



Diseño y construcción de un prototipo de máquina extrusora y porcionadora de corte automatizado para dulce de almendra en la empresa Dulces San Juan. (octubre del 2021)

John Edwin Inguilan, Yuliana Mantilla, Antonio Escallon IEEE

Abstract— In the development of our knowledge as future mechanical engineers it is our duty and at the same time a pleasure to develop small projects that lead us to clear doubts and strengthen our skills in different fields of science and technology, with the start of small projects that strengthen our skills. . In turn, it strengthens the bonds of companionship and teamwork because it brings together the work of each of its members for a common good, with the creation of a prototype of an almond duce portioning machine that contains knowledge of different branches of knowledge and as a projection of reinforcing our knowledge and skills that serve as useful experience to be located in another scenario where it is beneficial

Index terms: Enter key words or phrases in alphabetical order, separated by commas. For a list of suggested keywords, send a blank email to the keywords@ieee.org or visit http://www.ieee.org/organizations/pubs/ani_prod/keywrd98.txt

I. INTRODUCTION

El desarrollo tecnológico aprendido en la academia como el que se obtiene mediante la práctica, juega un papel fundamental a la hora de emprender un negocio o ejercer una actividad que concierne el desempeño de habilidades ingenieriles y profesionales; la utilización y desarrollo de máquinas ha permeado tanto de forma positiva como negativa, y deben ser valoradas como herramientas cuya finalidad es hacer la vida más fácil, acelerando procesos y la vez que todos los ámbitos de la humanidad presentes como futuros.

La dificultad manifestada por la empresa dulces San Juan es la falta de tecnificación de los procesos manuales del producto de dulce de almendra, los cuales requieren una intervención para mejorar el desempeño de la producción; en la práctica de conocimientos se implementará un prototipo de máquina extrusora de dulce de almendra la cual después de una serie de análisis será un apoyo al desarrollo del producto. Para obtener una masa uniforme se usará una extrusora tipo tornillo sin fin, el producto es conducido por uno conducto reducido ya con una textura homogénea, al final se encuentra un sensor ubicado estratégicamente fuera de la máquina, mide la longitud deseada

y posteriormente envía una señal eléctrica para accionar el cilindro neumático, este sostiene en la punta del embolo la cuchilla que se encargan de separarla en porciones iguales, acto siguiente retrocede con el apoyo de un resorte e inicia nuevamente la acción.

Sabemos previamente que cualquier cambio en el proceso es perjudicial para el dulce, es por eso que junto con el productor se ha tomado en cuenta cada paso del proceso y se proyecta como objetivo primordial elegir la mejor opción de manufactura y aprovechamiento del producto, conservando su sabor característico.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Dulces San Juan dedicada a la producción de dulces, como almendra de leche, cocadas, caramelos de panela con maní, alfajores, panochas y moncaibas, en la cual la producción de dulce de almendra se realizan procesos de mezcla, batido de masa, moldeo y entre ellos se encuentra la etapa de porción, inicialmente se ha inspeccionado labores cotidianas donde se identifican algunas problemáticas presentes en la empresa, en la observación se detecta falla en la operación de dosificado de masa, esta se hace corte con las manos de cada trabajador, evidenciando Almendras de diferentes tamaños y peso, debido a esto en el producto se observan pérdidas mayores, se gasta 2 horas en cortar y organizar las almendras de forma manual, por ende hay baja productividad, también hay más esfuerzo generado por los operarios, causando enfermedades relacionadas con el trabajo; con este ritmo de producción, se reducen los salarios por bajos ingresos.

De acuerdo a necesidades de los clientes y la empresa, es preciso plantear objetivos para el crecimiento en la producción de dulces, según su propietario, " la empresa tiene un 70% de nivel de producción" (Jojoa Meza, 2020). El análisis de estos datos ayuda a aumentar el desarrollo, procurando que los cambios incluidos se afiancen mejorando el desempeño de los operarios, para que se vea reflejado en el aumento de productividad y así cumplir los objetivos propuestos.



2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo dosificar uniformemente el producto dulce de almendra, a partir de un prototipo de máquina porcionadora en la empresa Dulces San Juan en la ciudad de Pasto?

2.2 JUSTIFICACIÓN

En el departamento de Nariño existen 3 empresas dedicadas a la producción de dulce de almendra, en las cuales aún se usa el método manual, debido a esto es necesario aumentar la producción de este tipo de dulce en la empresa, esto se logra tecnificando el proceso de porción de la masa, es evidente que genera pérdidas el proceso actual, el tamaño y la dosificación mediante el método manual. Con el fin de seguir paso a paso el proceso y obtener un producto uniforme, se propone la implementación del prototipo de máquina porcionadora de dulce de almendra, que adhiere ventajas, permite realizar este proceso en menor tiempo, incluso garantizar mejores condiciones de trabajo para los operarios, de esta manera no hay mucha manipulación de la mezcla, dicho de otro modo el diseño de la máquina se diferencia debido a que se crea a bajo costo, conserva las especificaciones que necesita la empresa, garantiza condiciones higiénicas y cumple con la reglamentación correspondiente de fabricación sanitarias para que el producto final no se contamine.

Según el gerente general de la empresa Dulces San Juan afirma lo siguiente. “Por cada 40 litros de leche salen 20 libras de masa, de esas 20 libras se dividen pedazos de 4 y 6 gramos, para darles la forma final de las almendras”. (Jojoa Meza, 2020)

Materia prima	Masa de almendras	Cantidad de almendras
40 litros de leche	20 libras de masa	1515,1 almendras

Tabla 1. Nivel de producción diario (esta investigación, 2020)

En el proceso de producción, el prototipo de máquina porcionadora cuenta con una extrusora tipo tornillo sin fin que ayuda a tener una masa homogénea, al mismo tiempo que la empuja por un conducto hacia la boquilla la cual tiene como diámetro las dimensiones entregadas por la empresa para la fabricación de este tipo de dulces. La masa sale de la boquilla, el sensor la percibe y la cuchilla se encarga de separar la masa en porciones. El sistema de la máquina es ideal para alta producción, versatilidad y variedad de productos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Crear un prototipo de máquina para unificar el tamaño en la producción de dulce de almendra, a partir de un sistema de dosificación del producto en la empresa Dulces San Juan.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar requerimientos de diseño a partir de especificaciones técnicas dadas por la empresa, puesto que es necesario que la máquina conserve el sabor característico de sus productos.
- Disminuir los tiempos de producción mejorando la estética y exactitud en dimensiones del producto.
- Realizar un manual de mantenimiento y de operaciones, para dar a conocer a los operarios el manejo del prototipo de máquina.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

Dulces San Juan ubicada en San Juan de Pasto en el departamento de Nariño. “Con una proyección de población de 455.678 habitantes (2018)” (DANE, 2018). Esta es una empresa dedicada a la producción de dulces típicos de Nariño tales como: almendras de leche, cocadas, dulces de panela con maní, alfajores, dulces gruesos y moncaibas, esta empresa cuenta con 4 empleados, los cuales realizan diferentes funciones, un contador, ingeniero de alimentos y dos empleados dedicados a la producción de los diferentes dulces. En esta zona hay 3 empresas que producen dulces artesanales de forma manual, esto quiere decir que el nivel de producción de las empresas es similar, en este caso, el prototipo de máquina propone beneficios a la empresa Dulces San Juan, elevando su nivel de producción y mejorar en el proceso y dejando espacio para mejorar en otros aspectos de empresa. Los sectores a los cuales la empresa distribuye sus productos finales, son las tiendas y los supermercados, y con tendencia en proceso de distribuir a escenarios como panaderías que requieran los productos, comercializadora propia.

