



Diseño y construcción de un prototipo de máquina procesadora de empanadas a través de sistemas mecánicos para las microempresas ubicadas en la ciudad de San Juan de Pasto.

Juan Felipe Insuasti Paz, Robinson Brayan Diaz Gaviria
Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, San Juan de Pasto-Colombia

Juanfe845@hotmail.com

Resumen-

El artículo tiene como objetivo dar a conocer una recopilación de la investigación realizada sobre la elaboración de los productos panificados, más específicamente las empanadas, en las microempresas ubicadas en la ciudad de San Juan de Pasto. Se evidenciará las problemáticas encontradas en este ámbito y un estudio realizado con el cual se dio la solución a las mismas.

La implementación de sistemas mecánicos en el funcionamiento del prototipo fue clave para el cumplimiento de todas las necesidades de este campo. Las etapas que cumple el prototipo son: amasado, dosificado y sellado.

El desarrollo de esta investigación permite a las microempresas de la ciudad de San Juan de Pasto aumentar la producción de una forma tecnificada, homogenizando el producto y reduciendo los tiempos de producción, todo basado en costos de asequibilidad para las microempresas.

Abstract-

The objective of the article is to present a compilation of the research carried out on the elaboration of bakery products, more specifically empanadas, in micro-enterprises located in the city of San Juan de Pasto. The problems found in this area will be evidenced and a study carried out with which the solution to them was given.

The implementation of mechanical systems in the operation of the prototype was key to fulfilling all the needs of this field. The stages that the prototype fulfills are: kneading, dosing and sealing.

The development of this research allows micro-companies in the city of San Juan de Pasto to increase production in a technical way, homogenizing the product and reducing production times, all based on affordability costs for micro-companies.

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de San Juan de Pasto, uno de los productos panificados más importantes son las empanadas, éstas tienen diversidad de masas, rellenos, tamaños y presentaciones por lo cual son muy atractivas para los turistas y habitantes de la región. Al ser un producto tan apetecido genera gran demanda, la cual no pueden satisfacer las microempresas enfocadas a la producción manual de las mismas, ni tampoco trabajar en pedidos adicionales que incrementarían los ingresos diarios de la microempresa, por lo cual

se ven obligadas a buscar algunas alternativas, entre estas están las opciones tecnológicas, su principal problema es que están enfocadas a este producto, pero no a las microempresas debido a sus elevados costos con respecto a su implementación y mantenimiento, como también a la elevada producción de las mismas, lo que impide adquirir este tipo de maquinaria.

Se desea diseñar y construir un prototipo de máquina procesadora de empanadas que cumpla con las necesidades de estas microempresas, es decir, que pueda suplir la demanda generada y que les permita realizar producciones adicionales. Para reducir los costos de la máquina obteniendo la misma calidad se utilizará sistemas mecánicos para su funcionamiento, utilizando ejes, poleas y correas para la distribución del movimiento del motor, lo que representa menos costos que los sistemas neumáticos pero que a su vez cumplirá con lo requerido.

En el prototipo se encuentran tres etapas que se encargan de toda la elaboración de producto, la primera etapa está compuesta de una tolva, rodillos y mecanismos, encargados de aplanar la masa, en la segunda etapa se encuentra una tolva y un dosificador encargados de ubicar las porciones exactas de relleno (guiso), la masa transportada por una banda llega a la tercera y última etapa que está compuesta por unos rodillos verticales y un molde que tiene un movimiento de vaivén horizontal y perpendicular al del movimiento de la banda que transporta la masa con su respectivo relleno (guiso) con el objetivo de sellar el producto y obtener la empanada lista.

Esto permitirá a las microempresas ser más competentes a la hora de suplir la demanda generada, aumentando la producción a través de procesos de tecnificación que permitan obtener mayor calidad en menor tiempo, regido a costos exequibles para el usuario.

II. METODOLOGÍA

En la investigación se seleccionó el método Deductivo-Inductivo por medio del cual se obtuvo información importante con respecto a las necesidades presentadas tanto de las personas encargadas de elaborar este producto panificado (empanadas), como también los consumidores del mismo. Teniendo en cuenta estos requerimientos y mediante el desarrollo de este proyecto el cual está compuesto por una investigación, diseño, cálculos, construcción y pruebas, se logró cumplir con los mismos. Para ello se pactaron una serie de objetivos que fueron fundamentales para el correcto desarrollo del proyecto, dando así una solución apropiada a las diferentes dificultades presentadas en la elaboración de este producto.



