.5 Tipos de amasadoras de harina _____	10
3.5.1 Amasadoras manuales _____	10
3.5.2 Amasadoras semiautomáticas _____	10
3.5.2.1 Amasadora de eje oblicuo _____	11
3.5.2.2 Amasadora de brazos _____	11
3.5.2.3 Amasadora de espiral _____	13
3.6 Características constructivas de una amasadora _____	13
3.6.1 Contenedor para ingredientes _____	14
3.6.1.1 Ingredientes que intervienen en la masa de harina _____	14
3.6.2 Potencia y elemento para amasar (gancho, tenedor, brazo u otro sistema). ____	14
3.6.2.1 Sistema de fuerza _____	14
3.6.2.2 Sistema de transmisión _____	15
3.6.2.3 Potencia Mecánica _____	15
3.6.3 Control que accionan los movimientos de la batea y de los brazos. _____	15
<b>4. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO _____</b>	<b>16</b>
4.1 Declaración de variables _____	16
4.1.1 Variable independiente _____	16
4.1.2 Variable dependiente _____	16
4.2 Operacionalización de las variables _____	16
4.3 Diseño Conceptual _____	16
4.3.1 Funcionalidades de las amasadoras de harina _____	17
4.3.2 Alcance de alternativas de amasadoras de harina _____	18
4.4 Diseño de la amasadora _____	18
4.4.1 Diseño de forma _____	19
4.4.1.1 Parámetros de diseño _____	19
4.4.1.2 Cálculo del volumen de la masa de harina _____	19
4.4.1.3 Diámetro de la masa en el proceso de amasado _____	19
4.4.1.4 Resistencia de estiramiento que presenta la masa de pan _____	20
4.4.2 Materiales para la construcción de la amasadora _____	21
4.4.2.1 Cálculo del espesor de la cámara _____	21

4.4.3 Componentes de la máquina amasadora _____	22
4.4.3.1 Diseño de la olla _____	22
4.4.3.2 Cálculo de brazos de amasado _____	23
4.4.3.3 Diseño mecánico del eje principal _____	24
4.4.4 Selección de poleas y catalinas _____	24
4.4.4.1 Calculo del diametro de la polea conducida _____	24
4.4.4.2 Distancia minimas entre ejes de poleas _____	25
4.4.4.3 Selección de catalina _____	25
4.4.5 Cálculo del número de revoluciones _____	26
4.4.5.1 Cálculo de la potencia del motor _____	27
4.4.5.2 Selección de banda _____	27
4.4.5.3 Longuitud de la banda _____	28
4.4.5.4 Selecion de la cadena de transmision _____	28
4.4.5.5 Calculo de la longuitud de la cadena. _____	28
4.4.6 Selección de chumaceras _____	29
4.4.6.1 Análisis estático _____	29
4.4.6.2 Análisis dinámico _____	30
4.4.7 Ingenieria en detalle _____	31
4.5 Procesos de fabricación _____	31
<b>5. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS _____</b>	<b>32</b>
5.1 Resultados de la ingeniería de requerimientos _____	32
5.2 Alcance de las alternativas _____	32
5.3 Factibilidad económica y técnica de las alternativas _____	34
5.4 Diseño de la amasadora _____	36
5.4.1 Proporción de los ingredientes para el amasado de harina _____	36
5.4.2 Resistencia de estiramiento que presenta la masa de pan _____	38
5.4.3 Cálculos de los materiales para la construcción de la amasadora _____	39
5.4.3.1 Cálculo del espesor de la cámara _____	39
5.4.4 Componentes de la máquina amasadora _____	40
5.4.4.1 Diseño de la olla _____	40
5.4.4.2 Cálculo y verificación de brazos de amasado _____	41
5.4.4.3 Diseño mecánico del eje principal _____	46

5.4.5 Selección de poleas y catalinas _____	48
5.4.5.1 Calculo del diametro de la polea conducida _____	48
5.4.5.2 Distancia minimas entre ejes de poleas _____	48
5.4.5.3 Selección de catalida _____	49
5.4.6 Cálculo del número de revoluciones _____	49
5.4.6.1 Cálculo de la potencia del motor _____	50
5.4.6.2 Selección de banda _____	51
5.4.6.3 Longuitud de la banda _____	52
5.4.6.4 Selecion de la cadena de transmision _____	52
5.4.6.5 Calculo de la longuitud de la cadena. _____	52
5.4.7 Selección de chumaceras _____	52
5.4.7.1 Análisis estático _____	52
5.4.7.2 Análisis dinámico _____	53
5.5 Validación de la Hipótesis _____	53
<b>6. PRESUPUESTO _____</b>	<b>55</b>
6.1 Análisis financiero _____	55
6.1.1 Costos Directos _____	55
6.1.1.1 Costos de materiales _____	55
6.1.1.2 Costos de elementos para el control eléctrico _____	55
6.1.1.3 Costos por utilización de equipos _____	56
6.1.2 Costos de elementos de seguridad _____	56
6.1.3 Costos de mano de obra _____	56
6.1.4 Costos de transporte _____	56
6.1.5 Costos indirectos _____	57
6.1.5.1 Costos ingenieril _____	57
6.1.6 Consumo eléctrico _____	57
6.2 Cálculo de VAN y TIR _____	57
6.3 Análisis de impactos _____	59
6.3.1 Impacto práctico _____	59
6.3.2 Impacto ambiental _____	59
6.3.3 Impacto social _____	59

<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
7.1 Conclusiones	60
7.2 Recomendaciones	60
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Amasadora de eje oblicuo.	11
Figura 3.2. Amasadora de brazos.	12
Figura 3.3. Amasadora de brazos verticales.	12
Figura 3.4. Amasadora de brazos horizontales.	12
Figura 3.5. Amasadora de espiral.	13
Figura 4.1. Envolvente cilíndrica.	20
Figura 4.2. Resistencia a la masa de estiramiento	20
Figura 5.1. Diseño de la olla.	40
Figura 5.2. Dimensiones de la olla	41
Figura 5.3. Diseño de Brazos Horizontales	42
Figura 5.4. Diagrama de momento flector	42
Figura 5.5. Carga distribuida en el brazo de amasado	43
Figura 5.6. Diagrama de fuerza y momentos	44
Figura 5.7. Brazo radial	44
Figura 5.8. Diagrama de fuerzas	46
Figura 5.9. Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante	47
Figura 5.10. Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante	47
Figura 5.11. Transmisión de potencia	49

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2.2. Problemática	5
Tabla 2.3. Sistema de tareas por objetivos	6
Tabla 3.1. Tabla de densidades de los materiales	14
Tabla 4.1. Variable independiente	16



Tabla 4.2. Variable dependiente _____	16
Tabla 4.3. Funcionalidades de la maquina amasadora _____	17
Tabla 5.1. Resultados de la metodología para el diseño _____	32
Tabla 5.2. Alcance de las alternativas _____	33
Tabla 5.3. Evaluación económica _____	34
Tabla 5.4. Evaluación técnica _____	35
Tabla 5.5. Resultados de la evaluación técnica-económica _____	35
Tabla 5.6. Ingredientes que se utilizan en el amasado _____	36
Tabla 5.7. Densidad y volumen para 14,50 kg de harina _____	36
Tabla 5.8. Volumen calculado del proceso de amasado _____	38
Tabla 5.9. Transmisión de fluencia _____	38
Tabla 5.10. Cálculo de los brazos _____	45
Tabla 5.11. Características del motor _____	51
Tabla 5.12. Validación de la hipótesis _____	54
Tabla 6.1. Costo de materiales y suministros _____	55
Tabla 6.2. Costos de los elementos eléctricos _____	55
Tabla 6.3. Costos de equipos _____	56
Tabla 6.4. Costos de implementos de seguridad _____	56
Tabla 6.5. Costos de mano de obra _____	56
Tabla 6.6. Costos de transporte _____	57
Tabla 6.7. Costos indirectos _____	57
Tabla 6.8. Consumo eléctrico _____	57
Tabla 6.9 Cálculo de VAN y TIR _____	58

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

**TITULO:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE HARINA PARA EL SECTOR DE YUGSILOMA”.

**Autor/es:**

Martínez Paca Darwin Vinicio

Quimbita Sinchiguano Richard Israel

**RESUMEN**

La presente tesis tiene por finalidad reducir el tiempo de amasado mediante la implementación de una máquina amasadora de harina de 25 kg en la asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma de la ciudad de Latacunga, por medio de la máquina se redujo los tiempos de amasado y se disminuyó el esfuerzo en el proceso de producción. La máquina amasadora de harina fue construida para ser operada de manera intuitiva, ergonómica, además de ello solventará la capacidad de amasado y tiempo de proceso de producción, es importante mencionar que se tomó en cuenta diferentes tipos de amasadoras, de la cual se seleccionó la amasadora de brazos horizontales con la que se rigió para el diseño y construcción de la amasadora, además se instaló un sistema de control del tiempo en el amasado permitiendo que la máquina se apague de una manera automática.

Para la construcción de la maquina amasadora en la olla se usó el acero inoxidable AISI 304 ya que sus propiedades son las adecuadas para la producción alimenticia obteniendo un producto apto para el consumo humano, para la estructura se usó el acero inoxidable AISI 430 por las propiedades anticorrosivas impidiendo que el acero se oxide. El sistema de transmisión se realizó por medio de poleas y catalinas la cual permite reducir las revoluciones por minuto del motor a la vez manteniendo la fuerza y el giro de los brazos constantes garantizando que el gluten sea óptimo.

La máquina amasadora es amigable con el ambiente debido a que el ruido y las vibraciones cumplen con los estándares establecidos de 45db sin afectar el ambiente de trabajo, permitiendo que se pueda realizar otras labores mientras la máquina esté en funcionamiento. Además cuenta con una olla que gira 90 grados con respecto a su eje facilitando la extracción del gluten de una manera sencilla y sin mucho esfuerzo.

**Palabras claves:** Amasadora, Tiempo, Productividad, Gluten

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED**

**TITLE:** "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF FLOUR KNEAD MACHINE FOR THE SECTOR OF YUGSILOMA".

**Authors:**

Martínez Paca Darwin Vinicio

Quimbita Sinchiguano Richard Israel

**ABSTRACT**

This thesis aims to reduce the time of knead through the implementation of flour knead machine 25 kg in the Women's Association Pastry chefs Yugsiloma, Latacunga city, in order to reduce the times of kneading and decreased over the course of the effort in the production process. The flour kneading machine was built to be operated in an intuitive, ergonomic way, besides it will solve the kneading capacity and production process time, it is important to mention that different types of kneaders were taken into account, of which it selected the horizontal kneader with which it was governed for the design and construction of the kneader, in addition a time control system was installed in the kneading allowing the machine to turn off in an automatic way. For the construction of the kneading machine in the pot AISI 304 stainless steel was used because its properties are suitable for the food production obtaining a product suitable for the human consumption, for the structure the stainless steel AISI 430 was used by the anti-corrosive properties prevent the steel from rusting. The transmission system was carried out by means of lifters and catalinas which allows to reduce the revolutions per minute of the motor at the same time maintaining the force and the rotation of the constant arms ensuring that the gluten is optimal. The kneading machine is environmentally friendly because noise and vibrations meet the established standards of 45db without affecting the working environment, allowing other work to be done while the machine is running. It also has a pot that rotates 90 degrees with respect to its axis facilitating the extraction of gluten in a simple way without much effort.

**Keywords:** Kneader, Time, Productivity, Gluten



## CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del tema de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores: MARTINEZ PACA DARWIN VINICIO y QUIMBITA SINCHIGUANO RICHARD ISRAEL, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE HARINA PARA EL SECTOR DE YUGSILOMA”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.



## **1. INFORMACIÓN BÁSICA**

### **1.1 Propuesto por**

Darwin Vinicio Martínez Paca

Richard Israel Quimbita Sinchiguano

### **1.2 Tema aprobado**

Diseño e implementación de una máquina amasadora de harina en el sector de Yugsiloma.

### **1.3 Facultad**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

### **1.4 Carrera**

Ingeniería Electromecánica

### **1.5 Director del proyecto de titulación**

Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera, Ms.C.

### **1.6 Equipo de trabajo**

#### **1.6.1 Asesor Técnico del proyecto tecnológico**

Nombre: Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera, Ms.C.

Correo electrónico: hector.reinoso@utc.edu.ec

Cédula: 050215089-9

Celular: 0987294435

### **1.7 Lugar de ejecución**

Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Yugsiloma.

## **1.8 Tiempo de duración de la propuesta**

Cinco meses

## **1.9 Fecha de entrega**

26 de Julio del 2018

## **1.10 Línea y sublíneas de investigación**

### **1.10.1 Línea de investigación**

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4: Procesos industriales.

### **1.10.2 Sublíneas de investigación**

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

El proyecto de investigación se acoge a las anteriores sublíneas de investigación, al encontrarse como directrices principales, relacionando la automatización industrial a través del conocimiento de las áreas de los sistemas mecatrónicos, electromecánicos y electrónicos.

## **1.11 Tipo de propuesta tecnológica**

Lo que se pretende desarrollar con la propuesta es una tecnología conducente a una máquina amasadora de harina, en el sector de Yugsiloma.

## **2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1 Título de la propuesta**

Diseño e Implementación de una máquina amasadora de harina en el sector de Yugsiloma

### **2.2 Tipo de alcance**

En este numeral del proyecto tecnológico se detalla el tipo de proyecto y el alcance del mismo.

#### **2.2.1 Tipo de Proyecto**

El presente proyecto tecnológico se presenta como un Proyecto Productivo porque permite mejorar el tiempo de amasado y disminuir el esfuerzo en el proceso de producción de los derivados de panificación en la asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma. El disponer de una amasadora proporcionará la oportunidad de mejorar los kilogramos/hora de elaboración de gluten, elemento principal con el que se fabrica los productos pasteleros.

#### **2.2.2 Alcance**

- Se estudió y seleccionó la mejor alternativa que satisfaga los objetivos planteados.
- Se diseñó y seleccionó los diferentes elementos mecánicos y se determinaron las condiciones de trabajos a las cuales estará sometida la máquina.
- Se dibujó los planos estructurales y de ensamblaje.
- Se analizó los costos del proyecto tecnológico.

### **2.3 Área del conocimiento**

Ingeniería, industrial y construcción

### **2.4 Sinopsis de la propuesta**

El presente proyecto está enfocado al diseño e implementación de una máquina amasadora de harinas ya que existe un alto índice de crecimiento de productos pasteleros en la asociación de mujeres del sector de Yugsiloma. Sin embargo, es importante dirigir la atención a la labor de amasado manual que realiza la asociación de pasteleras del sector de Yugsiloma, aunque se emplea gran esfuerzo y técnicas correctas, el desarrollo del gluten no es la adecuada debido a la poca energía aplicada, labor que demanda mayor tiempo de amasado. Dicha máquina esta provista de un recipiente donde se deposita la harina, un brazo oscilador encargado de la mezcla

de la harina, un sistema de transmisión que se encargara de proporcionar la energía mecánica para el debido funcionamiento de la máquina y un sistema de control que permite la manipulación de la máquina.

Las beneficiarias directas son las mujeres miembros de la asociación pasteleras del sector de Yugsiloma, los beneficiarios indirectos son todos los panificadores y consumidores del sector. La tabla 2.1 muestra los beneficiarios del proyecto tecnológico.

**Tabla 2.1.** Beneficiarios del proyecto

<b>Directos</b>	Asociación de mujeres pasteleras.
<b>Indirectos</b>	Consumidores finales. Panificadores del sector

## **2.5 Objeto de estudio y campo de acción**

### **2.5.1 Objeto**

Implementar una máquina amasadora de harina para la producción artesanal de productos pasteleros de la asociación de mujeres del sector de Yugsiloma.

### **2.5.2 Campo de acción**

Diseño y construcción de una amasadora de harina mediante el control de las variables dinámicas de movimiento en el amasado de harina para panificación.

## **2.6 Situación problemática y problema**

### **2.6.1 Situación problemática**

La asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma realiza el proceso de amasado de forma artesanal con el uso de la fuerza de sus manos, esta manera de amasar la harina ha provocado una baja productividad, demasiado tiempo en el amasado, cansancio, pérdidas económicas y sobre todo baja calidad en la estructura del gluten y posteriormente en la textura de los productos de panificación.

Las causas del porque la asociación ha tomado el amasado manual como directriz de su productividad radica en el factor económico y el montaje intuitivo de la maquinaria y las herramientas de panificación. Los efectos sumergidos al operar el amasado, a través de una forma manual, implican excesivo tiempo en el amasado, bajas utilidades, productividad reducida, baja oferta de productos y limitado desarrollo de la asociación de mujeres pasteleras



del sector de Yugsiloma.

Con la implementación de una máquina amasadora se optimizó el tiempo del amasado para la producción artesanal en productos pasteleros de la asociación de mujeres del sector de Yugsiloma, sin descuidar el dominio en la elaboración de una masa de alta calidad. La tabla 2.2 muestra un reflejo detallado de la problemática.

**Tabla 2.2.** Problemática

Situación actual	La producción actual de los productos pasteleros lo realizan de una manera artesanal (a mano).
Identificación del problema	La asociación de panaderos en el cual realizan pan de quinua con amasado manual, donde la producción de este producto es mínima, por el tiempo que conlleva el amansamiento de la harina.
Situación futura deseada	Con el proyecto planteado se trata de optimizar el tiempo de amasado de la harina y evitar el sobre-esfuerzo que realizan las personas de la asociación al elaborar los productos pasteleros, creando así nuevas fuentes de trabajo ya que en este sector se produce la materia prima para la elaboración de los productos pasteleros.
Propuesta de solución	Implementar una máquina amasadora de harina en el sector de Yugsiloma para la elaboración de productos pasteleros.