4.2 MARCO TEÓRICO

Las almendras de leche son elaboradas principalmente con leche entera y azúcar, también hay otros ingredientes que son importantes para darle más textura y se preserve en buen estado. En el proceso de elaboración de este tipo de dulces se maneja por etapas, las cuales son:

Etapas 1. Almacenamiento: En esta etapa se recibe la leche entera y se la almacena en marmitas a temperaturas de 3 a 5 °C, para luego realizar el proceso de pasteurización.

Etapas 2. Mezcla: A la leche que ya está pasteurizada se le agregan los ingredientes sólidos como el bicarbonato, azúcar y glucosa, para neutralizar la acidez y el producto no salga arenoso (la mezcla tiene una textura de pequeñas bolitas de masa); acto siguiente, se hace el proceso de mezcla para lograr un estado de caramelizarían de la masa.

Etapas 3. Evaporación: En esta etapa se hace la cocción. El agua se evapora, los azúcares se concentran en la leche y donde se caramelizara la masa, aproximadamente lleva de 2 horas y



media a 3 horas este proceso.

Etapa 4. Enfriamiento: Se extrae el dulce de leche de las marmitas y se lo lleva a unas bandejas para enfriarse y así proceder con el proceso de moldeo.

Etapa 5. Moldeo: Al dulce de leche se lo moldea de forma manual, para así tener una mezcla más homogénea y maciza.

Etapa 6. Porcionado: Al tener la mezcla se secciona en tamaños de 9 cm de diámetro para generar una tira cilíndrica de 30 cm, esta se ubica encima de un separador de alambres y se extraen tramos de 2.5 cm a 3 cm que es la medida de separación de los alambres, al tener estos pedazos se enrollan y se hacen esferas de estos mismos tamaños, se les adiciona canela, luego se mezcla para que la masa quede con azúcar, después se troquea y se le da la forma de la almendra.

Con el prototipo de máquina porcionadora los pasos de las etapas 5 y 6 se pueden realizar en menor tiempo. En la etapa 5 de moldeo, no es necesario dejar la mezcla tan maciza porque el diseño del prototipo permite realizar movimientos de moldeo por medio de una extrusora que lleva la mezcla hacia el proceso de porción. En la etapa 6 en el diseño del prototipo, se tienen en cuenta todos los parámetros para la división o porción de la mezcla para obtener la forma de almendras de leche, por medio de un sensor el cual percibe la masa y una cuchilla, se encarga de separar la masa en porciones, lo anterior se resume en la ilustración 1 fuente de esta investigación.



LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Recepción Una vez que la leche cruda es receptada es sometida a pruebas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas; la cual debe cumplir con las Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9:2012.

Los principales análisis que se deben realizar son: Temperatura, densidad, acidez, sólidos totales entre otros; es necesario siempre llevar un control estadístico de los respectivos análisis como forma preventiva.

Filtración Antes de entrar al proceso de calentamiento es necesario eliminar cualquier tipo de partículas visible en la leche por lo que se puede utilizar una malla de acero inoxidable con el objetivo de retener dichas partículas.

Neutralización: Si la leche presenta una acidez alta se debe agregar el bicarbonato de sodio lo cual permite un medio neutro en la leche, es necesario agregarlo antes de empezar el proceso de calentamiento. La acidez es medida en grados Dornic y expresada en ácido láctico, asumiendo en este proyecto que la

leche presenta una acidez de 18°D

Calentamiento y concentración. El calentamiento y la concentración se realizan en un recipiente de acero inoxidable con una capacidad de 105 litros, utilizando como medio calefactor vapor donde la leche es sometida a temperaturas desde 70°C hasta 103°C con el fin de evaporar cierta cantidad de agua hasta alcanzar una medición de 68 a 70°brix. Antes de que empiece la evaporación se agrega el azúcar en la leche para lo que es necesario una agitación constante para una buena homogeneización, a medida que pasa el tiempo el manjar irá obteniendo su color característico (marrón) debido a la reacción de Maillard, y mediante un refractómetro determinando el punto final de la concentración; luego se agrega el sorbato de potasio para su conservación.

Enfriamiento y envasado El recipiente enchaquetado reemplaza el vapor por agua fría la cual puede tener una temperatura de 27°C con el fin de enfriar el manjar de 103°C a 50°C para ser vertido en la máquina dosificadora evitando la contaminación del producto. Se recomienda un enfriado rápido para impedir la formación de cristales en la producción.

Para este producto se utiliza envases de polietileno de alta densidad debido a la resistencia que presenta al calor al momento de ser envasado, en esta ocasión tendrá presentaciones de 250 g obteniendo un total de 200 envases.

Almacenado: Se conserva a temperatura ambiente, en lugares frescos y libres de humedad.

Control de calidad Una vez almacenado el producto pasa por un tiempo de cuarentena en el que es necesario realizar un análisis físico-químico, microbiológico y organoléptico

Etiquetado La etiqueta debe especificar sus componentes principales, así mismo debe llevar la notificación sanitaria lo que garantiza que el producto esté en óptimas condiciones, además debe tener su respectiva fecha de elaboración y vencimiento, ya que el manjar tiene un tiempo de vida útil de 3 meses a partir de su elaboración

Equipos Para producción del manjar de leche se utiliza equipos y herramientas de preferencia en acero inoxidable para proteger la inocuidad del alimento

Recepción Tanque de recepción, mesa de trabajo, refractómetro (medición de brix), termómetro, balanza analítica, refrigerador (en caso de no procesar en ese momento la leche), Filtro o malla en acero inoxidable.

Cuadro 1. Proceso de fabricación dulce de leche (Villegas, 2016)

4.3 CONCEPTOS DE DISEÑO

Identificar los requisitos de los Clientes o Usuarios

La empresa está dedicada a la producción de dulces típicos de Nariño tales como: dulce de almendra, cocadas, dulces de panela con maní, alfajores, dulces gruesos y moncaibas; desde el inicio el conocimiento empírico se fue reforzando con formación profesional para mejorar el producto; empezando con pocos empleados, los cuales realizan diferentes funciones.

La empresa se dedica a la producción de dulces artesanales

de forma manual, y es allí el talón de Aquiles en la producción. En las labores de la empresa hay procesos correspondientes a la fabricación de dulce de almendras, estos manejan etapas, en las cuales es necesaria la máquina.

Análisis del proceso y del producto

En la ilustración 1 se visualiza el diagrama de flujo de la elaboración del dulce de almendra de leche. Se evidencia la planificación para la obtención de alimentos del producto final. La máquina se encarga de las funciones moldeo y porcionado.

Condiciones de entrada de la materia prima

La planta de elaboración de dulces San Juan debe organizarse con las dependencias necesarias para la producción, la materia prima debe estar en condiciones libres de impurezas e higiénicas de fabricación, a la vez considerar las condiciones generales sanitarias de elaboración de alimentos, para mayor información ver norma sanitaria de manipulación de alimentos luego pasa al proceso de medición volumétrica, de acuerdo a la cantidad de material a producir del día. Los materiales secundarios ingresan a la marmita en un recipiente a parte antes de iniciar el proceso de mezclado con la masa.