Independientes

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Fabricar un prototipo de máquina encargada de amasar, rellenar, y sellar empanadas de ajeño a partir de sistemas mecánicos, dirigida a las microempresas ubicadas en la ciudad de San Juan de Pasto.

Objetivos específicos

- ❖ Recopilar información de requerimientos funcionales de máquinas procesadoras de empanadas según requerimientos industriales.
- ❖ Diseñar un prototipo de máquina que cumpla con el tiempo y producción requerida.
- ❖ Construir un prototipo que mejore el proceso de elaboración de empanadas, reflejados en indicadores de productividad.
- ❖ Elaborar un manual de operación que especifique el correcto funcionamiento del prototipo.

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Tras realizar el estudio con respecto a la producción y consumo del producto panificado (empanada), se identificaron problemáticas en la elaboración, homogeneidad, y el consumo del producto.

La elaboración de este producto es muy compleja, debido a que contiene muchos procesos como el amasado, rellenado, sellado y freído para obtener el producto listo para el consumo, en este proceso manual se identifican ciertas falencias como el porcionamiento de los ingredientes, la higiene del proceso y la homogeneidad del producto. Otra de las problemáticas presentadas está directamente relacionada con las personas que realizan este tipo de actividades, debido al riesgo de obtención de lesiones, por realizar movimientos repetitivos durante largas jornadas laborales, entre las lesiones presentadas están las de hombros, brazos y túnel del carpo, los cuales son complicadas y difíciles de tratar. Y por último y la cual podría darles solución a los problemas anteriormente mencionados esta la falta de tecnología. En la actualidad, en el mercado se encuentran variedad de máquinas encargadas de realizar este producto, estas varían con respecto a la producción y número de operarios que se involucran en el proceso, pero el costo de adquisición y mantenimiento de estas son muy elevados por lo cual las microempresas no las pueden adquirir.

V. ANÁLISIS DE VARIABLES

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvieron en cuenta las variables que afectarían el proceso interna y externamente, denominadas variables dependientes e independientes, presentadas a continuación:

Dependientes

- ❖ Peso de la empanada
- ❖ Tamaño de la empanada
- ❖ Cantidad de relleno (guiso)
- ❖ Velocidad de trabajo del prototipo

- ❖ Corriente eléctrica
- ❖ Oxígeno
- ❖ Infraestructura
- ❖ Temperatura ambiente

VI. ELABORACIÓN DE LA EMPANADA

VI. I. PROCESO MANUAL

El armado de la empanada se compone de 3 pasos muy importantes que son: el aplanado, el relleno y el sellado, estos son realizados de forma manual generalmente por una sola persona. Para este proceso se deben contemplar ciertos factores tales como:

Proceso de aplanado, la masa de ajeño debe ser suave y uniforme, después de esto se procede a aplanar la masa, con un instrumento de base plana, cabe recalcar que a la masa se le da una forma esférica antes de hacer este proceso.

Proceso de relleno, para este se consideran dos factores, como primer factor tenemos la textura del guiso y como segundo factor tenemos la cantidad del relleno.

Proceso de sellado, en los implementos a utilizar están los recipientes huecos, que contengan en su interior formas esféricas, como también se utilizan una serie de moldes de plástico y aceros que facilitan este proceso, esto se realiza con el fin de encerrar por completo el relleno de forma que no quede ningún espacio libre.

VI. II. PROCESO MECANICO

Este proceso se compone de varios mecanismos que contribuyen a realizar todos los procesos necesarios para elaborar este producto panificado como lo son las empanadas. Es importante resaltar algunos de los componentes utilizados para lograr este objetivo.

- ❖ Motor
- ❖ Poleas
- ❖ Correas
- ❖ Ejes
- ❖ Chumaceras
- ❖ Rodamientos
- ❖ Bielas
- ❖ Émbolos
- ❖ Rodillos
- ❖ Molde
- ❖ Banda
- ❖ Tornillos de potencia
- ❖ Varillas guía
- ❖ Motores paso a paso
- ❖ Tolvas
- ❖ Tapas de extrusión
- ❖ Estructura



Una vez mencionados los componentes utilizados para darle movimiento al prototipo, se indica cuáles son los procesos realizados por el mismo cuando se da inicio al prototipo.