### **2.6.2 Problema**

¿Cómo optimizar el tiempo del amasado para la producción artesanal en productos pasteleros de la asociación de mujeres del sector de Yugsiloma mediante la implementación de una máquina amasadora de harina?

### **2.7 Hipótesis**

La falta de una máquina amasadora con brazos mecánicos en la asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma, incide en la optimización del tiempo de amasado de la harina de quinua o elaborados de panificación.

## 2.8 Objetivos

### 2.8.1 Objetivo General

Implementar una máquina amasadora de harina para la elaboración de productos pasteleros en el sector de Yugsiloma.

### 2.8.2 Objetivos Específicos

- Determinar las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de máquinas amasadoras.
- Seleccionar los materiales y dispositivos aplicables según la máquina amasadora.
- Construir una máquina amasadora de harinas que contribuya a la producción de productos pasteleros

## 2.9 Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Es importante realizar la descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos para encaminar el proceso de cumplimiento del proyecto, cada actividad a realizar cumple un papel importante en la consecución del proyecto tecnológico.

La tabla 2.3 muestra el sistema de tareas en base a los objetivos planteados

**Tabla 2.3.** Sistema de tareas por objetivos

Objetivo	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Determinar las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de máquinas amasadoras.	Investigar las diferencias, ventajas y desventajas mediante la ingeniería conceptual entre las amasadoras existentes en el mercado para realizar una mejora en el equipo tecnológico.	Seleccionar el tipo de amasadora a diseñar por medio de un cuadro comparativo de los diferentes tipos de amasadoras	Investigación documental y de campo

<p>Seleccionar los materiales y dispositivos aplicables según la máquina amasadora</p>	<p>Seleccionar los materiales y dispositivos eléctricos para el control del equipo tecnológico, aplicando la ingeniería en detalle y memoria de cálculo de materiales para que su manejo sea sencillo y comprensible para los usuarios.</p>	<p>Conocimiento de las principales ecuaciones para el diseño de la máquina Determinar los materiales adecuados para la construcción de la máquina.</p>	<p>Investigación documental y de campo</p>
<p>Construir una máquina amasadora de harinas que contribuya a la producción de productos pasteleros</p>	<p>Proponer una solución alternativa a las máquinas amasadoras del mercado.</p>	<p>Diseño de los planos mecánicos y eléctricos con las dimensiones reales de la máquina Recolección de datos de la optimización en el tiempo de amasado</p>	<p>Investigación experimental Metodología cuantitativa</p>

### **3. MARCO TEÓRICO**

Los siguientes numerales de la propuesta tecnológica detallan el argumento científico y técnico del desarrollo de la máquina amasadora de harina de panificación.

#### **3.1 Argumentación**

Existen diferentes tipos de amasadoras de acuerdo a las necesidades de elaboración del producto, por lo que en esta sección se determinan las ventajas y desventajas, para escoger cuál es la máquina que cubre las expectativas del proyecto. Además es importante conocer los beneficios del amasado mecanizado sobre el amasado manual, así como las propiedades de la harina de quinua que es utilizada por la asociación de panaderos de Yugsiloma.

#### **3.2 Quinua para la elaboración de productos pasteleros**

Según [1] nos manifiesta que: La quinua, es considerado como un cereal que aporta proteínas, grasas y fibra, contenidos de calcio, magnesio, potasio y vitaminas. Por su valor nutritivo contribuye grandemente a la salud humana, por sus cualidades alimenticias y medicinales la quinua fue un alimento muy apreciado por nuestras poblaciones aborígenes.

##### **3.2.1 Uso de la quinua**

Es importante saber que la quinua es utilizada en una variedad de alimentos, con la harina de quinua se pueden elaborar pan saludable y delicioso. Cuando se trata de productos alimenticios a base de la quinua es preciso primero eliminar la saponina, que es la sustancia amarga que la cubre, ya que puede afectar a la salud [2].

Según lo anteriormente mencionado la quinua puede ser utilizada para obtener diversos alimentos, entre los cuales se destaca la harina que se obtiene para preparar pan. Partes de esta importante planta se emplean como elementos medicinales, cabe mencionar que la saponina que cubre a la quinua puede ser utilizada para la industria cosmética [2].

#### **3.3 Amasadoras de harina**

Las amasadoras son un conjunto de mecanismos dispuestos de tal manera que permitan estirar y encoger masas a fin de airearla. La aireación se produce en la masa por el contacto directo con el aire y variará dependiendo de la intensidad del amasado, del tipo de amasadora, así como

del volumen de ocupación de la masa. De tal forma, que cuando se acelera la aireación disminuye el tiempo de amasado; por el contrario, cuando la aireación es baja aumenta el tiempo en el amasado [3]; [1].

A su vez, las amasadoras son equipamientos industriales diseñados para preparar masas alimentarias, químicas, cerámicas u otro tipo de preparados, substituyendo el trabajo manual a través de un sistema mecanizado que permite producir continuamente grandes cantidades de masa [3].

### **3.4 Tipos de amasado para harina**

Los principales tipos de amasado son el amasado manual y el amasado a máquina.

#### **3.4.1 Amasado manual**

Luego del proceso de preparación de la masa y cuando ya está lista, empieza ya con el amasado propiamente dicho. Si se ha optado por dejar la masa menos hidratada, será poco pegajosa y permitirá realizar el amasado tradicional, sobre la mesa ligeramente enharinada, se coloca la masa. Con una mano se estira de ella para doblarla sobre sí misma y que atrape el aire. Se gira un cuarto de vuelta la masa y se repite la operación, de estirado y doblado, y así sucesivamente [4].

Cuando el proceso mencionado se observa directamente, el amasado manual requiere gran esfuerzo por parte de la persona encargada de esta actividad, luego de la etapa para lograr la masa, para obtener buenos resultados el panadero no solo debe saber la posición de sus brazos sino también la forma en que gira la masa, la consistencia en que debe quedar y tener el máximo de energía para lograrlo [4].

#### **3.4.2 Amasado a máquina**

Mezclar con la pala a velocidad baja y tras obtener una masa cohesionada y homogénea, amasar con el gancho amasador, que lo que hace es retorcer la masa para desarrollar el gluten, darle elasticidad y llenarla de aire [4].

Con el aporte de la máquina amasadora, basta con colocar la masa y controlar el equipo. En la amasadora el tiempo de amasado es más corto que con la técnica manual. La máquina amasadora logra más energía y es capaz de mantener la intensidad constantemente, lo que

optimiza el trabajo que se hace solo con los brazos. En vista de que la masa no es manipulada constantemente ni se mezcla con fluidos corporales por la aplicación de energía humana se conserva la higiene del producto de consumo y por tanto se preserva la buena salud de los clientes [4].

### **3.5 Tipos de amasadoras de harina**

Entre los tipos de amasadoras utilizados en la panificación de la industria ecuatoriana, existen dos clases de amasadoras [5].

- Amasadoras manuales.
- Amasadoras semiautomáticas.

#### **3.5.1 Amasadoras manuales**

Este tipo de amasadoras son aquellas en las que no se utiliza motor ni energía eléctrica para realizar el proceso de amasado. Las amasadoras manuales son comunes en su uso, la establece el obrero que realiza el trabajo de amasado [5].

#### **3.5.2 Amasadoras semiautomáticas**

Sin duda las máquinas amasadoras semiautomáticas son una herramienta excelente para quienes a diario están produciendo algún producto en mediana o gran cantidad ya que en este tipo de máquinas el esfuerzo físico no interviene, se utiliza un motor impulsado por energía eléctrica con un control adecuado de velocidad y un sistema de encendido y apagado a través de botoneras [5].

Hay que decir que las máquinas semiautomáticas no es un artefacto barato, generalmente es todo lo contrario pero su función es única, ya que se ahorra mucho tiempo y la producción aumenta considerablemente [5].

Existen tres tipos de amasadoras semiautomáticas [6].

- Amasadora de Eje Oblicuo.
- Amasadora de Brazos.
- Amasadora de Espiral.

### 3.5.2.1 Amasadora de eje oblicuo

Está equipada con un motor de dos velocidades: una lenta para el pre amasado y masas duras (40/45% de agua) y otra rápida para masas más blandas (60/80% de hidratación). Algunos modelos cuentan con la llamada “cazuela loca”, es decir, el movimiento de rotación se realiza por el impulso de la masa, de tal forma, que el frenado de la cazuela permitirá ir variando las condiciones del amasado a voluntad del panadero. La figura 3.1 muestra la amasadora de eje oblicuo [7].



**Figura 3.1.** Amasadora de eje oblicuo.

**Fuente:** [7].

Acotando a lo mencionado, la amasadora de eje oblicuo se adapta a cualquier tipo de masa que es una gran ventaja, sin embargo cuando la cantidad de masa es mayor puede haber desperdicio de harina porque ésta se derrama; además al utilizarla se debe tener en cuenta que sean panaderos de experiencia. Se podría definir como un sistema de amasado lento, de bajo recalentamiento y que se adapta bien, tanto en masas duras en la primera velocidad, como en masas blandas en la segunda [7].

### 3.5.2.2 Amasadora de brazos

Las amasadoras de brazos son las que cuentan con mayor tradición en el mundo, es utilizada especialmente para estirar masa, ya que asimila el proceso de estiramiento de la masa cuando este se realiza manualmente. Se utiliza para masas de pastelería, masas blandas, masas integrales y de centeno. La figura 3.2 muestra una amasadora de brazos comercial [5].



**Figura 3.2.** Amasadora de brazos.

**Fuente:** [5].

Existen dos tipos de amasadoras de brazos, esta clasificación se da debido a la posición de sus brazos y de los ejes de amasado, es así que tenemos. La figura 3.3 muestra una amasadora de brazos horizontales comercial [5].

- Amasadora de brazos horizontales y ejes de amasado verticales.
- Amasadora de brazos verticales y ejes de amasado horizontales.



**Figura 3.3.** Amasadora de brazos verticales.

**Fuente:** [5].

En la figura 3.4 se puede apreciar una amasadora de brazos verticales comercial.



**Figura 3.4.** Amasadora de brazos horizontales.

**Fuente:** [5].



### 3.5.2.3 Amasadora de espiral

De la amasadora espiral se debe destacar su rapidez, lo que conlleva una reducción del tiempo de amasado, que permite abastecer a una línea de producción sin tener que aumentar la capacidad del amasado. Este sistema trabaja la masa con una presión de arriba hacia abajo, consiguiendo una menor oxidación a la vez que un mayor recalentamiento y menos fuerza inicial, por lo que es apta para la fabricación de barras con entablados automáticos así como para el pan precocido, ya que este sistema no impulsa exageradamente el pan en el horno; aunque esta falta de fuerza puede ser compensada en algunas ocasiones con un período mayor de reposo [7]; [8].

Acotando a lo anteriormente mencionado, con la amasadora de brazos son las más utilizadas, este tipo de amasadora es especialmente para masa de harina por lo que es muy utilizado en la elaboración de masa para pan. La figura 3.5 muestra una amasadora de espiral del tipo comercial [7].



**Figura 3.5.** Amasadora de espiral.

**Fuente:** [7].

### 3.6 Características constructivas de una amasadora

Una amasadora está constituida por uno o más motores que se accionan por medio de correas o engranajes, unos brazos o una espiral. Estos elementos actúan dentro de una cuba (con forma que puede variar entre fabricantes diferentes), y permiten la mezcla de los ingredientes. El contenedor para los ingredientes puede ser fija o moverse. El panel de control de la amasadora permite su puesta en marcha, su parada en condiciones normales o de emergencia y la

regulación de los tiempos de amasado para las diferentes velocidades (para amasadoras con más de una velocidad) [7].

Al hacer referencia a la cita anterior, la apreciación es que las características de una amasadora varían según el tipo o la clase de máquina para amasar que se pretenda construir, se pueden mencionar como elementos básicos los siguientes:

Los elementos básicos de las amasadoras son:

- Contenedor para ingredientes.
- Potencia y elementos para amasar (gancho, tenedor, brazo u otro sistema).
- Control que accionan los movimientos de la batea y del gancho.

### **3.6.1 Contenedor para ingredientes**

#### **3.6.1.1 Ingredientes que intervienen en la masa de harina**

La densidad de cada ingrediente es importante ya que con el valor de con estos datos se puede calcular el volumen que va tener la masa en su totalidad. Por lo cual se debe tomar en cuenta la densidad y el volumen que poseerá la masa con todos sus ingredientes. El porcentaje de los ingredientes podemos apreciarlos en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Tabla de densidades de los materiales

<b>Ingredientes</b>	<b>Densidades (<math>\rho</math>) kg/m<sup>3</sup></b>
Harina	600
Levadura	1025
Agua	1000
Sal	2160
Azúcar	950
Margarina	700
Huevos	1000

**Fuente:** [9]

### **3.6.2 Potencia y elemento para amasar (gancho, tenedor, brazo u otro sistema).**

#### **3.6.2.1 Sistema de fuerza**

En la mecánica que sigue siendo la base de las actuales ciencias de la ingeniería, el concepto de fuerza es fundamental. Así pues, en primer lugar es necesario analizar las magnitudes

vectoriales, ya que las fuerzas son necesarias para analizar su efecto sobre las partículas o sobre los sólidos [10].

### **3.6.2.2 Sistema de transmisión**

No existe una secuencia precisa de pasos para algún proceso de diseño. Por naturaleza, el diseño es un proceso iterativo en el que es necesario realizar algunas selecciones tentativas y construir un esquema previo para determinar las partes críticas del mismo [11].

### **3.6.2.3 Potencia Mecánica**

Potencia mecánica (W): Esta potencia se puede comparar con el par (M), para calcular este dato es necesario conocer el par y la velocidad angular ( $\omega$ ) (esta se calcula con el dato de la velocidad de salida en el punto de par elegido) [12].

### **3.6.3 Control que accionan los movimientos de la batea y de los brazos.**

Un control eléctrico es un conjunto de elementos eléctricos o electrónicos que accionan contactos, todos interconectados eléctricamente a través de conductores, con el propósito de establecer una función de control sobre un equipo o conjunto de equipos. La función de control consiste en permitir o cerrar el paso de energía eléctrica al equipo o parte de este.

Los elementos que conforman un sistema de control eléctrico se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan.

Para la ejecución de cada una de estas funciones existen elementos especializados. Dentro del sistema de control eléctrico tenemos: Elementos de maniobras, elementos de mando, elementos auxiliares de mando, elementos de señalización y elementos de protección [12].

## 4. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO

### 4.1 Declaración de variables

#### 4.1.1 Variable independiente

- Diseño de los brazos mecánicos

#### 4.1.2 Variable dependiente

- Tiempo del amasado

### 4.2 Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables es un contexto del diseño de investigación que permite el trascender el título de la propuesta a una síntesis de variables que promulgan la evaluación del contenido en una estructura más detallada y medible para estipular indicadores, dimensiones, técnicas y/o instrumentos de cualificación y cuantificación de dichas variables específica [13].

Las tablas 4.1 y 4.2 muestran la variable independiente y la variable dependiente.

**Tabla 4.1.** Variable independiente

Variable General	Unidad	Técnica o Instrumentos
Diseño de los brazos mecánicos	milímetros	Instrumentos de medición: Cinta flexométrica. Software CAD de diseño mecánico "INVENTOR"

**Tabla 4.2.** Variable dependiente

Variable General	Unidad	Técnica o Instrumentos
Tiempo de amasado	Minutos	Cronómetro

### 4.3 Diseño Conceptual

En esta parte nos referiremos a las necesidades (**N**) y requisitos (**R**) que debería tener una máquina amasadora, por lo que se considera realizar la ingeniería de requerimientos en la cual se trata de recopilar información por medio de una lluvia de ideas.

### 4.3.1 Funcionalidades de las amasadoras de harina

En esta parte se tomara en cuenta las principales funcionalidades de los diferentes tipos de amasadoras de harina que existe en el mercado, por lo que su funcionamiento varía de acuerdo al modelo y el tipo de brazos que tienes las amasadoras de harina. En la tabla 4.3 detallamos los requerimientos y necesidades de los principales parámetros que interactúan en una amasadora de harina.