Condiciones de salida del producto

Evaporación: El agua se evapora, los azúcares se concentran en la leche y se produce la caramelización, aproximadamente lleva de 2 horas y media a 3 horas este proceso, de lo deja enfriar en unas bandejas de enfriamiento, posteriormente pasa a la etapa de moldeo, así tener una masa homogénea de porciones iguales se secciona en tamaños de 9 cm de diámetro para generar una tira cilíndrica de 30 cm, esta se ubica encima de un separador de alambres y se extraen tramos de 2.5 cm a 3 cm que es la medida de separación de los alambres, al tener estos pedazos se enrollan y se hacen esferas de estos mismos tamaños, se les adiciona canela, luego se mezcla para que la masa quede con azúcar, después se troquela y se le da la forma de la almendra.

Análisis Funcional

Con el prototipo de máquina porcionadora, al tener la mezcla en las bandejas de enfriamiento, se la deposita en la máquina la cual se llenará en la etapa 5 de moldeo, no es necesario dejar la mezcla tan maciza porque el diseño del prototipo permite realizar movimientos de moldeo por medio de una extrusora que lleva la mezcla hacia el proceso de porcionado. por acción de un tornillo sin fin transporta la masa por un ducto en el cual se secciona en tamaños de 9 cm de diámetro para generar una tira cilíndrica de 30 cm, esta se ubica encima de un separador de alambres y se extraen tramos de 2.5 cm a 3 cm que es la medida de separación de los alambres, al tener estos pedazos se enrollan y se hacen esferas de estos mismos tamaños, se les adiciona canela, luego se mezcla para que la masa quede con azúcar, después se troquela y se le da la forma de la almendra, los pasos de las etapas 5 y 6 se agilizan 6 veces en tiempo del proceso manual. En la etapa 6 en el diseño del prototipo, se tienen en cuenta todos los parámetros para la división o porcionado de la mezcla para obtener la forma de almendras de leche, por medio de un sensor el cual percibe la masa, acto siguiente se activa una cuchilla la cual se encarga de separar la masa en porciones.



Ilustración 1. Análisis funcional (esta investigación)

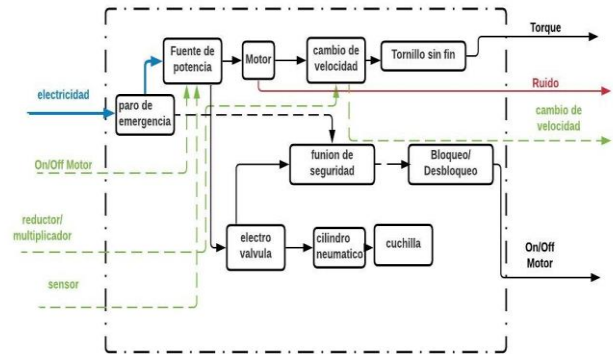


Ilustración 2. Análisis funcional (esta investigación 2020)

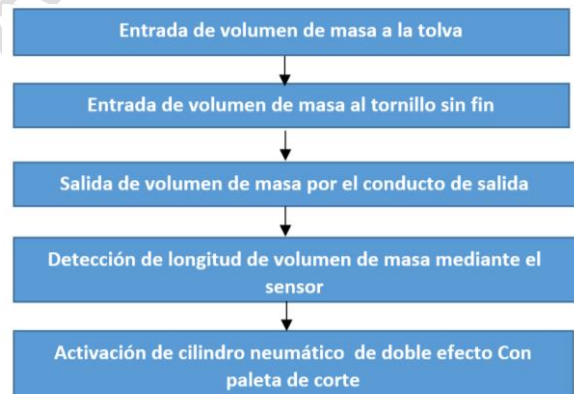


Ilustración 3. Análisis funcional

Requerimientos de diseño

Tipo de usuario: El operario

Tipo de resultado: El prototipo de máquina porcionadora debe ser capaz de hacer la recepción de la mezcla del dulce de almendra de leche y mediante movimientos del extrusor pueda generar moldeo llevando la mezcla por un ducto hacia el proceso de porcionado.

Objeto: El extrusor con su facultad intrínseca moldea la masa y la conduce por un ducto en una forma dosificada adecuada que porcina.

Complemento: Oprime y conduce la masa para una correcta dosificación



Contener paro de emergencia: Se analiza la importancia de un botón de paro de emergencia para situaciones de seguridad

Límite de velocidades: Debe existir una nivelación entre la velocidad de la extrusión y el sistema de corte.

4.4 MARCO LEGAL

TÍTULO AUTOR AÑO NORMA ITEMS

Norma sanitaria de manipulación de alimentos

AUTOR

Icontec internacional, ministerio de comercio, industria y dirección de turismo, SENA, Acoadres

AÑO

2017

NORMA

NTS-USNA sectorial Colombia 007

ITEMS

Manipulación de alimentos; norma sanitaria; requisitos sanitarios; inocuidad alimentaria.

TÍTULO

DECRETO 3466 DE 1982

AUTOR

El presidente de la República de Colombia disposiciones.

AÑO

1982

NORMA

Decreto

ITEMS

Por el cual se dictan normas relativas a la idoneidad, la calidad, las garantías, las marcas, las leyendas, las propagandas y la fijación pública de precios de bienes y servicios, la responsabilidad de sus productores, expendedores y proveedores, y se dictan otras

TÍTULO ley 170 Magistrado

AUTOR

Sustanciador: Dr. JORGE ARANGO MEJÍA.

AÑO

1994

NORMA

Ley

ITEMS

Colombia se adhirió a los “Acuerdos de la Organización Mundial del Comercio”, el cual contiene, entre otros, el “Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio” y el “Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias”, que reconoce la importancia de que los países miembros adopten medidas necesarias para la protección de los intereses esenciales en materia de seguridad de todos los productos, comprendidos y los industriales.

TÍTULO

RESOLUCIÓN 683 DE 2012

AUTOR

La Ministra de Salud y Protección Social

AÑO

2012

NORMA

Decreto

ITEMS

Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano.

TÍTULO RESOLUCIÓN NÚMERO 005109 DE 2005

AUTOR

El ministro de la Protección Social

AÑO

2005

NORMA

Resolución

ITEMS

Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

TÍTULO Resolución número 719 de 2015

AUTOR

Ministerio de salud y protección social

AÑO

2015

NORMA Resolución

ITEMS

Establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo al riesgo para la salud pública que estos pueden presentar.

TÍTULO ISO 22000

AUTOR

AÑO

Renovación 2019

NORMA

Norma

ITEMS

La norma ISO 22000 representa los estándares de seguridad alimentaria que debe tener cada país tanto desarrollado como en vía de desarrollo. Estas normas les permiten a los países definir las características de las normas de sus productos y servicios para satisfacer las expectativas de la industria.

TÍTULO NTC 1560

AUTOR

ICONTEC

AÑO

2017

NORMA



NORMA ITEMS

Se encarga de verificar los tipos de aceros utilizados para la fabricación de estructuras.

4.5 TECNOLOGÍAS EXISTENTES

ILUSTRACIÓN



Ilustración 6servopack con tolva y banda

NOMBRE

SERVO PACK CON TOLVA Y BANDA

DESCRIPCIÓN

Es una máquina con dosificador para volumen sin fin de masa en polvo, puede empaquetar 70 bolsas de producto por minuto con capacidad en dosificado de 2 kilogramos.