Es necesario que un operario ingrese el añejo y el relleno en sus respectivas tolvas por la parte superior de las mismas, se debe proceder a encender la máquina, la cual en las primeras 3 extrusiones rellenara los conductos por completo para que posteriormente trabaje de forma continua por el lapso necesario, por medio del mecanismo superior de las tolvas descenderá los respectivos ingredientes y con ayuda de sistema biela manivela se extruira el añejo hacia los rodillos encargados de amasar, estirar y formar una tira de añejo del espesor determinado, cuando pasen por la tolva de relleno, está utilizando los mismos mecanismos de la de añejo extruira de manera exacta y a una distancia determinada el relleno. En el transcurso de la banda con la tira de añejo y el relleno en posición se encontrarán con el molde que trabajara junto con el movimiento de la banda para sellar el producto final y así obtener al final de la banda el producto final.

VII. CRITERIOS DE EVALUACION

De acuerdo a la información obtenida de las encuestas, asesores, docentes y personas relacionadas con el tema, además de los requerimientos y desempeño se realizó un prototipo de máquina con las siguientes características.

- ❖ Mecanismo de descenso del añejo: Sistema motor paso a paso
- ❖ Mecanismo dosificador de añejo: Sistema biela - manivela
- ❖ Mecanismo para amasado de añejo: Sistemas de rodillos
- ❖ Mecanismo de descenso de relleno: Sistema motor paso a paso
- ❖ Mecanismo dosificador de relleno: Sistema biela – manivela
- ❖ Mecanismo de transporte de añejo: Banda transportadora
- ❖ Sistema de funcionamiento: Sistema mecánico

VIII. CÁLCULOS Y DISEÑO CONCEPTUAL

Los cálculos realizados en el transcurso de este proyecto, partieron de la potencia necesaria para mover todo el prototipo con un solo motor, el cual permitiera realizar la mayoría de las acciones de la misma. A continuación, se definen las partes calculadas.

1. Empanadas

- ❖ Cantidad
- ❖ Tamaño
- ❖ Tiempo
- ❖ Avance

2. Motor

- ❖ Revoluciones por minuto de toda la máquina

- ❖ Potencia de amasado de los rodillos
- ❖ Potencia de banda transportadora
- ❖ Potencia de el sellado del molde
- ❖ Potencia de la biela – manivela
- ❖ Potencia de transmisión de poleas – correas

3. Sistema de transmisión por poleas – correas

- ❖ Cálculo de ejes
- ❖ Cálculo de diámetro de las poleas
- ❖ Longitud de correas

4. Sistema de descenso

- ❖ Volumen de las tolvas
- ❖ Peso total de los componentes involucrados
- ❖ Potencia de motores paso a paso

Con ayuda de estos cálculos y la identificación de los procesos manuales para elaborar este producto, se realizó varios bocetos de los posibles diseños ideales para suplir este tipo de procesos, hasta llegar a un diseño final el cual dio solución a las diferentes problemáticas expresadas anteriormente.

IX. PROCESO DE DISEÑO

Para iniciar el proceso de diseño fue importante tener claro cuáles eran los procesos manuales realizados por los operarios para obtener el producto final, después se determinaron varias opciones con respecto a cómo suplir mediante procesos mecánicos los movimientos y actividades realizadas por los operarios, por lo cual se realizó una matriz de selección (figura 1), de acuerdo al diseño contemplado.

MATRIZ DE SELECCION DE MAQUINA DE EMPANADAS			
DESENDO DE ANEJO	Resorte	Tapa pesada	Motor paso a paso
DOSIFICADOR DE ANEJO	Tornillo sin fin	Leva -Seguidor	Biela-Manivela
AMASADO DE ANEJO	Rodillos	Impacto	Dosificador
DESENDO DE RELLENO	Resorte	Tapa pesada	Motor paso a paso
DOSIFICADOR DE RELLENO	Tornillo sin fin	Leva -Seguidor	Biela-Manivela
TRANSPORTE TIRA DE ANEJO	Banda transportadora	Transporte por rodillos	Transporte por cadena
SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO	Sistema mecánico	Sistema eléctrico	Sistema neumático

Figura 1. Matriz de selección

De acuerdo a la matriz anteriormente seleccionada y bajo los requerimientos y recomendaciones de las personas implicadas en el proyecto se realizó el diseño mediante un software CAD llamado SolidWorks, el cual permitió dar una idea más clara del prototipo en general y de su funcionamiento.