**Tabla 4.3.** Funcionalidades de la maquina amasadora

<b>Funciones</b>	La máquina amasadora debe amasar 25 kg/h de masa	R
	La máquina amasadora debe formar un eficiente gluten	R
	La máquina debe tener un sistema de control	R
	La máquina amasadora debe amasar masas blandas y masas duras	R
<b>Energía</b>	La máquina amasadora debe tener eficiencia energética (W/h)	R
	La máquina amasadora deberá ser operado por un control de mando	N
	La máquina amasadora deberá tener un sistema de protección de sobrecarga	N
	La máquina amasadora deberá trabajar en la línea de tensión pública 110V/60 Hz	R
<b>Seguridad</b>	La máquina amasadora deberá ser hermética en las partes susceptibles a inseguridad	R
	La máquina amasadora deberá preservar la salubridad de la materia prima	N
	La máquina amasadora deberá manejar aislamientos eléctricos	N
	La máquina amasadora deberá tener protección a cortocircuitos	R
	La máquina amasadora tiene que ser de un tamaño eficaz a su ingeniería	N
<b>Ergonomía</b>	La máquina amasadora deberá ser de operatividad intuitiva	R
	La máquina amasadora deberá ser accesible a la limpieza total de sus componentes	N
	La máquina amasadora deberá ser accesible al mantenimiento correctivo	N
	La máquina amasadora deberá tener mínima afección al medio ambiente	R
<b>Fabricación</b>	La máquina amasadora debe ser de fácil ensamblaje y anclaje	R
	La máquina amasadora deberá tener componentes comerciales o manufacturables	N
	La máquina amasadora deberá ser construida en un material amigable a la salubridad	R
	La máquina amasadora debe tener un rango de tolerancia en la capacidad de amasado	R

	La máquina amasadora deberá controlar un motor monofásico	R
	La máquina amasadora debe tener buena fiabilidad y estabilidad	R
	La máquina amasadora debe tener excelente fuerza y potencia	R
Señales	La máquina amasadora realizará el proceso de amasado en forma visible	N
	La máquina amasadora deberá tener luces de funcionamiento, seguridad y control	R
Control	La máquina amasadora deberá tener un botón de pare global del sistema	R
	La máquina amasadora debe tener un control de tiempo	R
	La máquina amasadora debe tener un control eficaz a la respuesta del sistema	N
Funcionamiento	La máquina amasadora podrá funcionar en condiciones de seguridad visibles	R
	La máquina amasadora tendrá el mecanismo eficiente a las necesidades de gluten	N
	La máquina amasadora trabajará en amasados corto, mejorado e intensivo	R
Mantenimiento	La máquina amasadora deberá ser modular y de fácil ensamblaje	R
	La máquina amasadora deberá ser congruente a la prevención del riesgo laboral	R
	La máquina amasadora deberá contar con un instructivo de mantenimiento	N
	La máquina amasadora deberá contar con componentes accesibles a la limpieza	N

#### 4.3.2 Alcance de alternativas de amasadoras de harina

De acuerdo a las características de los diferentes tipos de amasadoras que existen en el mercado sus características varían por el diseño de las máquinas, por el volumen, velocidad, tipo de brazos, y la potencia del motor, entre otros, por lo que se realizan la comparación de cada uno de las amasadoras.

#### 4.4 Diseño de la amasadora

En este apartado del proyecto tecnológico se detalla todos los pasos en el proceso de diseño, iniciando con la forma estructural de la amasadora, cálculos de los componentes mecánicos y eléctricos, así también los planos de construcción para la máquina amasadora.

#### 4.4.1 Diseño de forma

El diseño de forma nos sirve para tener una gráfica eficaz de la idea del proyecto, corroborando parámetros mecánicos antecesores a la construcción de la máquina.

##### 4.4.1.1 Parámetros de diseño

**Características del amasado:** La masa de harina para panificación se forma de la combinación de diferentes ingredientes que junto con la harina originan el gluten, producto que origina los derivados de panificación [16].

##### 4.4.1.2 Cálculo del volumen de la masa de harina

Se procede a calcular el volumen total de la masa empleando los pesos específicos de los ingredientes del amasado. Los volúmenes se calculan con la siguiente ecuación.

**Ecuación 4.1.** Cálculo de la densidad de los materiales.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

Donde:

$\rho$ : densidad; ( $kg/m^3$ )

$m$ : masa; ( $kg$ )

$V$ : volumen; ( $m^3$ )

De la ecuación 4.1 despejamos el volumen, de la cual se obtiene la ecuación:

**Ecuación 4.2.** Cálculo de los volúmenes de los materiales.

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (4.2)$$

##### 4.4.1.3 Diámetro de la masa en el proceso de amasado

Para calcular el diámetro de amasado se emplean los multiplicadores de LaGrange. Esta ecuación se utiliza porque el amasado genera una envolvente cilíndrica alrededor del eje de la máquina [17].

**Ecuación 4.3.** Cálculo del diámetro de la masa.

$$V = (\phi, L) = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot L \quad (4.3)$$

Donde:

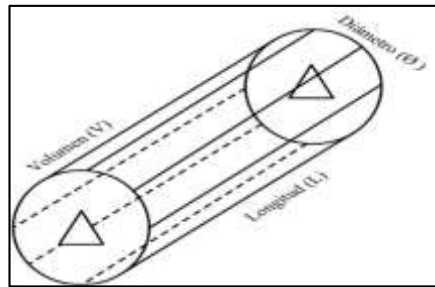
$V(\varnothing, L)$ : es el volumen en función del diámetro y la longitud; ( $m^3$ )

$\varnothing$ : diámetro del cilindro; (m)

$L$ : longitud del cilindro; (m)

$\lambda$ : multiplicadores de Lagrange; (adimensional)

La figura 4.1 muestra la envolvente cilíndrica que genera el mecanismo del amasado de la harina de panificación.



**Figura 4.1.** Envolvente cilíndrica.

**Fuente:** [17].

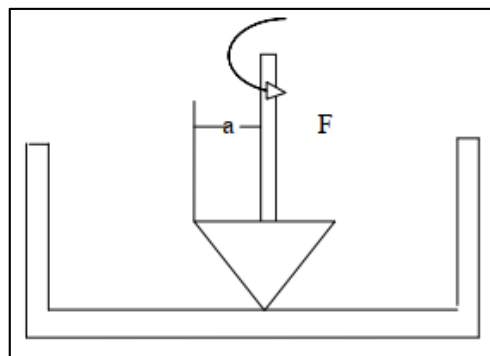
$$\varnothing_x = \lambda \varnothing$$

Donde  $\varnothing_x$  es la variable dependiente entre el multiplicador y el diámetro de la envolvente, para luego reemplazar los valores de  $\lambda$  y establecer la medida correspondiente a lo que se requiere.

$L = \varnothing_x$  por condiciones de distancia y uniformidad

#### 4.4.1.4 Resistencia de estiramiento que presenta la masa de pan

De acuerdo al manual de reología y al tipo de fluido presente, se utilizó la siguiente fórmula:



**Figura 4.2.** Resistencia a la masa de estiramiento

**Fuente:** [17].



**Ecuación 4.4.** Cálculo de la tensión de fluencia en la masa.

$$\sigma_o = \frac{F}{\pi \cdot a^2} \quad (4.4)$$

$\sigma_o$ : tensión de fluencia; (Pa)

$F$ : fuerza de estiramiento; (N)

$a$ : radio en el plano de penetración de un cono de ángulo recto; (m)

#### 4.4.2 Materiales para la construcción de la amasadora

Con el cilindro de la envolvente de longitud y diámetro, se define que la bandeja se construirá de una lámina de acero inoxidable con espesor desconocido, con la siguiente ecuación encontramos la presión interna del cilindro envolvente.

**Ecuación 4.5.** Cálculo de la presión interna del cilindro.

$$p = \frac{F_e \cdot F_m}{A_m} \quad (4.5)$$

Donde:

$p$ : Presión interna; (Pa)

$F_e$ : Fuerza de estiramiento; (kg)

$F_m$ : Fuerza de la masa; (kg)

$A_m$ : Area media del cilindro; (m<sup>2</sup>)

##### 4.4.2.1 Cálculo del espesor de la cámara

Según [18] nos manifiesta que: el esfuerzo del aro se determina con la siguiente fórmula:

**Ecuación 4.6.** Cálculo del esfuerzo del aro.

$$\sigma = \frac{p \cdot \phi}{2 \cdot t} \quad (4.6)$$

Donde:

$\sigma$ : esfuerzo del aro; (N)

$\phi$ : diámetro del cilindro; (mm)

$t$ : espesor de la bandeja; (mm)

**Ecuación 4.7.** Cálculo del esfuerzo de corte en las uniones soldadas.

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (4.7)$$

Donde:

$\tau$ : *esfuerzo de corte; (Pa)*

$F$ : *fuerza de estiramiento más el peso de la masa; (N)*

$A$ : *área de corte por soldadura; (mm<sup>2</sup>)*

Según [19] nos manifiesta que: para comprobar el esfuerzo de corte se utiliza la teoría del esfuerzo cortante:

**Ecuación 4.8.** Teoría del esfuerzo cortante.

$$\sqrt{\sigma_a^2 + 4 \cdot \tau_c^2} = \frac{S_y}{n} \quad (4.8)$$

Donde:

$n$ : *Factor de seguridad; (adimensional)*

$\sigma_a$ : *Esfuerzo de aro; (MPa)*

$\tau_c$ : *Esfuerzo cortante; (MPa)*

$S_y$ : *Esfuerzo de fluencia; (MPa)*

#### 4.4.3 Componentes de la máquina amasadora

Para los componentes de la máquina amasadora interviene el diseño de la bandeja, el diseño del eje y el diseño de los brazos con las variables mecánicas y de materiales que intervienen.

##### 4.4.3.1 Diseño de la olla

Para la determinación del volumen total de la olla se debe tomar en cuenta el cilindro de diámetro y de longitud:

**Ecuación 4.9.** Cálculo del volumen del cilindro.

$$V = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} \cdot L \quad (4.9)$$

Donde:

$V$ : *Volumen de la masa; (m<sup>3</sup>)*

$\varnothing^2$ : diámetro; (m)

$L$ : Longitud; (m)

#### 4.4.3.2 Cálculo de brazos de amasado

Para el cálculo de los brazos de amasado se tomará en cuenta la cantidad de masa que contiene la olla más la fuerza de estiramiento que presenta la masa.

**Ecuación 4.10.** Cálculo de la fuerza de estiramiento de la masa.

$$F = m \cdot g \cdot f_d \quad (4.10)$$

Donde:

$f_d$ : factor de diseño

$m$ : masa total; (kg)

$g$ : gravedad; (m/s<sup>2</sup>)

**Ecuación 4.11.** Cálculo de carga distribuida en los brazos.

$$q = \frac{F}{L} \quad (4.11)$$

Donde:

$q$ : carga; (N/m)

$F$ : Fuerza; (N)

$L$ : Longitud; (m)

Según [20]; [21] nos manifiesta que: para el cálculo del brazo radial se verificará de la siguiente manera:

**Ecuación 4.12.** Cálculo del esfuerzo flexionante en el brazo más crítico.

$$\sigma = \frac{M_f \cdot c}{I_x} \quad (4.12)$$

Donde:

$\sigma$ : Esfuerzo de flexión alternante; (Pa)

$M_f$ : Momento de flexión alternante; (N · m)

$c$ : distancia del eje neutro a la fibra más lejana; (m)

Según [20]; [21] nos manifiesta que: para determinar la inercia de los brazos se calculara con la ecuacion:

**Ecuación 4.13.** Cálculo del momento de inercia en el brazo.

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (4.13)$$

Donde:

$I_x$ : Momento de Inercia; ( $m^3$ )

$b$ : base de brazos; ( $m$ )

$h$ : altura de los brazos; ( $m$ )

Considerando que el material es un acero inoxidable, y con el límite de fluencia  $S_y$ , se puede establecer la comparación entre este límite y el esfuerzo presente en el material:

$$\sigma \ll S_y \rightarrow OK$$

#### 4.4.3.3 Diseño mecánico del eje principal

**Ecuación 4.14.** Cálculo para el diseño estático del eje

$$d = \left( \frac{32 \cdot N}{\pi \cdot S_y} \cdot \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{1/2} \quad (4.14)$$

$N$ : Factor de seguridad

$d$ : diámetro del eje; ( $mm$ )

$M$ : momento flector máximo; ( $N \cdot m$ )

$T$ : Torque; ( $N \cdot m$ )

$S_y$ : resistencia a la fluencia; ( $MPa$ )

#### 4.4.4 Selección de poleas y catalinas

##### 4.4.4.1 Calculo del diametro de la polea conducida

Según [17] para el cálculo del diametro de la polea coonducida se debe tener en cuenta las revoluciones por minuto del eje conductor y su diametro, con la cual se calcula con la siguiente ecuacion:

**Ecuación 4.15.** Cálculo del diámetro de la polea conducida.

$$D_{pc} = \frac{RPM (eje - conductor) \cdot D_{pm}}{RPM (eje - conducido)} \quad (4.15)$$

Donde:

$D_{pc}$ : Diámetro de la polea conducida; (mm)

$D_{pm}$ : Diámetro de la polea conductora; (mm)

Se asume el diámetro de la polea conductora; (50,8mm)

#### 4.4.4.2 Distancia mínimas entre ejes de poleas

De acuerdo a [17] la distancia mínima y máxima entre ejes se calcula mediante la ecuación:

**Ecuación 4.16.** Cálculo de distancia de poleas.

$$D_{min} = 0,7 \cdot (D_{pm} + D_{pc}) \quad (4.16)$$

Donde:

$D_{min}$ : Distancia mínima entre ejes; (mm)

$D_{pm}$ : Diámetro de polea conductora; (mm)

$D_{pc}$ : Diámetro de polea conducida; (mm)

#### 4.4.4.3 Selección de catalina

Para la selección de la catalina menor se debe calcular la potencia de diseño en la cual se emplea una simple fórmula donde se relacionan la potencia del motor o elemento motriz y el factor de servicio que depende de las características del elemento motriz y el tipo de carga o nivel de choques que soportara el sistema [18].

**Ecuación 4.17.** Cálculo de la potencia de diseño.

$$P_d = \frac{P_m \cdot K_s}{K_h} \quad (4.17)$$

Donde:

$P_d$ : Potencia de diseño; (kW)

$P_m$ : Potencia del motor; (kW).

$K_s$ : Factor de servicio para cadenas de rodillo; (adimensional)

$K_n$ : Factor de multiples hileras; (adimensional)

Según [18] ya conocido, el número de dientes de la catalina menor y la relación de transmisión se estima el número de dientes de la catalina mayor. En caso de no obtener un valor entero de dientes tomar un valor de  $C_2$ , que no afecte considerablemente la relación de transmisión.

**Ecuación 4.18.** Cálculo del número de dientes de la catalina mayor.

$$C_2 = i \cdot C_1 \quad (4.18)$$

Donde:

$C_2$ : Numero de dintes de la catalina mayor; (adimensional)

$i$ : relacion de transmision; (adimensional)

$C_1$ : Numero de dintes de la catalina menor; (adimensional)

#### 4.4.5 Cálculo del número de revoluciones

Los elementos principales de la cadena cinemática para la reducción de las revoluciones del motor al número de revoluciones de amasado óptimo. Según [20] nos manifiesta que: la relación de transmisión de las poleas se define con la siguiente ecuación:

**Ecuación 4.19.** Cálculo de la relación de transmisión de poleas.

$$i_1 = \frac{P_1}{P_2} \quad (4.19)$$

Donde:

$i_1$ : Relación de transmisión; (adimensional)

$P_1$ : Polea conductora; (mm)

$P_2$ : Polea conducida; (mm)

Se obtiene una reducción de velocidades:

$$i_1 = \frac{P_2}{P_1}$$

**Ecuación 4.20.** Cálculo de relación de transmisión de cadenas.

$$i_2 = \frac{C_1}{C_2} \quad (4.20)$$

Donde:

$i_2$ : Relación de transmisión; (adimensional)

$C_1$ : Número de dientes de la catalina menor; (mm)

$C_2$ : Número de dientes de la catalina mayor; (mm)

Se obtiene la reducción de velocidad al final de la cadena cinemática:

$$i_2 = \frac{C_2}{C_1} = C_2$$

$$C_2 = i_2 \cdot P_2$$

#### 4.4.5.1 Cálculo de la potencia del motor

Para la potencia del motor se tendrá en cuenta el gluten total de amasado, fuerza de amasado y la distancia al centro de rotación así; se obtiene el siguiente torque:

**Ecuación 4.21.** Torque del motor

$$T = F \cdot d \quad (4.21)$$

Donde:

$T$ : Torque; ( $N \cdot m$ )

$F$ : Fuerza; ( $N$ )

$d$ : distancia; ( $m$ )

**Ecuación 4.22.** Cálculo de la potencia requerida del motor.

$$Pot = N \cdot T \cdot \omega \quad (4.22)$$

Donde:

$T$ : Torque; ( $N \cdot m$ )

$\omega$ : Velocidad angular; ( $rad/s$ )

$N$ : factor de seguridad

#### 4.4.5.2 Selección de banda

Según [17] para la selección de banda se debe tener en cuenta la potencia del motor, el factor de servicio y los diámetros de las poleas que se aplicarán en el sistema de transmisión.

**Ecuación 4.23.** Cálculo de la potencia efectiva.

$$P_e = P_c \cdot P_s \quad (4.23)$$

Donde:

$P_e$ : Potencia efectiva; (kW)

$P_c$ : Potencia consumida; (kW)

$F_s$ : factor de servicio

#### 4.4.5.3 Longitud de la banda

**Ecuación 4.24** .Cálculo de la longitud de la banda.

$$L_c = \frac{(D_{pm} + D_{pc}) \cdot \pi}{2} + 2 \cdot L_e + \frac{(D_{pc} + D_{pm})}{4 \cdot L_e} \quad (4.24)$$

Donde:

$L_c$ : Longitud de la correa; (mm)

$L_e$ : Longitud entre ejes; (mm)

#### 4.4.5.4 Selecion de la cadena de transmision

De acuerdo a [19] Para la selección de la cade se debe tomar en cuenta las revoluciones por minuto de la catalina menor y la potencia del motor para encontrar mediante una tabla la cadena adecuada para el sistema de transmicion.

#### 4.4.5.5 Calculo de la longitud de la cadena.

Según [18] para determinar el número de eslabones de la cadena se puede emplear la siguiente ecuación:

**Ecuación 4.25.** Número de eslabones de la cadena.

$$N_e = 2 \cdot D + \frac{C_2 + C_1}{2} + \frac{(C_2 - C_1)}{4 \cdot D \cdot \pi^2}. \quad (4.25)$$

Donde:

$N_e$ : Numero de eslabones de la cadena; (adimensional)

$D$ : Distancias entre centros de los ejes expresada en pasos; (mm)



$C_2, C_1$ : Numero de distes de la catalina mayor y menor respectivamente; (adimensional)

#### 4.4.6 Selección de chumaceras

De acuerdo al diseño de la máquina solo se encuentran presentes cargas radiales, sin existencia de cargas axiales.