5.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación del programa de ingeniería mecánica de la Corporación universitaria Autónoma de Nariño, la cual el prototipo de máquina está enfocado es, DISEÑO DE MÁQUINAS O EQUIPOS INDUSTRIALES, siguiendo también la línea de investigación institucional DE DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Diseño de máquinas o equipos industriales

Las labores desempeñadas en la empresa dulces San Juan se mantenían con procesos manuales que afectaban el rendimiento de la producción del dulce de almendra, desde esa dificultad se proyecta tecnificar etapas para aumenten su rendimiento; con el diseño y construcción del prototipo de máquina porcionadora de dulce de almendra se mejorará la producción de este dulce en la empresa, ya que se fabricarán más dulces en menor tiempo, la máquina no tendrá un costo muy alto por el tamaño reducido de la misma.

5.2 ENFOQUE

Las herramientas de recolección de información están encaminadas en buscar crecimiento de la empresa y brindar un amplio escenario de acción para ayudar de una forma estratégica. Desde la naturaleza de los datos se resalta el carácter cualitativo, se inicia al entrar en contexto de familiaridad con la empresa, saber el movimiento cotidiano del trabajo, y analizando los temas particulares por competencias en los trabajadores para descartar sabotaje interno, posteriormente se analizan cifras ya en el contexto monetario y de producción con los equipos actuales.

Se pone en práctica el análisis por competencias la cual es una estrategia para saber ¿cómo actuar en el ambiente competitivo en las ventas en el sector de dulces artesanales?, el primer paso está en el reconocimiento del entorno y sus competidores, para mejorar las estrategias, proponer mejores objetivos y analizando fortalezas y debilidades en la empresa, orientando los esfuerzos en mejorar en el crecimiento de las opciones del mercado competitivo en la ciudad de pasto.

Por otra parte, los aspectos más relevantes se basan en el conocimiento sobre sus productos, fabricación, precios, publicidad y distribución, ya que se debe guardar el estilo propio de lo artesanal, sin el cambio visible de la producción.

En la entrevista realizada se evidencia el punto de vista del productor y brinda información importante para concluir la propuesta adecuada de solución del problema, que es mejorar en la producción la etapa de uniformidad y dosificado del dulce de almendra de leche, se requiere que la masa producida sea aprovechada al máximo sin tener pérdidas tanto para el productor como al consumidor, con un método confiable que le asegure al propietario mayor rendimiento, garantizando estabilidad de producción en aras de crecimiento económico de la empresa.

5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación experimental brinda al proyecto la aplicabilidad de ingeniería posterior a la observación, da la posibilidad de comprobar y analizar el desempeño de la investigación al implementar una máquina para el beneficio del productor; Los cálculos nos ofrecen un escenario anterior a la construcción para anticipar errores y están sujetos a cambios de mejoras, acto siguiente se analiza el desempeño, cuando esté construido el prototipo, se verifica si al tecnificado cumple con los resultados esperados y mejora en todo sentido el trabajo manual.

5.4 MÉTODO

Esta investigación tiene un método cuantitativo que de forma subjetiva logra desarrollar un enfoque cualitativo, debido a que se realizara diferentes técnicas de recolección de información, como lo son: Las encuestas y la entrevista; se practicará como justificación de la investigación y tener conocimiento acerca de la producción anual, variedad de productos, y la utilidad actualmente presentada etc.



5.5 VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Cantidad de masa que se vierte en la tolva
- Velocidad del motor trifásico
- Sensor de proximidad capacitivo CR18-8AC

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Velocidad de tornillo sin fin
- Cilindro neumático doble efecto
- Tamaño de las porciones de dulce de almendra

5.6 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO

5.6.1 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN

La población objeto, son las empresas fabricantes de dulces artesanales de la ciudad de Pasto a las que Dulces San Juan, el número de población es de 6 empresas, mirando el panorama de estudio del nivel competitivo de las empresas de la ciudad podremos obtener mejores soluciones encaminados al progreso de la empresa.

DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Elementos de población estadística es 6 empresas en la ciudad de Pasto

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población

σ = Desviación estándar, si no se tiene un valor, se usa una constante de 0.5

Z = Valor constante de nivel de confianza. En este caso es el 95% de confianza que equivale a 1.96

e = Error muestra aceptable, su valor varía entre el 1% (0.01) y el 9% (0.09), a criterio del encuestador

Se reemplaza ecuación (1).

$$n = \frac{(6)(0.5)^2(1.96)^2}{(6-1)(0.01)^2 + (0.5)^2(1.96)^2} = 5.85 \approx 6$$

La muestra a la cual debe aplicarse la encuesta es a 6 empresas o clientes.

Para el proyecto se implementará la entrevista como una herramienta de fácil uso; al momento de entablar una conversación, se ha formulado preguntas a la propietaria de la empresa con un acuerdo anticipado de intereses con el propósito de encontrar la mejor solución para la empresa y obtener mayor rendimiento en la producción.

La fabricación manual es un método que sirve, pero no es lo suficientemente productivo, la información nos dio una base

para entender que es necesario automatizar los procesos de fabricación del dulce de almendra y junto con los propietarios observamos debilidades y fortalezas, para encontrar una solución adecuada.

6. ELEMENTOS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL

6.1 RECURSOS FÍSICOS Y TÉCNICOS

Recursos físicos: para la construcción del prototipo de máquina porcionadora se cuenta con el taller de la misma empresa.

Recursos técnicos:

- Herramientas manuales: Medidor de ángulos, calibrador, metro, multímetro, llaves inglesas, destornilladores.
- Maquinas, programas: Torno, cortador plasma CNC, software de diseño, equipo de soldadura, dobladora, pulidora, taladro, cizalla.

6.2 TALENTO HUMANO

Conformado por asesor técnico, asesor metodológico, investigadores, diseñador mecánico, ingeniera en alimentos.

6.3 PRESUPUESTO



Presupuesto general

Elementos	Unidades	Valor unidad	Valor total
Impresiones	6	100	600
Transporte	4	5.000	20.000
Total			20.600

Cuadro 1. Presupuesto general (Esta investigación)

Presupuesto técnico

Elementos	Unidades	Valor unidad	Valor total
Lamina de acero inoxidable 304 calibre 18 de 1.22 x 1 metro	1	\$ 240.000	\$ 240.000
Lamina de acero inoxidable 304 calibre 12 de 30cm x 60cm	1	\$ 90.000	\$ 90.000
Lamina de acero inoxidable 304 calibre 1/4 de 27.5mm x 22 mm	1	\$ 96.000	\$ 96.000
Tubo de acero inoxidable de 4 pulgadas de 70cm	1	\$ 18.000	\$ 18.000
Corte arandelas para tornillo sin fin	10	\$ 8.000	\$ 80.000
Eje de acero inoxidable de 3/4" x 70cm de largo	1	\$ 68.000	\$ 68.000
Piñones de dientes	45	\$ 75.000	\$ 150.000
Cadena de rodillo	1	\$ 102.900	\$ 102.900
Chumaceras con soporte con rodamiento	4	\$ 14.000	\$ 56.000
Chumaceras Fy	2	\$ 28.900	\$ 57.800
Tornillos hexagonales 1/4 x 3/4	25	\$ 2.900	\$ 72.500