X. DISEÑO Y CONTRUCCIÓN

X. I. DISEÑO

Mediante el software de diseño CAD llamado SolidWorks se realizó el modelamiento en 3D del prototipo.

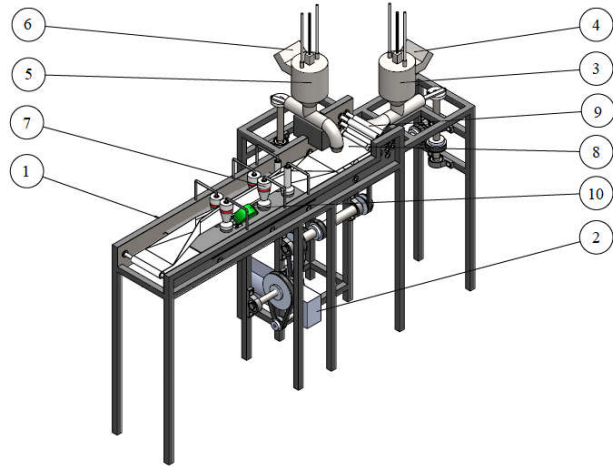


Figura 2. Prototipo modelado en SolidWorks

N.º Elemento	Nombre del elemento
1	Estructura máquina
2	Motor
3	Tolva - añejo
4	Ingreso añejo
5	Tolva - relleno
6	Ingreso relleno
7	Molde - empanada
8	Banda Transportadora
9	Sistema de amasado
10	Sistema guía

Figura 3. Tabla identificación partes

X. II. PROTOTIPO TERMINADO



Figura 4. Máquina terminada

X. III. ANALISIS DE RESULTADOS

Microempresa Empanadas de Pandiaco

Tabla de resultados producción	
Empanadas de Pandiaco	Prototipo
Producción Día / Hora 800 / 100	Producción Día / Hora 2880 / 360

Figura 5. Tabla de resultados producción

Tabla de resultados tiempo de producción	
Empanadas de Pandiaco	Prototipo
Producción 800 empanadas	Producción 800 empanadas
8 horas	2 horas 25 minutos

Figura 6. Tabla de resultados tiempo de producción

Tabla de costos por consumo energético del prototipo	
Tiempo de producción	Costo consumo energético
2 horas 25 minutos	\$ 510,47 Día \$ 13,300 Mes
8 horas	\$ 1,689 Día \$ 44,000 Mes

Figura 7. Tabla de resultados tiempo de producción

Costo de producción	
Persona	Prototipo
800 emp/día	2880 emp/día
Tiempo de elaboración de una empanada 36 segundos	Tiempo de elaboración de una empanada 10 segundos
Costo de producción \$ 32.688 día	Costo de producción \$ 1.689 día
Costo de empanada \$ 40,87 c/u	Costo de empanada \$ 0,586 c/u

Figura 8. Costo de producción



Microempresa Empanaditas la 28

Tabla de resultados producción	
Empanaditas la 28	Prototipo
Producción Dia / Hora 350 / 44	Producción Dia / Hora 2880 / 360

Figura 9. Tabla de resultados producción

Tabla de resultados tiempo de producción	
Empanaditas la 28	Prototipo
Producción 350 empanadas	Producción 350 empanadas
8 horas	58 minutos

Figura 10. Tabla de resultados tiempo de producción

Tabla de costos por consumo energético del prototipo	
Tiempo de producción	Costo consumo energético
58 minutos	\$ 204,18 Día \$ 5.300 Mes
8 horas	\$ 1.689 Día \$ 44.000 Mes

Figura 11. Tabla de costos por consumo energético del prototipo

Costo de producción	
Persona	Prototipo
350 emp/día	2880 emp/día
Tiempo de elaboración de una empanada 82 segundos	Tiempo de elaboración de una empanada 10 segundos
Costo de producción \$ 32.688 día	Costo de producción \$ 1.689 día
Costo de empanada \$ 93,4 c/u	Costo de empanada \$ 0,586 c/u