##### 4.4.6.1 Análisis estático

Bajo una sollicitación a carga estática, se calcula el factor de esfuerzos estáticos  $f_s$ , para demostrar que se ha elegido un rodamiento con suficiente capacidad de carga, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

**Ecuación 4.26.** Cálculo del factor de esfuerzos estáticos en las chumaceras.

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} \quad (4.26)$$

Donde:

$f_s$ : Factor de esfuerzos estáticos; (adimensional)

$C_o$ : Capacidad de carga estática; (kN)

$P_o$ : Carga estática equivalente; (kN)

El factor de esfuerzos  $f_s$  es un valor de seguridad contra deformaciones elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para que el rodamiento gire con mayor facilidad, se elige un factor de esfuerzos alto. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores bajos. En general se pretende conseguir los siguientes valores:

$f_s = 1,5 - 2,5$  para exigencias elevadas.

$f_s = 1,0 - 1,5$  para exigencias normales

$f_s = 1,0 - 1,5$  para exigencias reducidas.

La carga equivalente  $P_o$  es un valor teórico. Es una carga radial en rodamientos y una carga axial y centrada en los rodamientos axiales.

$P_o$  origina la misma sollicitación en el punto de contacto más cargado entre cuerpos rodantes y camino de rodadura que la carga combinada real en donde se aplica la ecuación de carga estática.

**Ecuación 4.27.** Cálculo de la carga equivalente de los rodamientos.

$$P_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a \quad (4.27)$$

Donde:

$P_o$ : Carga estática equivalente; (kN)

$F_r$ : Carga radial; (kN)

$F_a$ : Carga axial; (kN)

$X_o$ : Factor radial; (kN)

$Y_o$ : Factor axial; (kN)

#### 4.4.6.2 Análisis dinámico

El comportamiento de un rodamiento, se determina por la carga dinámica equivalente P, la misma que se evaluará por la siguiente ecuación:

**Ecuación 4.28.** Cálculo del comportamiento de un rodamiento.

$$P_o = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (4.28)$$

Donde:

$X$ : Factor radial; (kN)

$Y$ : Factor de empuje; (kN)

$F_r$ : Carga radial aplicada; (kN)

$F_a$ : Carga de empuje; (kN)

**Ecuación 4.29.** Cálculo del factor de velocidad.

$$f_n = \sqrt[p]{\frac{33}{n}} \quad (4.29)$$

Donde:

$p$ : El exponente de vida; (horas)

$n$ : La velocidad; (rpm)

$f_n$ : Factor de seguridad; (adimensional)

**Ecuación 4.30.** Factor de esfuerzos dinámicos.

$$f_L = \sqrt[p]{\frac{L_h}{500}} \quad (4.30)$$

Donde:

$p$ : *El exponente de vida; (horas)*

$L_n$ : *Vida nominal; (horas)*

**Ecuación 4.31.** Capacidad de carga dinámica.

$$C = P \cdot \frac{f_1}{f_n} \quad (4.31)$$

Donde:

$f_1$ : *Factor de esfuerzos dinámicos; (kN)*

$C$ : *Capacidad de carga dinámica; (kN)*

$p$ : *Carga dinámica equivalente; (kN)*

$f_n$ : *Factor de velocidad.*

#### **4.4.7 Ingeniería en detalle**

Para esto se utiliza el programa de diseño mecánico como **INVENTOR**, el cual permite bosquejar el diseño de una máquina eficiente en estructura y funcionamiento. En cada uno de los elementos que compone la maquina será diseñado detallando las medidas con las que se va realizar la construcción, a la vez el diseño y la selección de materiales están de acuerdo a la producción alimenticia de la asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma.

#### **4.5 Procesos de fabricación**

Una vez concluida la etapa de diseño se procederá a la construcción de la amasadora con planchas de acero inoxidable, utilizando técnicas de doblado y soldadura como TIG. La máquina amasadora tendrá un eje principal que estará conectado a los brazos horizontales, a la vez estará conectada a un sistema de transmisión de potencia con ayuda de un eje secundario que contiene poleas de canales y catalinas, las cuales se encargarán de la transmisión del movimiento rotacional que le proporcionará un motor, todo esto se apoyará en ángulos para poder soportar todos los componentes mecánicos y eléctricos.

## 5. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Resultados de la ingeniería de requerimientos

Los resultados de la metodología para el diseño destacan el desarrollo de los requisitos en su mayoría, pero de manera particular establecen que la máquina amasadora debe tener las dimensiones de: funciones, energía, seguridad, fabricación, control y funcionamiento como requisitos primordiales. La tabla 5.1 muestra los resultados obtenidos en el diseño de ingeniería de requerimientos.

**Tabla 5.1.** Resultados de la metodología para el diseño

	Dimensiones	Requisitos (R)	Necesidades (N)	Ideal
1	Funciones	4	0	4
2	Energía	2	2	4
3	Seguridad	2	3	5
4	Ergonomía	2	2	4
5	Fabricación	6	1	7
6	Señales	1	1	2
7	Control	2	1	3
8	Funcionamiento	2	1	3
9	Mantenimiento	2	2	4
Total = $\sum(R)    \sum(N)$		23	13	36
Coeficiente para el diseño = P Total/Puntaje ideal		64%	36%	100%

### 5.2 Alcance de las alternativas

La tabla 5.2 muestra el alcance de las alternativas según las características de cada una de los tres tipos de amasadoras principales; estableciendo una ponderación donde a cada característica se le asigna un valor de (1 a 10) dependiendo de cómo satisfaga el desarrollo de la amasadora de harina, siendo 1 pésimo y 10 excelente.

**Tabla 5.2.** Alcance de las alternativas

Características	Eje Oblicuo (EO)	Brazos		Espiral (E)	Ponderación			
		Horizontal (BH)	Vertical (BV)		EO	BH	BV	E
Tradición	Menos utilizada	Muy utilizada	Muy utilizada	Muy utilizada	5	10	10	10
Motor	Dos velocidades	Una velocidad	Una velocidad	Dos velocidades	10	8	8	10
Amasado	Lento	Lento	Lento	Rápido	6	8	7	10
Recalentamiento	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	7	9	8	6
Volcado automático batea	No	No	No	Si	5	8	7	9
Oxigenación de la masa	Moderada	Excelente	Excelente	Baja	7	10	10	4
Fuerza del amasado	Alta (masas duras y blandas)	Alta (masas duras y blandas)	Alta (masas duras y blandas)	Poca (no adecuada para masas duras)	7	10	9	5
Hidratación	Masas duras (40-45 % agua) Masas blandas (60-80 % agua)	Masas duras (30-40 % agua)	Masas duras (35-45 % agua)	Masas semi-blandas (45-70 % agua) Masas blandas (75-85 % agua)	5	9	8	7
Ajuste de velocidad	1era velocidad (masas duras) 2da velocidad (masas blandas)	1era velocidad (masas duras)	1era velocidad (masas duras)	1era velocidad (masas semi-blandas) 2da velocidad (masas blandas)	8	10	9	7
Tiempo de amasado	Mejorado (10 min), Corto (12 min), Intensivo (16 min)	Mejorado (8 min), Corto (10 min), Intensivo (14 min)	Mejorado (10 min), Corto (12 min), Intensivo (14 min)	Mejorado (6 min), Corto (10 min), Intensivo (14 min)	8	9	8	9
Revoluciones por minuto	40 RPM (1era velocidad) 80 RPM (2da velocidad)	77 RPM (1era velocidad)	50 RPM (1era velocidad)	100 RPM (1era velocidad) 200 RPM (2da velocidad)	8	9	9	9
Porcentaje de crecimiento de la masa	18-21 %	20-25 %	20-23 %	15-20 %	8	10	9	7
Voltaje	220V/60 Hz, Trifásica	220V/60 Hz, Trifásica	220V/60 Hz, Trifásica	220V/60 Hz, Monofásica	9	9	9	8
Potencia	≤ 2.2371 kW	≤ 1.4914 kW	≤ 1.4914 kW	≤ 1.4914 kW	9	10	10	8
<b>TOTAL</b>					<b>102</b>	<b>127</b>	<b>119</b>	<b>109</b>

El resultado precisa que la **amasadora de brazos horizontales** presenta mejores características con respecto a las demás alternativas, un puntaje total de **127** en ponderación ratifican su buen desempeño en el amasado; sobre todo en favor a la capacidad de amasado (kg/h), el tiempo de amasado (min) y la fuerza del amasado para masas duras y masas blandas.

### 5.3 Factibilidad económica y técnica de las alternativas

Teniendo claras las alternativas planteadas, estas serán sometidas a una evaluación desde el punto de vista técnico y económico. Se indicarán diferentes puntos de comparación, donde a cada alternativa se le asignará un valor de ponderación del (1 al 10) dependiendo de cómo satisfaga la propuesta al punto de análisis en mención, siendo 1 pésimo y 10 excelente. La tabla 5.3 muestra la evaluación económica de la construcción de la máquina amasadora para la asociación de mujeres pasteleras de Yugsiloma.

**Tabla 5.3.** Evaluación económica

Puntos de evaluación	Factor de ponderación $F_i$	Puntaje $P_i$				Prototipo Ideal	
		Eje Oblicuo	Brazos Horizontal	Brazos Vertical	Espiral		
1	Materiales	8	9	9	8	10	
2	Fabricación	8	7	9	8	10	
3	Operación	7	7	9	8	10	
4	Mantenimiento	7	8	9	7	10	
5	Producción	8	9	10	8	10	
Total = $\sum(FixP_i)$			305	350	327	289	380
Coeficiente Económico = $P \text{ Total} / \text{Puntaje ideal}$			80 %	<b>92 %</b>	86 %	76 %	100 %

A los puntos de comparación también se les asignará un peso de (1 a 3) dependiendo de cuanta trascendencia tengan con el desarrollo de la amasadora, este peso será denominado como el factor de influencia siendo 1 importante, 2 muy importante y 3 imprescindible. Para la evaluación técnica de la construcción de la máquina amasadora es necesario concebir puntajes de ponderación óptimos para obtener como resultado la cualificación de una máquina amasadora bien estructurada y construida con los requerimientos necesarios que la asociación de mujeres pasteleras los necesita. La tabla 5.4 muestra la evaluación técnica para la construcción de la máquina amasadora.

**Tabla 5.4.** Evaluación técnica

Puntos de evaluación		Factor de ponderación Fi	Puntaje Pi				Prototipo Ideal
			Eje Oblicuo	Brazos Horizontal	Brazos Vertical	Espiral	
1	Funciones	3	2	3	2	3	3
2	Energía	3	2	3	2	3	3
3	Seguridad	3	1	3	3	2	3
4	Ergonomía	3	3	2	2	2	3
5	Fabricación	3	2	3	2	2	3
6	Señales	2	2	2	3	1	3
7	Control	2	2	3	2	2	3
8	Funcionamiento	2	2	3	3	2	3
9	Mantenimiento	2	1	3	2	1	3
10	Rendimiento	1	2	3	2	2	3
11	Componentes	1	2	3	2	2	3
12	Operatividad intuitiva	1	1	3	1	3	3
13	Montaje intuitivo	1	2	3	2	2	3
Total = $\sum(FixPi)$		1	24	37	28	27	39
Coeficiente Técnico = P Total/Puntaje ideal			61 %	<b>95 %</b>	72 %	69 %	100 %

La tabla 5.5 muestra los resultados de la evaluación técnica y económica para la construcción de la amasadora.

**Tabla 5.5.** Resultados de la evaluación técnica-económica

Coeficientes	Eje Oblicuo	Brazos Horizontal	Brazos Vertical	Espiral	Ideal
Coeficiente técnico	61 %	<b>95 %</b>	72 %	69 %	100 %
Coeficiente económico	80 %	<b>92 %</b>	86 %	76 %	100 %

La decisión tomada se fundamentó en este análisis de alternativas e ingeniería de requisitos para el diseño, es fabricar una máquina amasadora de brazos horizontales con capacidad de amasado de 25kg, con control de seguridad al momento del funcionamiento y amasado de la materia prima eficiente en energía, ergonómica, con fabricación en acero inoxidable, susceptible al mantenimiento, y de operación y montaje intuitivo.

## 5.4 Diseño de la amasadora

### 5.4.1 Proporción de los ingredientes para el amasado de harina

La proporción de los ingredientes para la elaboración del gluten, se obtuvieron por medio de aproximaciones establecidas con la información recopilada en el proceso de elaboración de la masa en la asociación de mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma y en otros locales de panificación, obteniendo los resultados que muestra la tabla 5.6.

**Tabla 5.6.** Ingredientes que se utilizan en el amasado

Masa (kg)					
Ingredientes	Mujeres Pasteleras	Panadería 1	Panadería 2	Panadería 3	Promedio
Harina	10	15	15	18	14,5
Levadura	0,22	0,32	0,28	0,47	0,32
Agua	2,20	3,29	3,82	4,30	3,40
Sal	0,12	0,18	0,20	0,35	0,21
Azúcar	1,60	2,40	2,20	2,95	2,29
Margarina	1,58	2,50	2,60	3,20	2,47
Huevos	0,25	0,38	0,28	0,56	0,37
Total	15,97	24,07	24,38	29,83	<b>23,56</b>

Luego de obtener el valor promedio en kilogramos de cada uno de los ingredientes, se procede a calcular el volumen total de la masa, empleando las densidades de los ingredientes del amasado. Como se observa en la tabla anterior, los datos recopilados en la asociación de mujeres pasteleras y las panaderías son para 25 kg. A su vez, los volúmenes se calculan con la **ecuación 4.2**

A continuación la tabla 5.7 muestra los datos obtenidos:

**Tabla 5.7.** Densidad y volumen para 14,50 kg de harina

Ingredientes	Masa ( $m$ ) kg	Densidad ( $\rho$ ) kg/m <sup>3</sup>	Volumen ( $V$ ) m <sup>3</sup>
Harina	14,50	600	0,02400
Levadura	0,22	1025	0,00021
Agua	3,40	1000	0,00340
Sal	0,21	2160	0,00009
Azúcar	2,29	950	0,00241
Margarina	2,47	700	0,00353



Huevos	0,37	1000	0,00037
<b>Total</b>	<b>23,46</b>		<b>0,03401</b>

Por lo tanto el resultado total es:

- Masa para la formación del gluten: 23,46 kg.
- Volumen total: 0,03401 m<sup>3</sup>

Para determinar el diámetro de la masa y el cilindro envolvente que genera la masa alrededor del eje se aplica la **ecuación 4.3** y **ecuación 4.4**

La **figura 4.1** muestra la envolvente cilíndrica que genera el mecanismo del amasado de la harina de panificación.

Donde  $\phi_x$  es la variable dependiente entre el multiplicador y el diámetro de la envolvente, para luego reemplazar los valores de  $\lambda$  y establecer la medida correspondiente a lo que se requiere.

$L = \phi_x$  por condiciones de distancia y uniformidad

$$V = 0,03401 \text{ m}^3$$

Reemplazando en la fórmula:

$$\frac{\pi \phi_x^2}{4} L = 0,03401 \text{ m}^3$$

$$\pi \phi^2 \frac{\lambda \phi}{4} = 0,03401 \text{ m}^3$$

$$\pi \lambda \phi^3 = (0,03401)(4)$$

$$\lambda \phi^3 = \frac{0,13604}{\pi}$$

$$\lambda \phi^3 = \mathbf{0,04330 \text{ m}^3}$$

Para determinar la medida del diámetro que satisfaga con el valor del volumen de la envolvente, asignamos valores a  $\lambda$ :

Entonces: 
$$\phi = \sqrt[3]{\frac{0,04330 \text{ m}^3}{\lambda}}$$

$\lambda = 0,60 \quad \implies \quad \phi = 0,4163m$

$\lambda = 0,70 \quad \implies \quad \phi = 0,3954m$

$\lambda = 0,80 \quad \implies \quad \phi = 0,3782m$

Con los datos determinados para distintos valores de  $\lambda$ , se comprueba el volumen; donde  $L = \phi$  y  $V = \pi \frac{\phi^2}{4} L$  tal como se detalla en la tabla 5.8. [17]

**Tabla 5.8.** Volumen calculado del proceso de amasado

$\lambda$	$\phi(m)$	$L(m)$	$V(m^3)$
0,6	0,4163	0,4163	0,0566
0,7	0,3954	0,3954	0,04855
0,8	0,3782	0,3782	0,0424

Por lo tanto se tiene, los valores de  $\lambda = 0,7; \phi = 0,3954m; L = 0,4163m; V = 0,04855m^3$

#### 5.4.2 Resistencia de estiramiento que presenta la masa de pan

Para determinar la fuerza de estiramiento de la masa se aplica la **ecuación 4.5** donde la tensión de fluencia seleccionada será de materiales suaves pero simples incontables debido al gluten de la masa.