Actividades	Encargados	TIEMPO EN MESES Y SEMANAS																		
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11								
Estudio del arte de dulce de almendra	Yuliana Montilla, John Inguilan	█	█																	
Análisis de optimización de procesos de fabricación	Yuliana Montilla, John Inguilan	█	█																	
Análisis y diseño de máquina orcionada de dulce de almendra	Yuliana Montilla, John Inguilan			█	█	█	█	█	█											
Cálculos del prototipo de la máquina orcionada de dulce de almendra	Yuliana Montilla, John Inguilan			█	█	█	█	█	█											
Simulaciones del prototipo de la máquina orcionada de dulces	Yuliana Montilla, John Inguilan					█	█	█	█											
Construcción del prototipo de la máquina orcionada	Yuliana Montilla, John Inguilan									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

6.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVOS

7 CRITERIO DE EVALUACIÓN

El nivel de importancia para el análisis del proyecto se lo ha designado como, 1 no contiene importancia su análisis y 5 con el nivel de importancia estrictamente alto, en los cuales es necesario y menester el refuerzo a las actividades prioritarias del trabajo en la empresa.

No	Necesidad	Medida	Importancia
1	Aumentar nivel de producción	Prototipo de máquina para optimizar el proceso	5
2	Agilizar los procesos manuales que requiera automatización	Automatizar los procesos	5
3	Mejorar las condiciones de trabajo para los operarios	Trabajo con menos esfuerzos físicos	3
4	Herramientas o máquinas de fácil manejo y con ergonomía para las labores de los operarios.	Fácil manejo, adaptabilidad de área de trabajo y ergonomía.	5
5	Disminuir el nivel de ruido	Utilización de carcasa en la máquina y canalizar por tubería desde la zona de almacenaje el compresor.	4

Cuadro 10. Necesidades- medida de diseño y su importancia relativa (Esta investigación)

Desempeño relativo	Calificación
No contiene importancia su análisis	1
importante el análisis bajo	2
Importancia de análisis medio	3
Importancia de análisis alto	4
Importancia de análisis estrictamente alto	5

Cuadro 10. Evaluaciones por desempeño relativo (Esta investigación)

7.1 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

Un buen análisis de las posibilidades de solución es muy importante, hay que tomar la opción que realice el trabajo bien y si es posible con diseño sencillo.

MATRIZ MORFOLÓGICA				
FUNCIÓN Y SUBFUNCIÓN	A	B	C	D
Inicio del proceso	Motor trifásico 	Potencia manual 	Motor gasolina 	Motor diésel
Material	Aluminio 	Acero inoxidable 	Latón 	Acero de carbón
Ingreso del producto	Banda transportadora 	Tolva 	Manual 	
Trasmisión de movimiento	Por banda 	Piñones 	Cadena 	
Tipo de corte	Navaja de hierro 	Navaja plástica 	Navaja aluminio 	Navaja de teflón
Tipo de homogeneidad	Molino de martillos 	Tornillo sin fin 	Molino de bolas 	Molino de rodillos

Sensor	Sensor de proximidad capacitivo CR18-8AC 	Sensor de movimiento 	Temporizador 	PLC
Ejecución de corte	Cilindro neumático MAL – 16mm 	Leva 	Biela 	Servomotor

7.2 BOCETOS

En el boceto se identifica los sistemas en el prototipo de máquina, como también los elementos que los componen.

Al prototipo lo compone una tolva, en la cual, la masa es agregada para luego recibirla el tornillo sinfín que se encarga de mezclar y transportar la masa hacia un orificio, donde un sensor se activa al percibir la masa, éste acciona un cilindro neumático, que tiene ensamblado un disco de corte de teflón, el cual se encarga de dividir la masa en tamaños iguales.

Las dimensiones aproximadas del prototipo de máquina son: largo 76 cm, ancho 38 cm y alto 50 cm. El prototipo no es muy grande por el espacio reducido de la empresa Dulces San Juan.

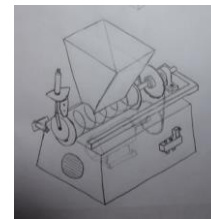
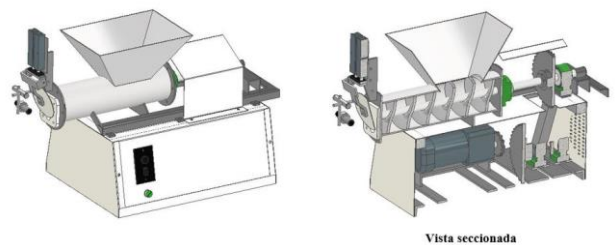


Ilustración 1. Boceto



Vista seccionada

Ilustración 2. Vistas de prototipo de máquina porcionadora de dulce de almendra



2.15 g/cm³

Fórmula para encontrar el volumen

$$V = m / \rho \quad (2)$$

Donde:

V = Volumen

m = Masa

ρ = Densidad

$$\rho = 2.15 \text{ g} / [\text{cm}]^3$$

$$m = 20 \text{ libras}$$

Se reemplaza los datos de densidad y masa en la ecuación (2) para encontrar el volumen.

Se hace la conversión de 20 libras a gramos.

$$m = 20 \text{ libras} * (453.5929 \text{ g}) / (1 \text{ libra}) = 9071.85 \text{ g} \quad (3)$$

$$V = 9071.85 \text{ g} / (2.15 \text{ g} / [\text{cm}]^3) = 4219.46 [\text{cm}]^3 \quad (4)$$

Con el volumen y algunas especificaciones del dueño de la empresa, se obtiene las dimensiones de la tolva. La forma de la tolva es truncada por lo cual se le dio las siguientes dimensiones:

$$\text{superior} = 30 \text{ cm} * 21 \text{ cm}$$

$$\text{inferior} = 7.5 \text{ cm} * 11.5 \text{ cm}$$

$$\text{altura} = 13.5 \text{ cm}$$

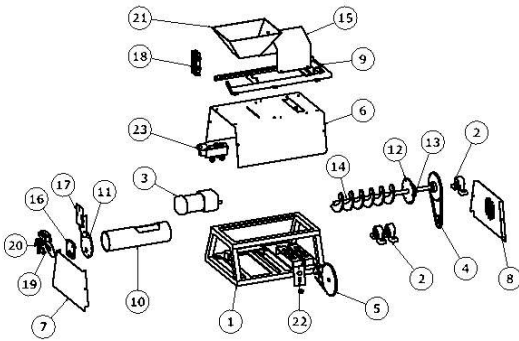


Ilustración 1. Lista de partes de prototipo de máquina porcionadora de dulce de almendra

LISTA DE PARTES		
ITEM	CANTIDAD	NOMBRE
1	1	Chasis
2	3	Chumacera adentro
3	1	Motor 120 Watios
4	1	Piñón Conductor
5	1	Piñones motores
6	1	Cuerpo lamina base
7	1	Tapa frontal base
8	1	Tapa Posterior base
9	1	Soporte cilindro base
10	1	Tubo 4 pulgadas
11	1	Planchuelas tubo
12	1	Planchuelas tubo posterior
13	1	Chumacera 25 mm
14	1	Ensamble eje y arandelas sin fin
15	1	Protector piñón sin fin
16	1	Tapa teflón
17	1	Soporte doble cilindro
18	1	Cilindro doble 16 x 50
19	1	Ensamble corte
20	1	Ensamble sensor
21	1	Molde tolva nuevo
22	1	Control
23	1	Electro válvula

Descripción del boceto

Tolva funciona como recipiente y canal para llevar el volumen de la masa al tornillo sinfín.