Valores de fluencia según Sherman:

**Tabla 5.9.** Transmisión de fluencia

Materiales	Transmisión de fluencia (Pa)
Medios muy suaves pero plano	5000-10000
Suaves pero simples incontables	10000-20000
Plásticos y contables	20000-80000
Duros pero satisfactoriamente contables	80000-100000
Demasiado duro límite de contabilidad	100000-150000

**Fuente:** [18]

Para la tensión de fluencia se determina los 10000Pa a 20000Pa, y el radio de penetración de acuerdo al ensayo es de 0,05m. A continuación, la fuerza de estiramiento:

$$F_{max} = 20000\pi(0,05)^2$$

$$F_{max} = 157,08N$$

$$F_{max} = 16,02kg$$

$$F_{min} = 10000\pi(0,05)^2$$

$$F_{min} = 86,54N$$

$$F_{min} = 8,01kg$$

### 5.4.3 Cálculos de los materiales para la construcción de la amasadora

Con el cilindro de la envolvente de longitud 0,3954m y diámetro 0,3954m, se define que la bandeja se construirá de una lámina de acero AISI 304 con espesor desconocido, con la siguiente **ecuación 4.5** encontramos la presión interna del cilindro envolvente.

$$p = \frac{387,29N}{(0,5)(\pi)(0,3954m)(0,3954m)}$$

$$p = 1,577kPa$$

#### 5.4.3.1 Cálculo del espesor de la cámara

Para el cálculo del esfuerzo que se aplica en el aro se determina con la siguiente **ecuación 4.6**

*p*: presión interna 1,577KPa

$\emptyset$ : diámetro del cilindro 395,4mm

*t*: espesor de la bandeja 2mm (asumido)

$$\sigma = \frac{(1,577kPa) \cdot (395,4m)}{2 \cdot (2)}$$

$$\sigma = 155,88KPa$$

Con la **ecuación 4.7** se calcula el esfuerzo de corte en las uniones soldadas:

*F*: fuerza de estiramiento más el peso de la masa 387,29N

*A*: área de corte por soldadura 4,3mm<sup>2</sup>

$$\tau = \frac{(387,29)N}{(4,3 \times 10^{-6})m^2}$$

$$\tau = 90,06MPa$$

Para comprobar que el diseño este correcto se utiliza la **ecuación 4.8** de teoría del esfuerzo cortante:

$$n = \frac{220MPa}{\sqrt{(0,15588MPa)^2 + 4(90,06MPa)^2}}$$

$$n = 1,22 \approx 1$$

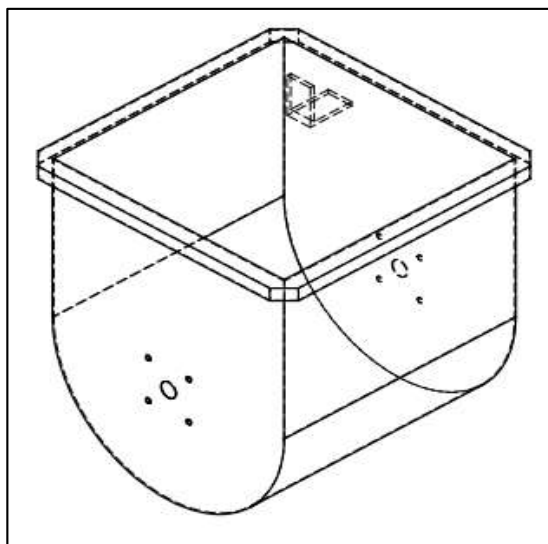
Al reemplazar los valores, con **Sy = 220MPa** [23] se obtiene un factor de seguridad de **n = 1** el cual es un valor conservador para el diseño.

#### 5.4.4 Componentes de la máquina amasadora

Los principales componentes que interviene en una en la máquina amasadora son: el diseño de la bandeja, el diseño del eje y el diseño de los brazos con las variables mecánicas.

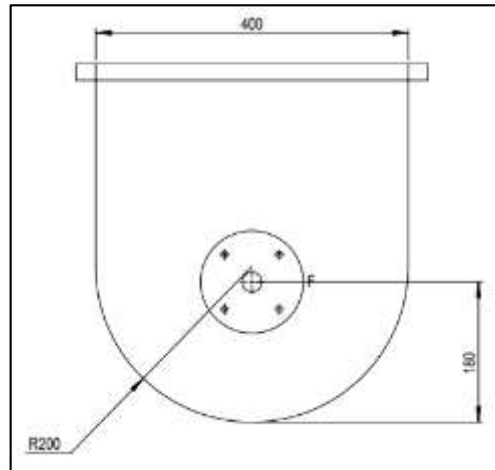
##### 5.4.4.1 Diseño de la olla

**Dimensiones de la olla:** Luego de determinar el cilindro envolvente que se forma durante el proceso de amasado, la olla se construirá de una lámina de acero inoxidable AISI 304.



**Figura 5.1.** Diseño de la olla.

Entonces para la determinación del volumen total de la olla aplicamos la **ecuación 4.9** para esto se tomará en cuenta el cilindro de diámetro de 400mm y 400mm de longitud:



**Figura 5.2.** Dimensiones de la olla

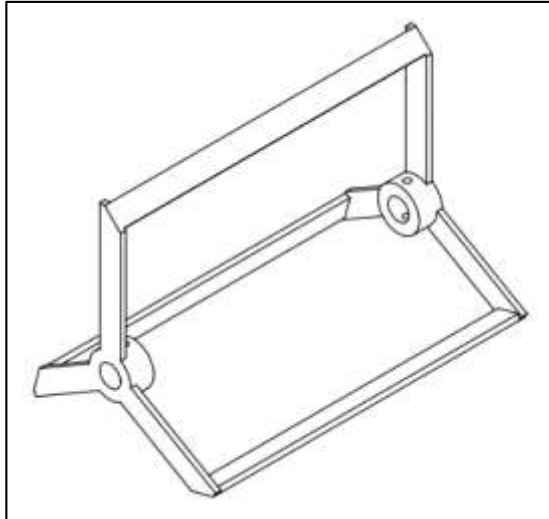
$$V = \pi \cdot \frac{(0,4m)^2}{4} \cdot (0,4m)$$

$$V = 0,05026 m^3$$

La cantidad de gluten que puede producir la máquina es de 25 kg, siendo equivalente a 55 lb, y por cuestiones de seguridad se ha determinado que la cantidad moderada de amasado será de 22,73kg equivalente a 50 libras masa.

#### 5.4.4.2 Cálculo y verificación de brazos de amasado

Para el cálculo y verificación de los brazos de amasado se ha tomado en cuenta la cantidad de gluten que puede contener la olla, siendo hasta 50 libras (22,73kg) de gluten como máximo más la fuerza de estiramiento que presenta el gluten (16kg). Se añade un factor de seguridad de 3 para el diseño. También, se establece que el brazo crítico es el que tiene mayor longitud (0,38m) por lo que generará mayor momento flector en su origen. Se debe considerar entonces que la mitad de la carga se distribuye en cada brazo radial, para poder comprobar si el material resiste para lo cual utilizaremos la **ecuación 4.10**.

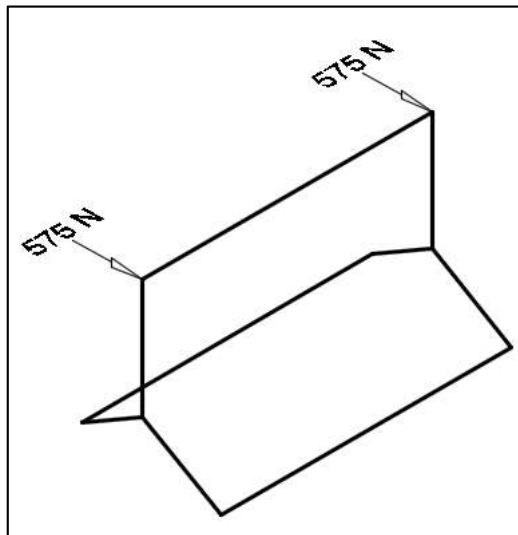


**Figura 5.3.** Diseño de Brazos Horizontales

$$F = 39kg \cdot (9,81m/s^2) \cdot (3)$$

$$F = 1147,77N \cong 1150N$$

Esta carga será empujada por los brazos de amasado y su mayor incidencia tendrá lugar en los brazos verticales:

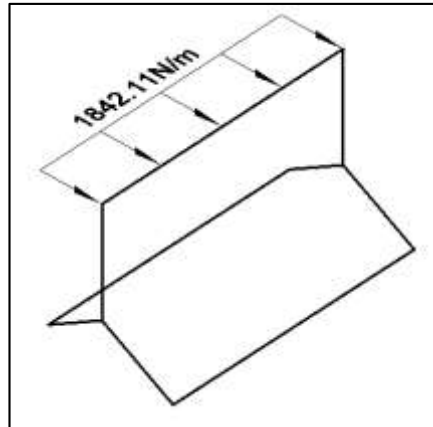


**Figura 5.4.** Diagrama de momento flector

Para calcular la carga distribuida en el brazo aplicaremos la **ecuación 4.11**

$$q = \frac{1150N}{0,38m}$$

$$q = 3026,31N/m$$



**Figura 5.5.** Carga distribuida en el brazo de amasado

**Cálculo de reacciones:**

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{Ax} = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-575N + R_{Ay} = 0$$

$$R_{Ay} = 575N$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-575N(0,155m) + M_A = 0$$

$$-89,125Nm + M_A = 0$$

$$M_A = 89,125Nm$$

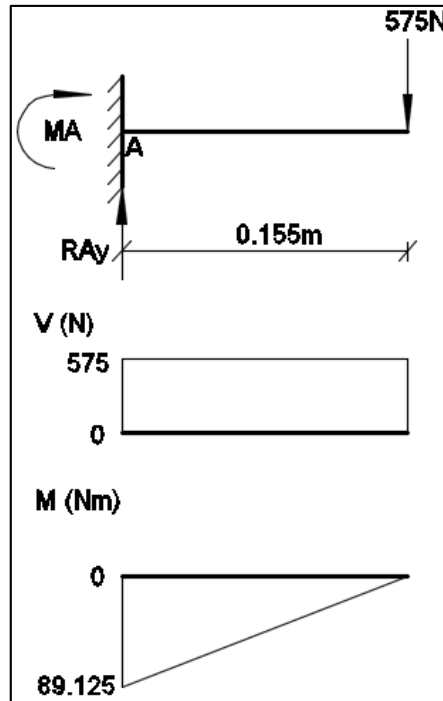


Figura 5.6. Diagrama de fuerza y momentos

Para el cálculo del brazo radial, que es el elemento crítico, se considera el punto (A) como el momento en donde se concentra la mayor cantidad de esfuerzo, verificándose de la siguiente manera con la ecuación 4.12

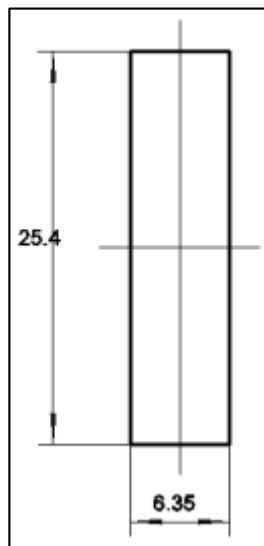


Figura 5.7. Brazo radial

$$c = 12,7\text{mm}$$

$$M_f = M_A = 54,25\text{Nm}$$



Para el calculo del momento de inercia que interactua en los brazos se aplica la **ecuacion 4.13**

$$I_x = \frac{(6,35 \times 10^{-3} m) \cdot (25,4 \times 10^{-3} m)^3}{12}$$

$$I_x = 8,67149 \times 10^{-9} m^4$$

Reemplazando los datos se obtiene:

$$\sigma = \frac{89,125 N \cdot m (12,7 \times 10^{-3} m)}{8,67149 \times 10^{-9} m^4}$$

$$\sigma = 130,53 \times 10^6 Pa$$

$$\sigma = 130,53 MPa \text{ (Esfuerzo presente en el punto crítico del material)}$$

Para la verificación de los demás brazos de amasado se determina la tabla 5.10 en donde establece la dimensión de la longitud del brazo, el momento flector máximo, el momento de inercia, y el esfuerzo presente en cada uno:

**Tabla 5.10.** Cálculo de los brazos

N°	Longitud	Momento flector máximo	Momento de inercia de la sección	Distancia del eje neutro a la fibra mas lejana	Esfuerzo presente
Brazo 1	90mm	51,75N·m	$8,67149 \times 10^{-9} m^4$	12,7mm	75,79MPa
Brazo 2	120mm	69,00N·m	$8,67149 \times 10^{-9} m^4$	12,7mm	101,06MPa
Brazo 3	155mm	89,125N·m	$8,67149 \times 10^{-9} m^4$	12,7mm	130,53MPa

Considerando que el material es un acero **AISI 304**, tiene un límite de fluencia **Sy = 220 MPa**, se puede establecer la comparación entre este límite y el esfuerzo presente en el material en el brazo más crítico:

$$130,53 MPa \ll 220 MPa$$

$$\sigma \ll S_y \rightarrow OK$$

Se identifica que el esfuerzo presente en el punto crítico del material es considerablemente menor que el esfuerzo que puede soportar de acuerdo a catálogos, por lo que se define que el diseño es adecuado.

#### 5.4.4.3 Diseño mecánico del eje principal

Se tienen las siguientes cargas para el cálculo del eje:

*P*: Carga total de amasado y estiramiento 387,29N

*FDy*: componentes de cadena cinemática 490,5N

*FDz*: componentes de cadena cinemática 490,5N

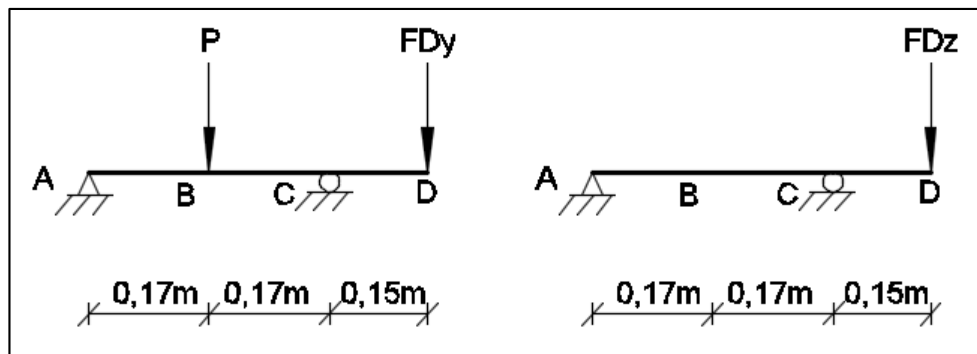


Figura 5.8. Diagrama de fuerzas

Para el plano x-y:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{Cy} - P - FD_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{Cy} = 873,09N$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-P(0,17m) - FD_y(0,49m) + R_{Cy}(0,34m) = 0$$

$$R_{Cy} = 900,54N \quad \rightarrow \quad R_{Ay} = -27,45N$$

Para el plano x-z:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$RAz + RCz - FDz = 0$$

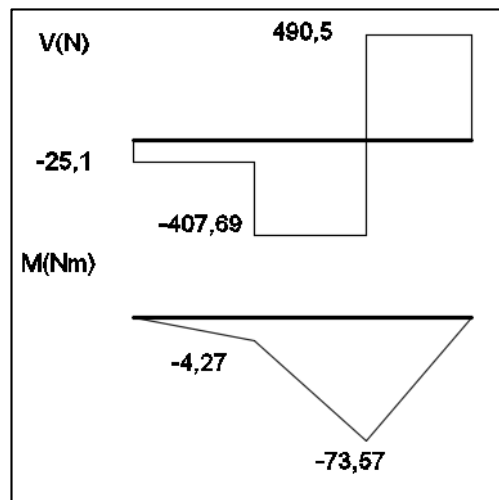
$$RAz + RCz = 490,5N$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-FDz(0,49m) + RCz(0,34m) = 0$$

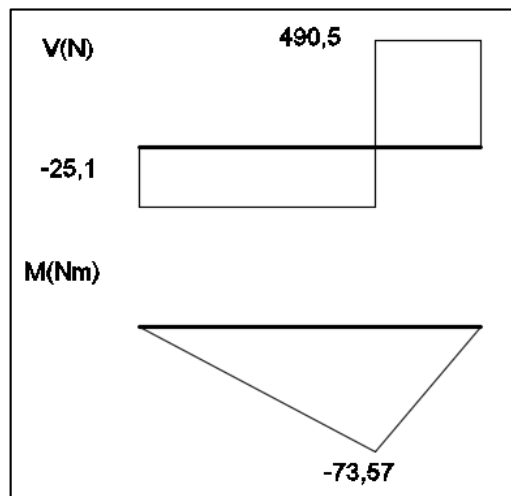
$$RCz = 706,9N \quad \rightarrow \quad RAz = -216,4N$$

Para el plano x-y:



**Figura 5.9.** Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante

Para el plano y-z:



**Figura 5.10.** Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante

Se determina un momento resultante de los dos planos:

$$M_{fres} = 104,04N \cdot m$$

Para el diseño estático del eje se aplicará la **ecuación 4.14**:

*Sy: resistencia a la fluencia 220MPa*

Reemplazando los valores en la ecuación se obtiene:

$$d = \left[ \frac{32(3)}{\pi \cdot (220 \times 10^6 Pa)} \cdot \sqrt{(104,04 Pa)^2 + (60,02 Pa)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left[ \frac{96}{691,15 \times 10^6 Pa} \cdot (120,11 Pa) \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = [1,662 \times 10^{-6}]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0,025m = 25mm$$

El diámetro seleccionado será de 1 pulgada.

### 5.4.5 Selección de poleas y catalinas

#### 5.4.5.1 Calculo del diametro de la polea conducida

Para le calcula el diametro del la polea conducida se procede a seleccionar una polea de 50.8 mm de diametro para el eje conductor y tomando en cuenta a la velocidad que se requiere optener en la polea conducida de 270 RPM. Se calcula con la **ecuación 4.15**

$$D_{pc} = 324 mm \approx 330,2 mm$$

Una vez realizado el cálculo correspondiente se determina que el diametro de la polea conducida será de 330,2 mm

#### 5.4.5.2 Distancia minimas entre ejes de poleas

De acuerdo a la **ecuacion 4.16** se procede a calcular la distancia minima y máxima entre ejes de la polea.

$$D_{min} = 0,7(D_{mp} + D_{pc})$$

$$D_{min} = 234.26 \text{ mm}$$

Donde la distancia tomada en cuenta sera la distancia minima debido al diseño y costo de la máquina

#### 5.4.5.3 Selección de catalida

Para la seleccicon de la catalina menor se debe calcular con la **ecuacion 4.17** teniendo en cuenta los datos necesarios. Se toma en cuenta el factor de servicio para la catalina con un tipo de carga irregular de **1.3**. del **ANEXO XI**.

$$P_d = 1,43 \text{ kW}$$

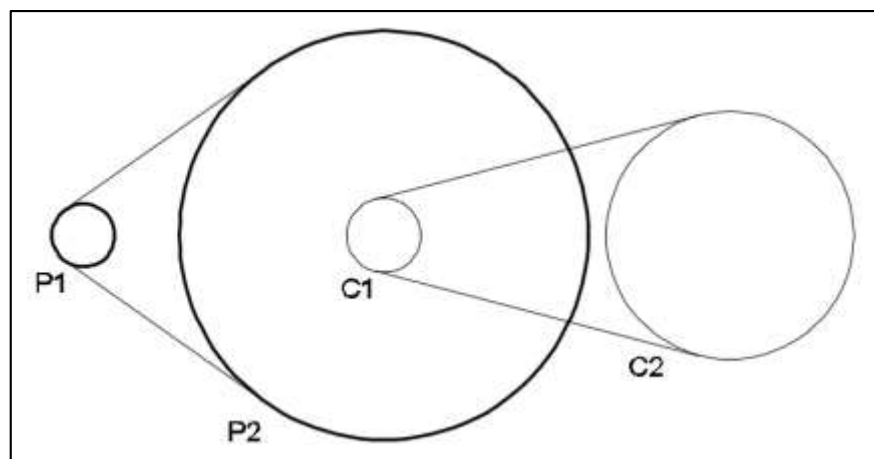
De acuerdo al **ANEXO XII** con la potencia de diseño y las revoluciones por minuto de la catalina menor se obtiene el número de dientes la cual es de 14 dientes.

Conocido, el número de dientes de la catalina menor con la **ecuacion 4.18** se calcula el numero de dientes estimado y la relacion de las revoluciones por minuto deseadas.

$$C_2 = 50,12 \approx 50 \text{ dientes}$$

#### 5.4.6 Cálculo del número de revoluciones

Los elementos principales de la cadena cinemática para la reducción de las revoluciones del motor (1750rev/min) al número de revoluciones de amasado óptimo (77 rev/min), se tienen la siguiente configuración:



**Figura 5.11.** Transmisión de potencia

Se asumen los siguientes elementos para lograr la reducción de revoluciones por minuto:

$P_1$ =Polea conductora de 50,8 mm de diámetro (1750 rev/min)

$P_2$ =Polea conducida de 330,2mm de diámetro

$C_1$ =Catalina de 14 dientes (asumido)

$C_2$ =catalina de 50 dientes

La relación de transmisión de las poleas se define con la **ecuación 4.19** y se obtiene una reducción de velocidades:

$$P_2 = \left( \frac{50,8}{330,2} \right) \cdot (1750 \text{ rev/min})$$

$$P_2 = 269,23 \text{ rev/min}$$

Para la relación de transmisión de cadenas se obtiene con la **ecuación 4.20**

$$i_2 = \frac{14}{50}$$

Realizando la igualdad de la relación de transmisión de poleas y cadenas se obtiene la reducción de velocidad al final de la cadena cinemática:

$$C_2 = \left( \frac{14}{50} \right) \cdot (269,23 \text{ rev/min})$$

$$C_2 = 75,38 \text{ rev/min}$$

#### 5.4.6.1 Cálculo de la potencia del motor

Se identifica que el gluten total a mover en el amasado es de 50 libras, y considerando la transformación a newtons, incluida la fuerza de amasado, se tiene que debe soportar una carga de 382,59N. Multiplicando este valor de fuerza por la distancia al centro de rotación, se calcula el torque con la **ecuación 4.21**

$$T = 382,59N(0.155m)$$

$$T = 59,30N \cdot m$$

Con los valores de revoluciones de salida obtenidos previamente, se puede calcular la potencia requerida con la **ecuación 4.22** donde el factor de seguridad para nuestro diseño va a ser de 2.

$$\omega = 75,38rev/min = 7,89rad/s$$

$$Pot = 2 \cdot (59,30Nm) \cdot (7,89rad/s)$$

$$Pot = 936,06W = 1,25HP$$

Al tratarse de una máquina que contiene una cadena cinemática de reducción de velocidad, hay que tomar en cuenta la potencia transmitida aumenta, por lo que se considera que un motor de 1,5HP será el adecuado para la máquina. En la tabla 5.11 se puede apreciar las características del motor seleccionado.

**Tabla 5.11.** Características del motor

Característica	Descripción
Marca:	WEG
Tipo:	F56H
Potencia:	1 ½ HP
Tensión de la red:	110/220V
Intensidad:	20 – 10 A
Coseno $\phi$ :	0,7
Velocidad en el eje:	1730 rev/min
Eficiencia:	71,7%
Consumo:	110V
Frecuencia:	60 Hz
Número de polos:	3

**Fuente:** [24]

#### 5.4.6.2 Selección de banda

Con la **ecuación 4.23** se calcula la potencia efectiva tomando en cuenta el factor de seguridad con respecto a la clase de trabaja que realiza del **ANEXO V** dándonos como resultado:  $P_e = 2,21$

Con la potencia efectiva y las revoluciones por minuto de la polea menor se procede a seleccionar el tipo de bandas de acuerdo al **ANEXO VI**. Realizando la relación se selecciona la banda de tipo A.

#### 5.4.6.3 Longitud de la banda

Para el cálculo de la longitud se realiza mediante la **ecuación 4.24** obteniendo  $L_c = 1148.66 \text{ mm}$

De acuerdo a los cálculos y los datos obtenidos se procede a seleccionar la banda **13 x 1100 A 43** la cual cumple con todas las características necesarias para soportar la potencia mecánica que tiene el motor.

#### 5.4.6.4 Selección de la cadena de transmisión

Para la selección de la cadena se debe tomar en cuenta las revoluciones por minuto de la catalina menor 268,23 rev min y la potencia del motor 1,1kW con estos datos seleccionamos en la tabla del **ANEXO VIII**, en la cual se selecciona a cadena de rodillos de transmisión 08 A según el sistema americano con una distancia de paso de 12,7 mm, obteniendo todas las características en el **ANEXO IX** con un capacidad de carga de ruptura de 1950 kgf que cumple con las condiciones necesarias.

#### 5.4.6.5 Cálculo de la longitud de la cadena.

Para la longitud de la cadena se calcula con la **ecuación 4.25** de acuerdo a los datos obtenidos con anterioridad.

$$N_e = 808,77 \text{ mm}$$

#### 5.4.7 Selección de chumaceras

De acuerdo al diseño de la máquina las cargas radiales se encuentran situadas en las reacciones del eje principal, y se tomará el de mayor valor por cuestiones de seguridad  $F_c = 1143N$ , ya que si soporta la mayor carga, debe hacerlo para las de menor intensidad.

##### 5.4.7.1 Análisis estático

De la **ecuación 4.26** de la carga estática, se calcula el factor de esfuerzos estáticos de un rodamiento con suficiente capacidad de carga.

$$C_o = 1143N(1,5)$$

$$C_o = 1714.5N = 1.71KN$$



### 5.4.7.2 Análisis dinámico

El comportamiento de un rodamiento, se determina con la **ecuación 4.27**.

Donde encontramos las siguientes condiciones:

$$X = \text{Factor radial} = 1$$

$$Y = \text{Factor de empuje} = 0$$

$$F_r = \text{Carga radial aplicada (kN)}$$

$$F_a = \text{Carga de empuje}=0 \text{ (kN)}$$

Por lo tanto: 
$$P = F_r$$

El factor de velocidad se halla con la **ecuación 4.28**

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33}{75}}$$

$$f_n = 0,75$$

El factor de esfuerzos dinámicos se halla con la **ecuación 4.29**:

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{20000}{500}}$$

$$f_L = 3,42$$

La carga dinámica C, se determina con la **ecuación 4.30**

$$C = 1143 N \cdot \frac{3,42}{0,75}$$

$$C = 5212,08N = 5,21kN$$

Las chumaceras que se utilizaran para el eje son acuerdo a los cálculos realizados ya que cumplen con las condiciones necesarias, se selecciona en el **ANEXO III y ANEXO IV**.

## 5.5 Validación de la Hipótesis

Para completar el análisis de resultados se realizó las pruebas respectivas en relación a la cantidad del gluten procesado de forma manual sin utilización de ninguna máquina y con la

utilización de la máquina amasadora implementada, para esto se tomó en cuenta la cantidad de gluten que amasa la asociación de mujeres pasteleras que es 15lb en 30 min/ hora. En la tabla 5.12 se especifican los resultados obtenidos en el proceso de amasado.

**Tabla 5.12.** Validación de la hipótesis

N° Pruebas	Amasado Manual		Amasado con Máquina	
	Cantidad procesada (lb)	Tiempo (min)	Cantidad procesada (lb)	Tiempo (min)
1	5	10	5	4
2	15	30	15	8
3	18	35	18	8
4	30	50	30	12

Una vez realizado la tabla comparativa se cumple con lo propuesto en la hipótesis que es la reducción de tiempo que emplean las mujeres pasteleras en el proceso de amasado además de ello con la implementación de la máquina mejoró la calidad del gluten, obteniendo como resultado que el tiempo de amasado disminuya en un 75%.

## 6. PRESUPUESTO

Este numeral de la propuesta tecnológica detalla el aspecto financiero del desarrollo e implementación de la máquina amasadora de harina.

### 6.1 Análisis financiero

#### 6.1.1 Costos Directos

##### 6.1.1.1 Costos de materiales

En la tabla 6.1 se aprecia los costos de los materiales que se emplearán en la construcción de la máquina amasadora de harina.

**Tabla 6.1.** Costo de materiales y suministros

RUBRO	DIMENSIÓN	UNIDAD	COSTO/UNIDAD (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Plancha de acero inoxidable SAE 430	1220x2440 e=2 mm	cm	110,00	110,00
Plancha de acero inoxidable AISI 304	1220x2440 e=1.5 mm	cm	141,81	141,81
Eje redondo de acero inoxidable SAE 304	$\varnothing = 1$	in	57,00	57,00
Ángulos de acero inoxidable SAE 430	30x3	mm	7,55	7,55
Chumaceras de piso	UCP 205-16	c/u	16,49	69,96
Chumaceras 2 de pared	UCP 205-16	c/u	17,50	35,00
Poleas A2	2	in	19,00	19,00
Poleas A2	13	in	25,00	25,00
Banda 13A1120	4	in	17,00	17,00
Pernos Hexagonales	3/4	pulg	0,40	3,2
Pernos Hexagonales	3/8	pulg	0,45	8,10
Motor WEG	Monofásico	c/u	220,00	220,00
			<b>SUBTOTAL</b>	713,62

##### 6.1.1.2 Costos de elementos para el control eléctrico

En la tabla 6.2 se aprecia los costos de los elementos que se emplearán en el control eléctrico.

**Tabla 6.2.** Costos de los elementos eléctricos

RUBRO	DIMENSIÓN	UNIDAD	COSTO/UNIDAD (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Contactador	1	c/u	20,00	20,00
Temporizador	1	c/u	25,00	25,00
Guardamotor	1	c/u	20,00	20,00

Pulsadores	2	c/u	3,00	6,00
Pulsador de emergencia	1	c/u	3,50	3,50
Breaker	1	c/u	7,00	7,00
			<b>SUBTOTAL</b>	81,50

### 6.1.1.3 Costos por utilización de equipos

En la tabla 6.3 se aprecia los costos por la utilización de maquinaria en el proceso de la construcción de la máquina amasadora de harina.

**Tabla 6.3.** Costos de equipos

Máquinas	Horas empleadas	COSTO/HORA (\$)	COSTO TOTAL (\$)	
Cizalladora	3	3,00	9,00	
Dobladora	5	5,00	25,00	
Suelda TIG	8	7,00	56,00	
Pulidora	3	3,00	9,00	
Taladro	2	2,00	4,00	
Torno	1	7,00	7,00	
Llaves	40	0,50	20,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	130,00

### 6.1.2 Costos de elementos de seguridad

En la tabla 6.4 se aprecia los costos por la utilización de implementos de seguridad.

**Tabla 6.4.** Costos de implementos de seguridad

Máquinas	CANTIDAD	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)	
Overol	2	---	---	
Casco	2	5,00	10,00	
Tapones de oído	2	1,00	2,00	
Guantes	2	3,00	6,00	
Gafas	2	1,50	3,00	
Mascarillas	2	0,50	1,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	22,00

### 6.1.3 Costos de mano de obra

En la tabla 6.5 podemos observar los costos por mano de obra en realizar la construcción de la máquina amasadora

**Tabla 6.5.** Costos de mano de obra

OPERARIO	CARGO	TIEMPO (horas)	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	Técnico Industrial	25	2,50	62,50
2	Ayudante	20	0,50	20,00
			<b>SUBTOTAL</b>	82,50

### 6.1.4 Costos de transporte

En la tabla 6.6 representa la movilización interna y fuera de la ciudad.

**Tabla 6.6.** Costos de transporte

<b>TRANSPORTE</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>
Transporte al interior de la provincia	20,00
Transporte fuera de la provincia	40,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>60,00</b>

### 6.1.5 Costos indirectos

#### 6.1.5.1 Costos ingenieril

En la tabla 6.7 se puede apreciar los costos indirectos del diseño de la máquina amasadora que es considerado el 10% del total de los gastos directos.

**Tabla 6.7.** Costos indirectos

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Costos directos	1089,62
Costos indirectos	108,96
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>1.198,58</b>

Como se puede apreciar en la tabla 6.7, la inversión total del proyecto es de **1.198,58 (mil ciento noventa y ocho y 58/100) dólares**; al analizar en función del mercado nacional, no existe un prototipo similar orientado al amasado automatizado de harina.

### 6.1.6 Consumo eléctrico

También se debe considerar que el costo de operación es el consumo eléctrico de la máquina amasadora de harina, en la tabla 6.8 se aprecia el detalle del consumo eléctrico.

**Tabla 6.8.** Consumo eléctrico

<b>DETALLE</b>	<b>WATTS</b>	<b>HORAS DE TRABAJO/ MES</b>	<b>kW·h al mes</b>
Motor	1100	25	27.5

Hay que considerar que el valor de la energía eléctrica en nuestro país es de \$0.095 usd por kW·h, por ende el valor mensual es de \$2,61 usd

## 6.2 Cálculo de VAN y TIR

En el ámbito económico para la implementación de la máquina amasadora tómanos en cuenta que durante 5 años se debe recupera la inversión en la tabla se detalla casa valor en donde se obtiene un VAN de 984,39 y un TIR del 48,84%.

**Tabla 6.9.** Cálculo de VAN y TIR

**FLUJO CAJA ANUAL**

AÑOS	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	(130,00)					
<b>Capital de Trabajo</b>	(898,83)					
<b>Gastos Legales</b>	-					
<b>INGRESOS</b>		934,79	934,79	934,79	934,79	934,79
(-) COSTOS OPERACIONALES		(87,32)	(87,32)	(87,32)	(87,32)	(87,32)
(-) Depreciación y Amortización		-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>847,46</b>	<b>847,46</b>	<b>847,46</b>	<b>847,46</b>	<b>847,46</b>
(-) Intereses		-	-	-	-	-
(-) Otros Gastos		-	-	-	-	-
<b>Utilidad antes de Obligaciones</b>		847,46	847,46	847,46	847,46	847,46
(-) Participación Trabajadores		(211,44)	(211,44)	(211,44)	(211,44)	-
(-) Impuesto a la Renta		(76,12)	(76,12)	(76,12)	(76,12)	-
<b>FLUJO DESPUÉS DE OBLIGACIONES</b>		559,91	559,91	559,91	559,91	847,46
(-) Pago de Capital Prestado		-	-	-	-	-
(+) Depreciación y Amortización		-	-	-	-	-
<b>(=) FLUJO NETO</b>	<b>(1.028,83)</b>	<b>559,91</b>	<b>559,91</b>	<b>559,91</b>	<b>559,91</b>	<b>847,46</b>

<b>VAN</b>	\$984,29
<b>TIR</b>	<b>48,84%</b>

## **6.3 Análisis de impactos**

### **6.3.1 Impacto práctico**

La máquina está diseñada para cumplir los requerimientos y necesidades al momento de realizar la masa, especialmente en la parte de seguridad y en el ámbito de ergonomía ya que cuenta con un sistema de control eléctrico para el control del tiempo de amasado por medio de un temporizador permitiendo que la máquina se apague de una manera automática.

### **6.3.2 Impacto ambiental**

La máquina amasadora de harina cumple con los niveles de decibelios de ruido en comparación con las otras amasadoras existentes en el mercado, permitiéndonos mejorar el tiempo de trabajo dentro de la micro - empresa y logrando reducir la contaminación ambiental por el ruido.