Sensor: su uso es llevar los datos de longitud y dar la orden de activación al cilindro neumático.

Cilindro neumático: este es el encargado de realizar el movimiento de ascendente o descendente de su embolo el cual lleva la cuchilla, después de ser activado por el sensor.

Paleta de corte: esta al final del cilindro neumático y hace la labor de corte de la masa al pasar por el tornillo sinfín.

Motor: es el accionante del tornillo sinfín mediante el movimiento de transmisión de potencia.

DISEÑO DEL DETALLE

Cálculos primer proceso: Entrada de volumen de masa a la tolva

Tolva.

Para el cálculo de las dimensiones de la tolva, se comienza por la cantidad de masa que se trabaja en la empresa Dulces San Juan, en este caso es de 20 libras, para conocer el volumen se tiene la densidad de la masa con todos sus componentes igual a

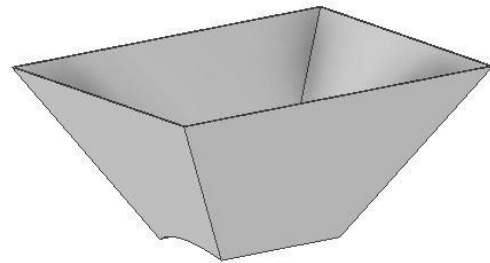


Ilustración 16. Tolva forma truncada

Cálculo de volumen de la tolva.

$$V = h/3 * (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 * A_2)}) \quad (5)$$

Donde:

h=Altura

A₁=Area superior de tolva

A₂=Area inferior de tolva

Se reemplaza en la ecuación (5), con las dimensiones de la tolva.



Para el largo del tubo, se calcula con el volumen aproximado. (Edwin J. Purcell, 2007)

$$h=13.5\text{cm}$$

$$A_1=30\text{ cm}\cdot 21\text{cm}=630\text{ [cm]}^2$$

$$A_2=7.5\text{cm}\cdot 11.5\text{cm}=86.25\text{ [cm]}^2$$

$$V=13.5\text{cm}/3\cdot(630\text{ [cm]}^2+86.25\text{ [cm]}^2+\sqrt{(630\text{ [cm]}^2\cdot 86.25\text{ [cm]}^2)})=4272.09\text{ [cm]}^3$$

Cálculos segundo proceso: Entrada de volumen de masa al tornillo sin fin

Cilindro de sinfín.

La cantidad de producto que se trabaja en el tornillo sinfín es aproximadamente la mitad de la cantidad que se ingresa a la tolva, no es la misma. Para el cálculo del diámetro y el largo del cilindro se conoce el volumen de la masa que se quiere trabajar.

Volumen de masa que se ingresa a la tolva:

$$V_m=4272.09\text{ [cm]}^3\text{ (6)}$$

Mitad de volumen de masa que se ingresa en la tolva:

$$V_{mt}=(4272.09\text{ [cm]}^3)/2=2136.045\text{ [cm]}^3\text{ (7)}$$

Dimensiones del cilindro.

Para seleccionar el diámetro del cilindro se tiene en cuenta la mitad del volumen que se ingresa en la tolva, ecuación (7), el cual es el volumen aproximado que debe ingresar en el cilindro.

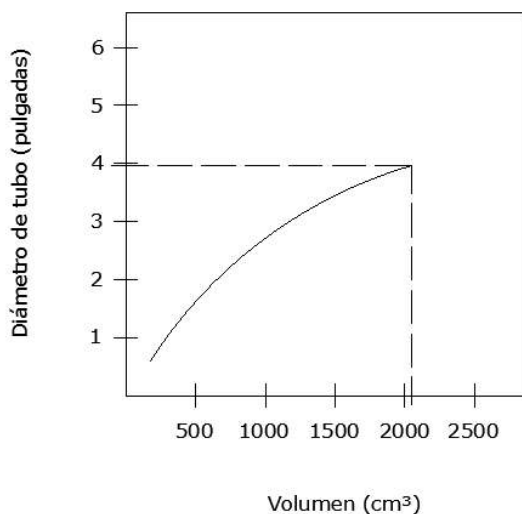


Ilustración 17. Selección de diámetro exterior de tubo, curva de capacidad de transporte de masa.

En la ilustración 17 se muestra la curva de capacidad de transporte de masa dependiendo el diámetro de tubo, en el volumen se selecciona la cantidad de la ecuación (7), para así cortarse con la curva y seleccionar el diámetro de tubo apropiado.

Aproximadamente es un tubo redondo de acero inoxidable 4 pulgadas calibre 16, diámetro interno de 95.6 mm. (Inoxidables, s.f.)

$$V=\pi\cdot r^2\cdot h\text{ (8)}$$

Donde:

V = Volumen del cilindro

r = Radio

h = Altura o largo

Se despeja la altura de la ecuación (8)

$$h=V/(\pi\cdot r^2)\text{ (9)}$$

Se reemplaza la ecuación (9)

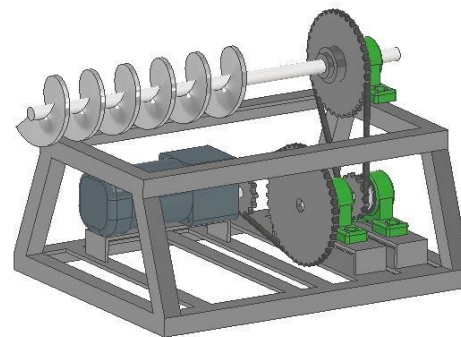
$$h=(2136.045\text{ [cm]}^3)/(\pi\cdot [(4.78\text{cm})]^2)=29.75\text{cm}$$

Para obtener mayor volumen, se extiende el largo del tubo a 35 cm

Para determinar el volumen del tubo, reemplazamos en la ecuación (8) los datos obtenidos:

$$V=\pi\cdot(4.775\text{cm})^2\cdot 35\text{cm}=2507.059\text{ [cm]}^3$$

Sinfín.



Ilustración

18. Sistema tornillo sinfín

La característica del tornillo sin fin es principalmente el traslado y manipulación de productos o materiales, este tornillo está formado por hélices y eje.

Hay varios tipos de hélices de acuerdo al tipo de material que va a transportar, en el caso de la porcionadora se usa hélice de pequeño paso, como muestra el siguiente cuadro.



D = Diámetro del tornillo del transportador

Tipo de hélice	Tipo de material para transportar / Aplicación	Figura
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	

Cuadro 1 Tipo de hélice (Antonio Miravete, 1996)

También se tiene en cuenta la velocidad de giro del tornillo, para esto se necesita conocer el diámetro del tornillo y el tipo de material que va a transportar.