### **6.3.3 Impacto social**

Con la implementación de la maquina amasadora se incrementó la producción de los productos pasteleros, disminuyendo el tiempo de amasado y las pérdidas económicas que eran producidas por el amasado manual.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

- Para la selección del tipo de amasadora que se diseñó, realizamos un cuadro comparativo de los diferentes tipos de amasadoras que existe en el mercado, optando por la amasadora de brazos horizontales que posee un mecanismo apropiado para el amasado del gluten.
- Se resolvió las principales ecuaciones para el diseño de la maquina amasadora, teniendo en cuenta las aplicaciones que se les dará a cada una de las piezas, con la cual se determinó los aceros AISI 304 y AISI 430 para la construcción ya que las propiedades de estos materiales son óptimas para el contacto con productos alimenticios.
- Se diseñó en el software inventor los planos mecánicos con las respectivas dimensiones reales de la máquina, esto nos permitió visualizar detalladamente los componentes de la máquina para proceder a la construcción de la estructura y la olla aplicando la soldadura de tipo TIG, de acuerdo a los planos diseñados se ubicó el sistema de transmisión en los lugares correspondientes.
- La implementación de la máquina amasadora de harina benefició la producción de las mujeres pasteleras del sector de Yugsiloma reduciendo el tiempo y esfuerzo del amasado en un 75%, mejorando la calidad del gluten para la elaboración de productos pasteleros.

### **7.2 Recomendaciones**

- Para el funcionamiento de la máquina se recomienda revisar el manual de funcionamiento antes de que entre en operación.
- Es importante tener en cuentas los parámetros de diseño iniciales que es de 50 libras masa para que la máquina funcione de una manera adecuada y la mezcla del gluten sea óptima.
- Se recomienda adaptar un mecanismo de rodillos para la salida del gluten y así reducir el tiempo en el estirado de la misma.
- Realizar el mantenimiento preventivo cada 6 meses para evitar fallas en el sistema de transmisión y en el sistema de control eléctrico.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Estrella, El pan de América. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador, Madrid: Centro de Estudios Históricos , 1988.
- [2] R. Huaraca, «La Quinua,» 2012. [En línea]. Available: <http://fundamentosdemarketing-quinua.blogspot.com/2012/06/usos-de-la-quinua.html>.
- [3] Ferneto, 2018. [En línea]. Available: [http://ferneto.com/equipamentos/amassadeiras?set\\_language=es](http://ferneto.com/equipamentos/amassadeiras?set_language=es).
- [4] Claudia & Julia, 2015. [En línea]. Available: <https://www.claudiaandjulia.com/blogs/general/el-pan-conceptos-basicos-de-amasado-y-tecnicas>.
- [5] R. SÁNCHEZ y R. VERDEZOTO, «Diseño, construcción y pruebas de una máquina amasadora de melcocha,» Chimborazo, Riobamba, 2009.
- [6] F. Thinking, «Thinkingfoods.com,» 10 05 2018. [En línea]. Available: <http://www.thinkingfoods.com/es/blog-item-es/item/183-amasadoras-y-tipos-de-amsado>.
- [7] F. Tejero, «Asesoría Técnica en Panificación,» 10 05 2018. [En línea]. Available: <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/las-amasadoras-ventajas-e-inconvenientes-de-los-distintos-tipos/>.
- [8] Amasadoras Saus, 2018. [En línea]. Available: <http://www.amasadorassaus.com/index.asp?id=343>.
- [9] Scribd, «Tablas Peso Especifico,» 11 07 2018. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/211625839/Tablas-Peso-Especifico>.
- [10] Cv.udl.cat, «SISTEMAS DE FUERZAS,» 11 07 2018. [En línea]. Available: [http://cv.udl.cat/cursos/101606gea/continguts/modul1\\_nou/tema1.htm](http://cv.udl.cat/cursos/101606gea/continguts/modul1_nou/tema1.htm).
- [11] J. K. N. Richard G. Budynas, «Transmisión de Potencia,» de *Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley*, Mexico, Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736, 2008, p. 915.

- [12] Blog CLR, «Potencia y par motor: qué son y en qué se diferencian - Blog CLR,» 11 07 2018. [En línea]. Available: <https://clr.es/blog/es/potencia-par-motor/>.
- [13] Procesos2automatizacionyneumatica.blogspot.com, «Controles Electricos,» 11 07 2018. [En línea]. Available: <http://procesos2automatizacionyneumatica.blogspot.com/2012/09/controles-electricos.html>.
- [14] R. HERNÁNDEZ, C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA, Metodología de la Investigación, Quinta edición ed., México: McGRAW-HILL, 2010, pp. 33-82.
- [15] Mac.pan, 2017. [En línea]. Available: <https://www.macpan.com/es/amasadora/23-amasadora-de-espinal.html>.
- [16] E. J. Hearn, Resistencia de materiales, diseño de estructuras y máquinas, México: Interamericana, 1986, pp. 59-88.
- [17] C. D. Espinosa Macias , «Diseño y Construcción de una maquina para amasar pan con una capacidad de 100 kg por hora,» Guayaquil, 2012.
- [18] L. Doyle, Materiales y Proceso de Manufactura, México: Prentice Hall, 1988, pp. 46-51.
- [19] R. L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, México: Prentice Hall, 1996, pp. 53-64.
- [20] J. SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, México: McGraw Hill, 1995, pp. 62-67.
- [21] R. C. Juvenall, Fundamentos de diseño para Ingeniería Mecánica, México: Linusa, 1996, pp. 57-73.
- [22] Rixon, «Repository.eafit.edu.co,» 19 07 2018. [En línea]. Available: <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/2981/ANEXO%20K-Manual%20Calculo%20de%20Transmisiones.pdf?sequence=12&isAllowed=y>.
- [23] R. W. FITZGERALD, Mecánica de materiales, México: Pitagoras, 1996, pp. 51-57.
- [24] Cedinox.es, «Tipos,» 11 07 2018. [En línea]. Available: <https://www.cedinox.es/es/acero-inoxidable/tipos/>.
- [25] E. WEG, «Ecatalog.weg.net,» 10 02 2018. [En línea]. Available: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-seleccion-y-aplicacion-de-motores-electricos-articulo-tecnico-espanol.pdf>.
- [26] A. RACINES, «[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11638/1/45590\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11638/1/45590_1.pdf),» OCTUBRE

2011. [En línea]. Available:  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11638/1/45590\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11638/1/45590_1.pdf).
- [27] ProEcuador, «Análisis Sectorial de Quinoa,» Quito, 2015.
- [28] S. Ronald, «DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA,» offset, Riobamba, 2009.
- [29] NKS, «Acero inoxidable 430 - NKS,» 15 06 2018. [En línea]. Available:  
<http://nks.com/es/distribuidor-de-acero-inoxidable/acero-inoxidable-430/>.
- [30] J. Aceros, «Acero inoxidable 304 y 316: resistencia única a la corrosión | Jn Aceros,» 15 06 2018. [En línea]. Available: <http://www.jnaceros.com.pe/blog/acero-inoxidable-304-316-resistencia-corrosion/>.

# ANEXOS



ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO ACX 120	
DESIGNACIÓN EN	DESIGNACIÓN ASTM
1.4301	304
X5CrNi18-10	S30400

**DESCRIPCIÓN** Acero inoxidable austenítico básico 18/8 de uso más extendido. Posee buenas propiedades de resistencia a la corrosión, conformabilidad y soldabilidad.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
	≤0,070	≤0,75	≤2,00	≤0,040	≤0,015	17,50-19,00	8,00-10,00

**APLICACIONES**

- Menaje
- Electrodomésticos
- Industria
- Cubertería

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO DE RECOCIDO	RP <sub>0,2</sub>	> 230 N/mm <sup>2</sup>
	Rm	540 - 750 N/mm <sup>2</sup>
	Alargamiento	> 45%
	Dureza	< 200 HB

**PROPIEDADES FÍSICAS** A 20°C presenta una densidad de 7,9 kg/dm<sup>3</sup> y un calor específico de 500 J/kg·K

	20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C
Módulo de elasticidad (GPa)	200	194	186	179	172	165
Coefficiente medio dilatación térmica entre 20°C (10 <sup>-6</sup> x K <sup>-1</sup> ) y	-	16	16,5	17	17,5	18
Conductividad térmica (W/m·K)	15	17	18	19	20,5	22
Resistividad eléctrica (Ω·mm <sup>2</sup> /m)	0,73	0,80	1,00	1,15	1,22	1,25

**SOLDADURA** Apto en todas las técnicas de soldadura convencionales. Los consumibles recomendados son los siguientes:

Electrodos revestidos	Alambres y varillas	Electrodos huecos
E 19 9	G 19 9 L (GMAW) W 19 9 L (GTAW) P 19 9 L (PAW) S 19 9 L (SAW)	T 19 9 L
308L	308L	308L

Este tipo de ACX no precisa tratamiento térmico tras la soldadura. Si el proceso de soldadura conlleva riesgos de sensibilización y va a estar expuesto a medios agresivos que puedan provocar corrosión intergranular, se recomienda seleccionar el tipo ACX 150 o el tipo ACX 315.

**CORROSIÓN POR PICADURAS** El ACX 120 se emplea satisfactoriamente en medios cuya concentración en cloruros no sea superior a 200 ppm.



ACERO INOXIDABLE FERRÍTICO ACX 500	
DESIGNACIÓN EN	DESIGNACIÓN ASTM
1.4016	430
X6Cr17	S43000

**DESCRIPCIÓN** El ACX 500 es la aleación base del grupo ferrítico. Posee buena resistencia a la corrosión en ambientes corrosivos o exposiciones atmosféricas, así como a los gases sulfurosos. En estado de recocido es dúctil y puede ser conformado usando tanto medios de laminación, como operaciones de doblado y embutición. Además, no endurece excesivamente durante el trabajo en frío.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	C	Si	Mn	P	S	Cr	N
	≤0,080	≤1,00	≤1,00	≤0,040	≤0,015	16,00-18,00	≤0,045

**APLICACIONES**

- Electrodomésticos
- Cubertería
- Menaje
- Decoración interior

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO DE RECOCIDO	Rp <sub>0,2</sub>	> 260 N/mm <sup>2</sup>
	Rm	450 - 600 N/mm <sup>2</sup>
	Alargamiento	> 20%
	Dureza	< 185 HB

**PROPIEDADES FÍSICAS** A 20°C presenta una densidad de 7,7 kg/dm<sup>3</sup> y un calor específico de 460 J/kg·K

	20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C
Módulo de elasticidad (GPa)	220	215	210	205	195	-
Coefficiente medio dilatación térmica entre 20°C (10 <sup>-6</sup> x K <sup>-1</sup> ) y	-	10	10	10,5	10,5	11
Conductividad térmica (W/m·K)	25	28,5	31	32	33	34
Resistividad eléctrica (Ω·mm <sup>2</sup> /m)	0,60	0,79	0,98	1,15	1,22	1,30

**SOLDADURA** Los consumibles recomendados son los siguientes:

Electrodos revestidos	Alambres y varillas	Electrodos huecos
E 17 ó 19 9 L	G 17 ó 19 9 L (GMAW)	T 17 ó T 19 9 L
309L	W 17 ó 19 9 L (GTAW)	309L
316L	P 17 ó 19 9 L (PAW)	
	S 17 ó 19 9 L (SAW)	
	309L	
	316L	316L

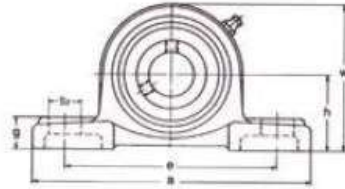
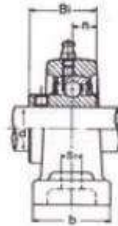
**RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN EN CALIENTE** El ACX 500 tiene una buena resistencia a la corrosión en una gran variedad de medios. Como ejemplo, este acero presenta velocidades de corrosión inferiores a 0,10 mm/año en los siguientes medios:

- Peróxido de hidrógeno al 10% (en peso) a 21°C.
- Ácido nítrico al 40% (en peso) a ebullición.
- Ácido acético al 10% (en peso) a ebullición.
- Ácido cítrico al 50% (en peso) a 21°C.
- Ácido bórico al 10% (en peso) a 21°C.
- Hidróxido sódico al 20% (en peso) a 50°C.
- Ácido benzoico al 10% a 21°C.

**ANEXO III**

**Figura III.1. Característica de la chumacera de piso**

**Datos Técnicos**

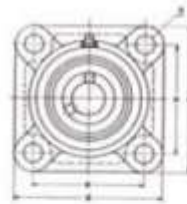
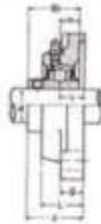


CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)										Perno	Tipo de rodami.	Soporte	Masa kg
	mm	pulg	h	a	e	b	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	g	w	Bi	n				
UCP 204 204-12	20 19.05	3/4	33.3	127	95	38	13	19	15	63	31	12.7	M10 (W3/8)	UCP 204 204-12	P 204	P 204
UCP 205 205-14 205-16	25 22.225 25.4	7/8 1	36.5	140	105	38	13	19	16	70	34	14.3	M10 (W3/8)	UCP 205 205-14 205-16	P 205	P 205
UCP 206 206-18	30 28.575	1 1/8	42.9	165	121	48	17	21	17	83	38.1	15.9	M14 (W1/2)	UCP 206 206-18	P 206	P 206
UCP 207 207-20 207-22	35 31.75 34.925	1 1/4 1 3/8	47.6	167	127	48	17	21	19	92	42.9	17.5	M14 (W1/2)	UCP 207 207-20 207-22	P 207	P 207

**ANEXO IV**

**Figura IV.1. Característica de la chumacera de piso**

**Datos Técnicos**



CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)									Perno	Tipo de rodami.	Soporte	Masa kg
	mm	pulg	a	e	l	g	L	s	Z	Bi	n				
UCF 204-12	19.05	3/4	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10 (W3/8)	204-12	F 204	0.61
UCF 205 205-14 205-16	25 22.225 25.4	7/8 1	95	70	16	14	27	12	35.7	34	14.3	M10 (W3/8)	UC 205 205-14 205-16	F 205	0.90
UCF 206 206-18	30 30.162	1.3/16	108	83	18	14	31	12	40.2	38.1	15.9	M10 (W3/8)	UC 206 206-18	F 206	1.20
UCF 207 207-20 207-22	35 31.75 34.925	1 1/4 1 3/8	117	92	19	16	34	14	44.4	42.9	17.5	M12 (W1/2)	UC 207 207-20 207-22	F 207	1.55
UCF 208 208-24	40 38.1	1 1/2	130	102	21	16	36	16	51.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 208 208-24	F 208	2.00
UCF 209 209-28	45 44.45	1 3/4	137	105	22	18	38	16	52.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 209 209-28	F 209	2.36
UCF 210 211-32	50 50.8	2	143	111 130	22 25	18 20	40 43	16 19	54.6 58.4	51.6 55.6	19 22.2	M14 (W1/2) M16 (W5/8)	UC 210 211-32	F 210 F 211	2.64 3.51
UCF 212 212-36 213-40 215-48	60 57.15 63.5 76.2	2 1/4 2 1/2 3	175	143 149 159	29 30 34	20 20 24	48 50 56	19 19 19	68.7 69.7 78.5	65.1 65.1 77.8	25.4 25.4 33.3	M 14 (W5/8) M16 (W5/8) M16 (W5/8)	UC 212 212-36 213-40 215-48	F 212 F 213 F 215	4.8 5.8 7.4

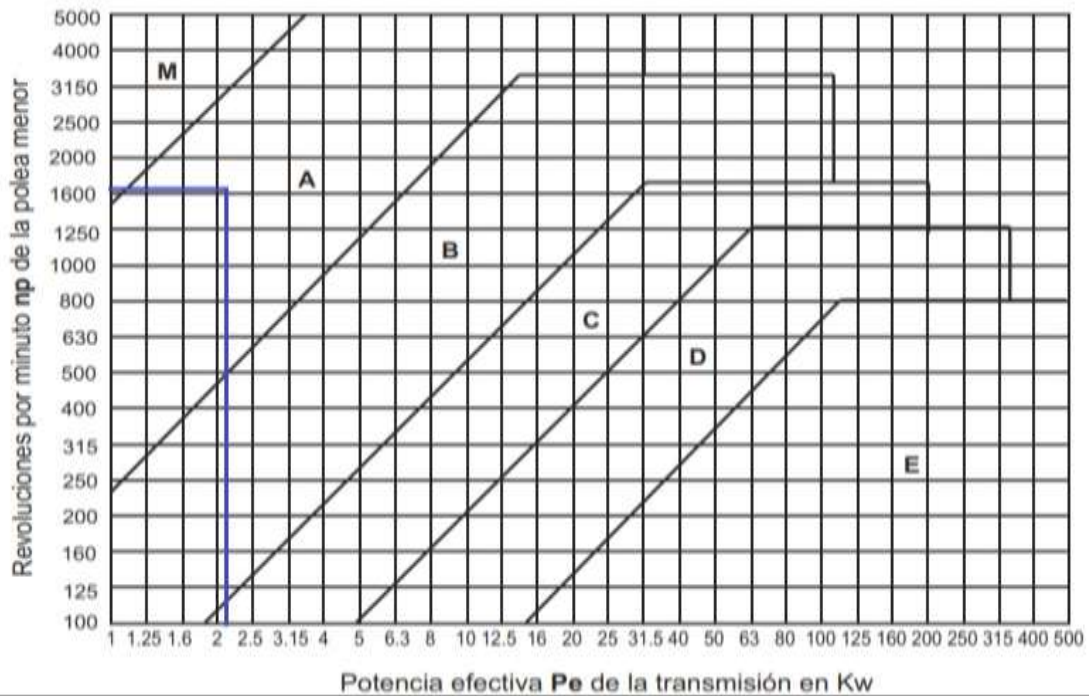
**ANEXO V**

**Figura IV.1.** Características del factor de servicio de bandas

CLASE DE TRABAJO	EJEMPLOS DE MÁQUINAS ACCIONADAS	TIPOS DE MÁQUINAS MOTRICES					
		Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Normal			Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Elevado		
		Horas de Servicio Diarias			Horas de Servicio Diarias		
		Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16	Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16
Ligero	Agitadores para líquidos. Aspiradores. Bombas y compresores centrifugos. Transportadores de cinta para carga ligera. Ventiladores y bombas hasta 7,5 Kw.	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Mediano	Amasadoras. Cizallas y prensas. Cribas rotativas y vibrantes. Generadores y excitatrices. Máquinas herramientas. Maquinaria para artes gráficas. Maquinaria para lavanderías. Transportadores de cinta para carga pesada. Ventiladores y bombas a partir de 7,5 Kw.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Pesado	Ascensores. Bombas de desplazamiento positivo. Centrifugadores. Compresores de pistón. Maquinaria para labrar madera. Maquinaria para cerámicas. Maquinaria para papeleras. Maquinaria Textil. Molinos de martillos. Sierras alternativas. Elevadores de cangilones. Transportadores de Tomillo.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Extra Pesado	Grúas Montacargas. Machacadoras y molinos (mandíbulas, conos, bolas, barras, etc). Maquinaria para caucho y plásticos.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