“Materiales de Clase I: son principalmente materiales pulverulentos, no abrasivos, que tienen un peso específico que se sitúa entre 0,4 - 0,7 t/m³ aproximadamente, y que fluyen fácilmente”. (Antonio Miravete, 1996)

Para el diámetro externo del tornillo sin fin, se reduce 0.5 milímetros radial (1 milímetro diametral) al diámetro interno del tubo (95.6 mm)

$$D_{\text{sinfin}} = 95.6 \text{ mm} - 1 \text{ mm} = 94.6 \text{ mm}$$

Diámetro del tornillo (mm) Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)

Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70
200	160	110	80	65
300	140	100	70	60
400	120	90	60	55
500	100	80	50	50
600	90	75	45	45

Cuadro 11. Velocidad de giro (Antonio Miravete, 1996)

EL material transportado es de clase 1 y el diámetro del tornillo es de 94.6 mm, se lo aproxima a 100 mm, teniendo en cuenta en el cuadro 11, la velocidad de giro que se obtiene en este caso es 180 rpm.

Paso del tornillo sin fin.

Generalmente el paso es la mitad del diámetro del tornillo.

$$p = 94.6 \text{ mm} / 2 = 47.3 \text{ mm} \quad (10)$$

Área del relleno (S).

Es necesario el área de relleno porque es la que va a ocupar la masa que el tornillo sin fin transporta.

$$S = \lambda * (\pi * D^2) / 4 \quad (11)$$

Donde:

S = Área de relleno del transportador

λ = Coeficiente de relleno de la sección

Para el área de relleno se tiene en cuenta el coeficiente según el tipo de carga, el cual se observa en el cuadro 12.

Tipo de carga	Coeficiente de relleno, λ
Pesada y abrasiva	0,125
Pesada y poco abrasiva	0,25
Ligera y poco abrasiva	0,32
Ligera y no abrasiva	0,4

Cuadro 1. Coeficiente de relleno (Antonio Miravete, 1996)

Como la carga es ligera y no abrasiva, el coeficiente de relleno es 0.4, se reemplaza en la ecuación (11) para conocer el área de relleno.

$$S = 0.4 * (\pi * [94.6 \text{ mm}]^2) / 4 = 2811.46 [\text{mm}]^2$$

Velocidad del desplazamiento del transportador (v).

Velocidad con la que el sin fin mueve el material, con este dato se conoce el flujo del mismo.

$$v = (p * n) / 60 \quad (12)$$

Donde:

v = Velocidad del desplazamiento del transportador

p = Paso de tornillo o paso de hélice

n = Velocidad de giro del eje de tornillo

Se reemplaza datos en la ecuación (12)

$$v = (47.3 \text{ mm} * 180 \text{ rpm}) / 60 = 141.9 = 0.1419 \text{ m/s}$$

Flujo del material (Q).

La capacidad de transporte de un tornillo sin fin es necesario, para conocer la potencia del motor.

$$Q = 3600 * S * v * \rho * i \quad (13)$$

Donde:

Q = Flujo del material

S = Área de relleno del transportador

v = Velocidad del desplazamiento del transportador

p = Paso de tornillo o paso de hélice

i = Inclinación del tornillo

En el cuadro 13 se muestra los distintos coeficientes según la inclinación del tornillo.

Inclinación del tornillo	0°	5°	10°	15°	20°
i	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Cuadro 1. Coeficiente de inclinación de tornillo (Antonio Miravete, 1996)

Teniendo en cuenta el cuadro 13, el coeficiente de inclinación es 1, porque el tornillo sin fin está ensamblado horizontalmente, sin ninguna inclinación.

Se reemplaza el flujo de material de la ecuación (13).



$$Q=3600*(2.81146*[[10]]^{(-3)}) m^2*0.1419 m/s*2.15 t/m^3$$

$$*1=3.0878 t/s=11.1132*[[10]]^3 th$$

Potencia para desplazamiento horizontal (PH).

La potencia que se necesita para el desplazamiento horizontal, en este caso no tiene ángulo de inclinación.

$$P_H (KW)=co (Q*L)/367 (14)$$

Donde:

P_H = Potencia para desplazamiento horizontal

co = Coeficiente de resistencia del material

Q = Flujo del material

L = Longitud del tornillo

Para elegir el coeficiente de resistencia, conocemos el tipo de material a transportar

Tipo de material Valor de c0

Harina, serrín, productos granulados 1,2

Turba, sosa, polvo de carbón 1,6

Antracita, carbón, sal de roca 2,5

Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena 4

Cuadro 14. Coeficiente de resistencia del material (Antonio Miravete, 1996)

La masa, al tener propiedades similares a la acilla o yeso, se elige un coeficiente de 4, como se muestra en el cuadro 14. En la ecuación (14), se reemplazan datos:

$$P_H (KW)=4*((11.1132*[[10]]^3 th)*0.35m)/367=42.393 KW$$

Potencia de accionamiento del tornillo en vacío (PN).

Potencia para mover el tornillo sin fin, sin el material o producto.

$$P_N (KW)=(D*L)/20 (15)$$

Donde:

P_N = Potencia de accionamiento del tornillo

D = Diámetro del tornillo del transportador

L = Longitud del tornillo

Para conocer la potencia de accionamiento se reemplaza la ecuación (15)

$$P_N (KW)=(94.6mm*350mm)/20=1655.5mm=1.655KW$$

Potencia de accionamiento.

Potencia total necesaria para mover el tornillo sin fin junto con el material o producto.

$$P=P_H+P_N (16)$$

Donde:

P = Potencia de accionamiento

P_H = Potencia para desplazamiento horizontal

P_N = Potencia de accionamiento del tornillo

Se reemplaza la ecuación (16)

$$P=42.393 KW+1.655 KW=44.048 KW$$

Cálculos tercer proceso: Salida de volumen de masa por el conducto de salida

“Las porciones de masa para el dulce de almendra tienen de 4 a 6 gramos. Son esferas o bolas de aproximadamente 3 cm”. (Jojoa Meza, 2020)

Cilindro neumático

Para elegir el cilindro neumático adecuado, es necesario conocer la presión que lo alimenta, por recomendación del técnico de la empresa es de 1 mega pascal (Mpa).

Un dato necesario para elegir el cilindro neumático es el diámetro del vástago.

$$A=(\pi*D^2)/4 (17)$$

Donde:

A = Área del vástago

D = Diámetro del vástago

Para encontrar el diámetro del vástago se usa la ecuación (17). (Serra, 2017)

Se despeja diámetro de la ecuación (17)

$$D=\sqrt{(4*A)/\pi} (18)$$

Para encontrar el área del cilindro se utiliza la siguiente ecuación:

$$A=2*\pi*r(r+h) (19)$$

Donde:

A = Área del cilindro

r = Radio de la base del cilindro

h = Altura del cilindro

Se reemplaza los datos en la ecuación (19), para conocer el área

$$A=2*\pi*1.5cm(1.5cm+3cm)=42.411[cm]^2$$

Encontrar el diámetro del vástago, se reemplaza en la ecuación (18)

$$D=\sqrt{(4*42.411[cm]^2)/\pi}=7.348cm$$

Se aproxima el diámetro del vástago a 8 centímetros.

Cuarto proceso: Detección de longitud de masa mediante el sensor

Para la elección del sensor, se tiene en cuenta un sensor de proximidad de acuerdo al diseño elegido, con tipo de alimentación AC y que sea capacitivo. (Flores, 2018)

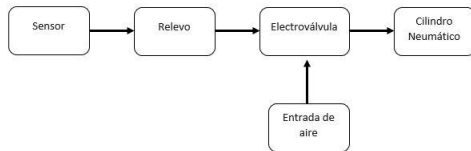


Ilustración 4. Esquema de funcionamiento del cilindro neumático



Ilustración 20. Arandela en lámina inoxidable cortada en laser para más precisión

Las arandelas se las estira usando una prensa, luego de estiradas se suelda para poder darles el paso deseado, ilustración (21).



Ilustración 1. Unión de arandelas con soldadura

Es un proceso largo ya que se debe conseguir el mismo paso en todo el tornillo sin fin. El diámetro de las arandelas debe ser más grandes de lo calculado, porque al soldarlas al eje deben ser rectificadas. Ilustración (22)



Ilustración 1. Rectificación de tornillo sin fin en torno



Ilustración 2. Sin fin terminado

En el ensamble de la cuchilla, lo más importante es la construcción del soporte para el cilindro neumático; se logró fabricar un soporte que no ocupara mucho espacio fuera de la máquina, lo contrario, se instaló el soporte en el tubo o camisa del tornillo sin fin. Ilustración (24).



Ilustración 1. Ensamblaje del cilindro y cuchilla, para el corte de la masa en porciones iguales

La transmisión de movimiento del motor al eje del tornillo sin fin, se logró realizarla con piñones de moto y cadenas; se ensambla en una base con chumaceras y ejes separadamente de la máquina para realizar pruebas y posteriormente ensamblarla en el chasis de la máquina. Ilustraciones (25,26).



Ilustración 1. Piñón conducido ensamblado al eje del tornillo sin fin



Ilustración 2. Piñones conductores, ensamblados al motor

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El prototipo permite realizar movimientos de moldeo y homogeneidad por medio de una extrusora, remplazando eficazmente el procedimiento manual, sin perder su sabor característico.
 - El prototipo, cumple y tiene en cuenta todos los parámetros para la división y dosificación adecuada de la mezcla del producto.
 - El proceso se consiguió un buen resultado la comparativa antes y después es la siguiente; procesos manuales, toma un tiempo de 2 horas con una masa de 10 Kilogramos, aproximadamente 1670 almendras.
- Prototipo realiza es misma cantidad de almendras en un tiempo promedio de 20 a 30 minutos para los 10 kilogramos, aproximadamente 6680 almendras en 2 horas.
- Mantenimiento del prototipo de máquina debe realizarse periódicamente y su diseño es de sencillo acceso esto a su vez evita daños por su fácil reparación.
 - No forzar el rendimiento de producción del prototipo para evitar averías.
 - Operar del prototipo por una persona que conozca el manejo del mismo para evitar inconvenientes con la máquina en la empresa.

Referencias

- Antonio Miravete, E. L. (1996). Transportadores y elevadores. En E. L. Antonio Miravete, Transportadores y elevadores (pág. 448). Zaragoza: Reverté S.A. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html>
- Bautista C., E. (2013). Multipack empacadoras automaticas . Obtenido de Multipack empacadoras automaticas : <http://www.empacadorasmultipack.com/debobinador.html>
- Castro, D. A. (1 de Noviembre de 2016). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y TRANSPORTE DE



MATERIAL SÓLIDO PARA PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO DE LA PLANTA PILOTO TECSOL. Bogotá, Colombia.

DANE. (2018). Estadísticas - Municipio de Pasto . Obtenido de Estadísticas - Municipio de Pasto : <https://www.pasto.gov.co/index.php/nuestro-municipio/estadisticas-municipio-de-pasto>

Díaz, W. V. (29 de Julio de 2008). Diseño y validación de un modelo de extrusora de arcilla. Barranquilla, Colombia.

Edwin J. Purcell, D. V. (2007). Calculo Diferencial E Integral novena edición. En E. J. Purcell, Calculo Diferencial E Integral novena edición (pág. 520). Mexico: Pearson . Obtenido de Aprendizaje de matematicas online: <http://es.onlinemath.com/math/formula/volume/>

Flores, R. (15 de Noviembre de 2018). elvatron. Obtenido de elvatron: <https://www1.elvatron.com/sensores/7-pasos-para-elegir-adecuadamente-el-tipo-de-sensor-para-mi-aplicación>

González, Á. (2014). Tecnología del dulce de leche. Obtenido de ACADEMIA: https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/44106219/Teorico_Dulce_de_Leche_orientado_2014-with-cover-page.pdf

Industrial, I. N. (2017). Elaboración de dulce de leche. Obtenido de Emprendedoras en red: <http://emprendedorasenred.com.ar/wp-content/uploads/2017/02/DULCE-DE-LECHE-2da.-Edicion.pdf>

Inoxidables, C. (s.f.). Cima Inoxidables. Obtenido de Cima Inoxidables: <http://aceroinoxidablee.com/precios-tubo-acero-inoxidable>

Inventario y desarrollo de la tecnología de productos lácteos campesinos en Colombia. (s.f.). Manual de elaboración de dulces y panelitas de leche. Obtenido de Biblioteca digital: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4676/1/195.pdf>

Jojoa Meza, E. (Abril de 2020). Nivel de producción de la empresa Dulces San Juan. (L. Y. Montilla Romo, & J. Inguilan Mueses, Entrevistadores)

Mesa, E. F. (20 de Junio de 2009). Influencia de los parámetros de funcionamiento. Obtenido de UCLV: <http://hdl.handle.net/123456789/316>

Olave, g., Arias Rojas , I., & garcia Cisneros , M. (2014). Como escribir la investigacion academica desde el proyecto hasta la defensa. En I. R. Arias , O. giohanny, & m. garcia cisneros , Como escribir la investigacion academica desde el proyecto hasta la defensa. Bogota.

Oscar Adrian Shingón Collahuazo, G. J. (Julio de 2019). Universidad técnica de Cotopaxi. Obtenido de Construcción de una máquina extrusora para plástico: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5537>

Paredes, A. (30 de abril de 2017). Mecanotecnia. Obtenido de Mecanotecnia: <http://mecanotecnia.blogspot.com/2017/04/disenio-mecanico-de-tolvas-industriales.html>

Parés, F. A. (27 de Febrero de 1999). Análisis de la fuerza axial en un transportador de sin fin. Ciudad de la Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

RENOLD. (s.f.). Roller chain catalogue. Obtenido de



RENOLD: www.renold.com

Rodrigo, J. (Abril de 1996). Transporte de la pulpa de café a los procesadores mediante tornillo sinfín. Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

S. Burbano de Ercilla, E. B. (2003). Física General 32 Edición. En S. Burbano, Física General 32 Edición (pág. 800). Madrid: Tebar. Obtenido de Densidad y Temperatura: <http://www.redjbm.com/catedra/guias/quimica/QUI-GEN-GUI2.pdf>

Salazar, E. P. (2005). Software para Diseño de Transportadores de Tornillo Sinfín. Obtenido de Espol: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/14689>

Serra, B. R. (2017). Universo Formulas. Obtenido de Area de un cilindro: <https://www.universoformulas.com/matematicas/geometria/area-cilindro/>

Vallejo, C. (15 de Agosto de 2012). Observatorio tecnológico. Obtenido de Diagrama de Gantt: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1057-aprendizaje-por-proyectos-y-tic?start=3>

Villegas, J. T. (2016). Línea de producción, formulación y equipos necesarios para la elaboración del manjar de leche. Machala: Universidad Técnica de Machala.

XIKE. (24 de Abril de 2009). Foros de SóloIngeniería. Obtenido de Foros de SóloIngeniería: <https://soloingenieria.net/foros/viewtopic.php?p=157500>

PROHIBIDA SU COPIA