**ANEXO VI**

**Figura VI.1** Selección tipo de banda de transmisión





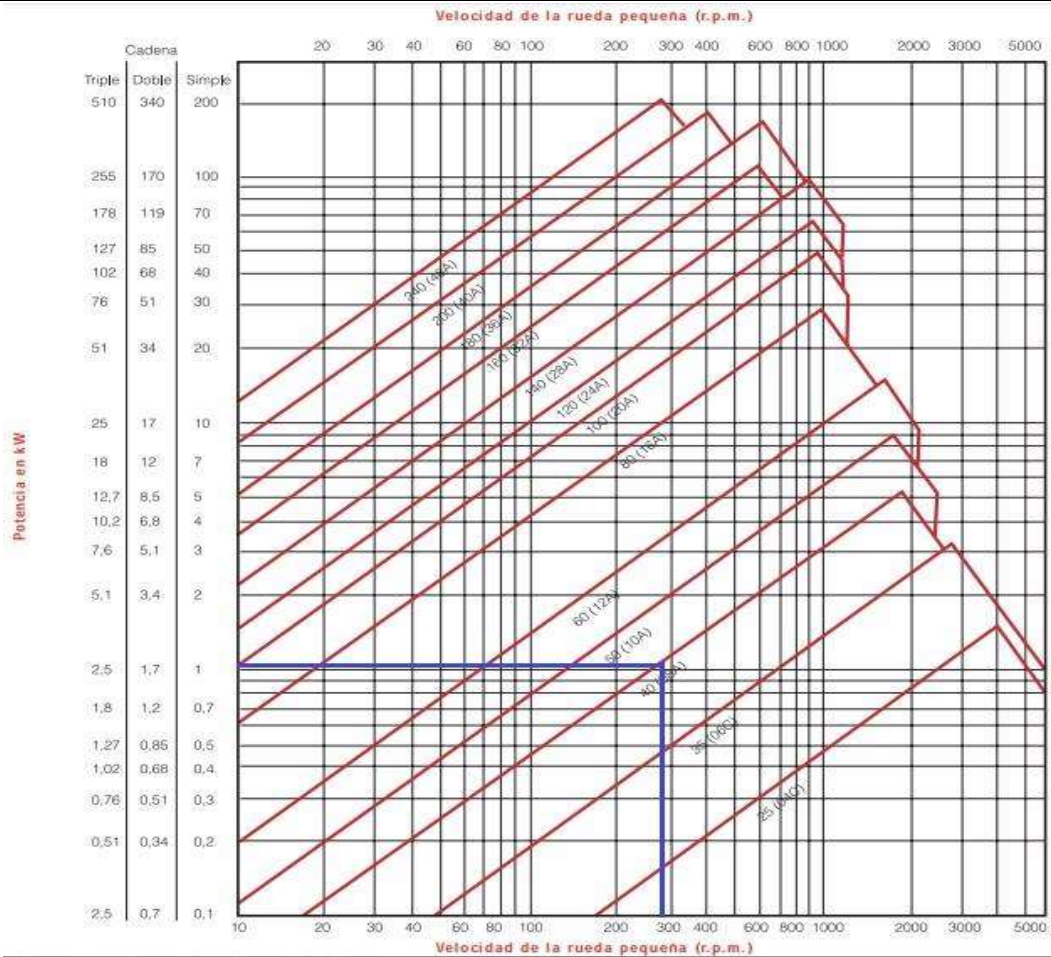
**ANEXO VII**

**Figura VII.1. Selección de la banda de transmisión de potencia**



**ANEXO VIII**

**Figura VIII.1. Selección de cadena de transmisión**



**ANEXO IX**

**Figura IV.1.** Características de la cadena de rodillos de transmisión



**Cadenas sencillas**

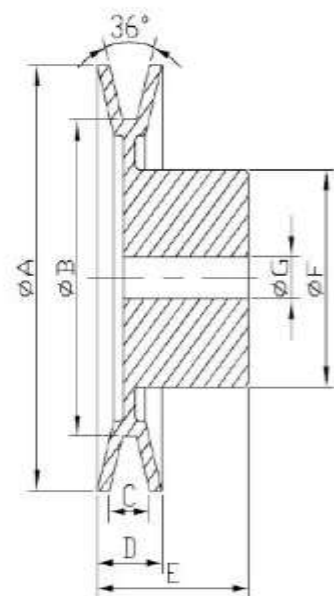
CÓDIGO IBCA	Cadena		Paso		Entre placas interiores		Diámetros del rodillo		Diámetros del pasador (PIN)		Longitud del pasador (PIN)		Carga de ruptura	
	ANSI No.	DIN ISO Nr.	P		W máx		R máx		D máx		L máx		min	min
			in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Lbs	Kg
RS-35-1	35		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.510	12.95	2420	1100
RS-40-1	40	08A	1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.185	3.97	0.691	17.45	4290	1950
RS-41-1	41	08S	1/2	12.70	0.251	6.38	0.306	7.77	0.141	3.59	0.567	14.40	2640	1200
RS-50-1	50	10A	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	0.856	21.75	7040	3200
RS-60-1	60	12A	3/4	19.05	0.500	12.70	0.469	11.91	0.234	5.96	0.069	26.90	9680	4400
RS-80-1	80	16A	1	25.40	0.625	15.88	0.625	15.87	0.312	7.94	1.390	35.30	16500	7500

**ANEXO X**

**Figura X.1.** características de las poleas conductora y conducida

**Poleas perfil "A"**

Nº de Parte	1 Canal (DIM. EN MM)						
	Ø A	Ø B	C	D	E	Ø F	Ø G
1 A 2	50	24	13	21	46	30	10,0
1 A 2.1/2	63.5	37	13	21	46	30	10,0
1 A 3	77	51	13	21	46	40	10,0
1 A 3.1/2	90	64	13	21	46	52	10,0
1 A 4	102	76	13	21	46	52	12,7
1 A 4.1/2	112	86	13	21	49	52	12,7
1 A 5	127	101	13	21	49	60	12,7
1 A 5.1/2	140	113	13	21	49	60	12,7
1 A 6	154	128	13	21	49	60	12,7
1 A 6.1/2	165	137	13	21	49	60	12,7
1 A 7	180	154	13	23	51	82	12,7 *
1 A 8	203	177	13	23	51	82	12,7 *
1 A 9	229	203	13	23	51	82	12,7 *
1 A 10	254	228	13	23	51	82	12,7 *
1 A 11	280	251	13	23	51	96	17,0 *
1 A 12	305	274	13	23	51	108	17,0 *
1 A 13	330	297	13	23	51	108	17,0 *
1 A 14	356	320	13	23	51	110	17,0 *
1 A 15	381	343	13	23	51	112	17,0 *
1 A 16	406	366	13	23	51	114	17,0 *



**ANEXO XI**

**Figura XI.1. Factor de servicio para selección de catalina**

Tipo de carga	Ejemplo de máquinas	Acionamiento		
		Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna Trans. hidráulica	Trans. mecánica
Regular	Agitadores de líquidos. Bombas centrífugas y de engranajes. Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga regular. Generadores y alternadores. Hiladoras. Maquinaria de imprenta. Maquinaria para la fabricación de papel. Montacargas y ascensores. Teleféricos. Máquinas herramientas (toros, taladradoras, fresadoras, rectificadoras). Ventiladores y máquinas soplantes.	1	1	1,2
Irregular	Agitadores de sustancias poco fluidas. Bombas de émbolo de más de 2 cilindros. Compresores alternativos de más de 2 cilindros. Hélices (aplicaciones marinas). Elevadores y transportadores con carga irregular. Laminadoras. Mezcladores. Maquinaria para carpintería. Maquinaria para formar tubos. Trefiladoras. Molinos para materias homogéneas y blandas. Telares.	1,3	1,2	1,4
A golpes	Aparejos de elevación. Bombas de 1 y 2 cilindros. Dragas. Excavadoras. Elevadores y transportadores con carga muy irregular y pesada. Grúas. Maquinaria para perforación. Maquinaria para fabricar ladrillos. Máquinas herramientas (prensas, cizallas, limadoras, cepilladoras). Molinos para materias duras e irregulares. Rotocultivadores. Trituradoras.	1,5	1,4	1,7

**ANEXO XII**

**Figura XII.1. Selección de la catalina**

No. of Teeth Small Spkt.	Revolutions per Minute — Small Sprocket*												
	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800
	Horsepower Rating												
11	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66
12	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31
13	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99
14	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70
15	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43
16	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18
17	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96
18	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76
19	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5
20	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1
21	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7
22	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3
23	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9
24	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5
25	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1
26	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7
28	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9
30	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2
32	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4
35	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3
40	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4
45	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6
	Type A			Type B						Type C			

**ANEXO XIII**

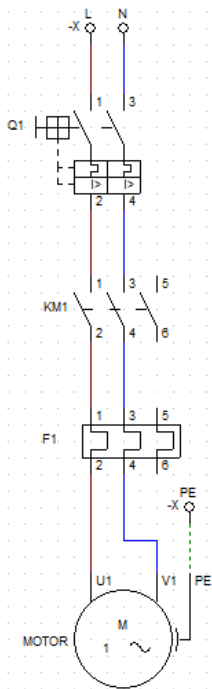
**Figura XIII.1.** Tabla de protecciones de motor de 1.5 HP-120V

hp (POTENCIA)	KW (POTENCIA)	I (A)	FUSIBLE (A)	PROTECCIÓN TÉRMICA (A)	I (A)	FUSIBLE (A)	PROTECCIÓN TÉRMICA (A)	I (A)	FUSIBLE (A)	PROTECCIÓN TÉRMICA (A)
		115	115	115	220	220	220	440	440	440
1/6	0.12	4.4	8	16						
1/4	0.19	5.8	10	16						
1/3	0.25	7.2	16	20						
1/2	0.37	9.8	20	25	2.2	4	6	1.1	2	4
3/4	0.56	13.8	25	40	3.2	6	10	1.6	4	4
1	0.75	16	32	40	4.2	8	10	2.1	4	6
1.5	1.12	20	40	50	6	10	16	3	6	10
2	1.49	24	50	63	6.8	16	20	3.4	6	10

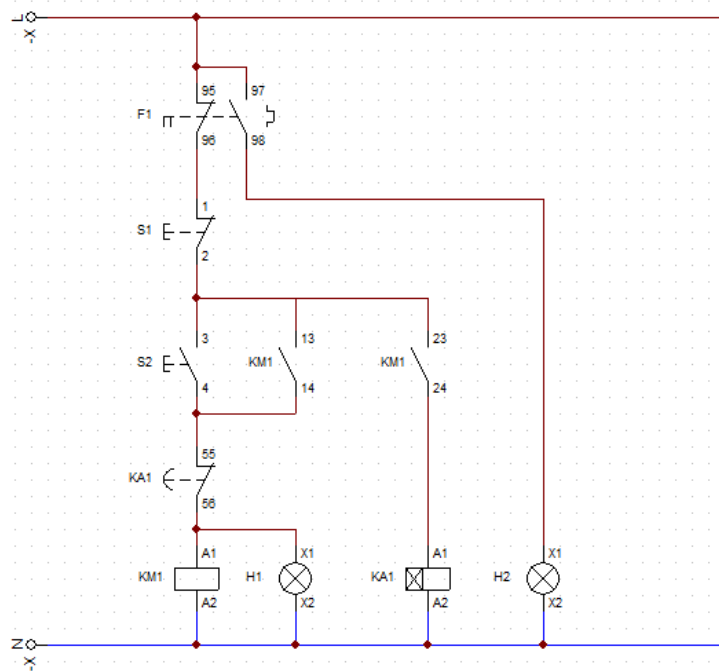
**ANEXO XIV**

**Figura XIV.** Circuitos de potencia y control del sistema

CIRCUITO DE POTENCIA



CIRCUITO DE CONTROL



**ANEXO XV**

**Figura XV.1.** Medición y corte de las planchas de acero inoxidable



**ANEXO XV**

**Figura XV.2.** Doblado de las piezas de la estructura de la amasadora



**ANEXO XV**

**Figura XV.3. Doblado de la carcasa 1**



**ANEXO XV**

**Figura XV.4. Ensamblaje de las partes de la estructura**



**ANEXO XV**

**Figura XV.5.** Colocación de la polea y catalina en el eje intermedio



**ANEXO XV**

**Figura XV.6.** Ubicación de motor y templado de la banda



**ANEXO XV**

**Figura XV.7. Sistema de transmisión**



**ANEXO XV**

**Figura XV.8. Corte para la implementación de la parte eléctrica**





**ANEXO XV**

**Figura XV.9. Pulido de las partes sobresalidas del soldado**



**ANEXO XV**

**Figura XV.10. Máquina amasadora**



**ANEXO XV**

**Figura XV.11. Elaboración del gluten**



**ANEXO XV**

**Figura XV.11. Sistema de control eléctrico**



<b>ANEXO XVI</b>	<b>MANUAL DE MÁQUINA AMASADORA</b>
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>PARTES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Maquina amasadora de harina construido en acero inoxidable AISI 304 la olla, la estructura en acero inoxidable AISI 430.</li> <li>❖ Sistema de brazos mecánicos</li> <li>❖ Alimentación con 110 V</li> <li>❖ Operación para amasado</li> <li>❖ Olla de 400mm* 400mm*460mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Olla y tapa de acero inoxidable AISI 304</li> <li>❖ Estructura de acero inoxidable AISI 430</li> <li>❖ Sistema de control eléctrico</li> </ul>
<b>INSTRUCCIONES DE USO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Se debe enchufar a una fuente de 110 V para la alimentación de la maquina amasadora</li> <li>❖ A continuación se debe ajustar el tiempo necesario para el amasado</li> <li>❖ Después se acciona con el pulsador verde (marcha) la cual activara el motor</li> </ul>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE USO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ La máquina debe estar separado por lo menos 10cm en sus lados para su óptimo funcionamiento.</li> <li>❖ Desconecte el equipo después de usarlo</li> <li>❖ Funcionamiento por conexión eléctrica 110 voltios</li> </ul>	
<b>FUNCIÓN</b>	
La máquina amasadora ofrece un amasado optimo controlando el tiempo de funcionamiento que puede regular de 1 a 60 minutos obteniendo un gluten de mejor calidad para la producción	
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Se debe realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses y correctivo cada vez que el equipo no funcione adecuadamente o a su vez cuando se encienda la luz roja del tablero de control	
<b>PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Apagar el equipo</li> <li>❖ Desconectar el equipo del enchufe</li> <li>❖ Humedecer las superficies a limpiar con suficiente agua</li> <li>❖ Enjabonar las superficies a limpiar esparciendo solución de jabón con una esponja</li> </ul>	

- ❖ Restregar las superficies de la ollas eliminando completamente todos los restos del gluten
- ❖ Enjaguar con suficiente de la olla con agua, de modo que el agua arrastre totalmente el jabón
- ❖ Revisar visualmente para verificar que ha sido removido los restos del gluten
- ❖ Desinfectar cuando la superficie está completamente limpia
- ❖ Enjaguar con abundante agua

### **PRECAUCIÓN**

Para proteger las superficies de acero Inoxidable, evite en todo momento:

- ❖ El uso de compuestos de limpieza Abrasivos para que no provoque daños en el acero
- ❖ No utilice nunca Ácido clorhídrico (ácido muriático) en las Superficies de acero inoxidable.  
No utilice NUNCA cepillos metálicos, estropajos Metálicos ni rascadores.

### **ADVERTENCIA**

Para evitar daños materiales, lesiones físicas graves:

- ❖ Deberá limpiar minuciosamente el equipo para evitar la acumulación de restos de gluten por lo que puede afectar la masa y su sabor.
- ❖ Si la maquina amasadora está en funcionamiento debe introducir la mano ya que podría causare lesiones severas

Además no se debe introducir cualquier elemento rígido ya que los brazos pueden atascarse con la olla y afectaría el sistema de transmisión y a su vez dañar el motor.

### **CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO**

- ❖ Asegúrese que la tapa de la amasadora este en su lugar antes de su funcionamiento.

## **ANEXO XVII (Planos)**