Figura 12. Costo de producción



XI. CONCLUSIONES

- ❖ La producción y tiempos establecidos por el prototipo satisface la demanda generada, lo que permitirá a las microempresas ampliar su mercado con pedidos externos y con ello poder incrementar sus ganancias.
- ❖ La incorporación de sistemas mecánicos al funcionamiento del prototipo fue adecuada, por la reducción de costos de manufactura y mantenimiento, lo que permite mayor asequibilidad de los mismos por parte de las microempresas dedicadas a este producto.
- ❖ La adquisición de una máquina procesadora de empanadas genera una gran rentabilidad, debido a que la inversión se recupera en menos de un año.

XII. RECOMENDACIONES

- ❖ En caso de requerir una mayor o menor producción se debe modificar las 2 primeras relaciones de poleas – correas que salen del motor, obteniendo la producción requerida.
- ❖ En caso de requerir una mayor producción se recomienda que las dimensiones de las tolvas de ajeo y relleno se aumenten, debido a que si la producción incrementa el tiempo de abastecimiento se hará más frecuente.
- ❖ En caso de que la aplicación de la máquina sea para otro tipo de masa, se debe realizar el análisis de densidad de la misma, de acuerdo a ello implementar los cambios necesarios.
- ❖ Se recomienda hacer el cambio de sistema de transmisión del eje vertical de la tolva de ajeo con el eje 3. Pasando de un sistema de polea-correa a un sistema de engranajes cónicos, los cuales transferirán con mayor efectividad el movimiento y la potencia requerida.

PROHIBIDA SU COPIA



XI REFERENCIAS

- ❖ 3CADPORTAL. (2019, párr.1, 2). Obtenido de <http://www.3dcadportal.com/solid-works.html>
- ❖ Alcaldia de Pasto. (párr.1). Obtenido de <http://www.pasto.gov.co/index.php/nuestro-municipio>
- ❖ ALTERNYTECS.A.S. (s.f.). Obtenido de <https://alternytec.es.tl/Maquinaria.htm>
- ❖ AMICON. (s.f.). Obtenido de <http://www.amicon.com.co/productos.php>
- ❖ Arfemec. (2015). Obtenido de <https://www.arfemec.com.ar/blog/maquina-empanadas>
- ❖ AUNAR. (2019, párr.5). Obtenido de <http://portal.aunar.edu.co/institucional/>
- ❖ Budynas&Keith. (s.f.). Diseño en ingeniería mecánica de Shingley. Mc Graw Hill.
- ❖ Cafeteros, F. N. (2010). Federación Nacional de Cafeteros. Obtenido de http://narino.cafedecolombia.com/narino/el_departamento/ubicacion_de_narino_en_colombia.
- ❖ CMR. (párr.1,2). Obtenido de <http://www.cmr.it/es/arbore-cardan/> concepto definición. (2019, párr. 1). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/viscosidad/>
- ❖ DEFINICION.DE. (2019). Obtenido de <https://definicion.de/rodillo/>
- ❖ DEFINICION.DE. (2019, párr.1). Obtenido de <https://definicion.de/inoxidable/>
- ❖ DELYRARTE. (2019, párr.3). Obtenido de <http://www.delyrarte.com.ar/?que-es-el-diseño-según-wucius-wong/>
- ❖ EcuRed. (párr.1). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Acoplamiento_\(Mec%C3%A1nica\)](https://www.ecured.cu/Acoplamiento_(Mec%C3%A1nica))
- ❖ EL CONGRESO DE COLOMBIA. (s.f.). Obtenido de http://copaso.upbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf
- ❖ Gobernación de Nariño. (2016, párr.11). Gobernación de Nariño.
- ❖ GRUENN. (2016). Obtenido de <https://www.gruenn.com.co/web/maquina-para-elaborar-empanadas-em-1-4/>
- ❖ ICONTEC. (s.f.). Obtenido de <https://www.icontec.org/Documentos%20compartidos/normas%20por%20sectores/67.pdf>
- ❖ IMPORTANCIA. (2019, párr.1). Obtenido de <https://www.importancia.org/tecnologia.php>
- ❖ INVIMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/IVC/INS/IVC-INS-GU010.pdf>
- ❖ MAQUIEMPANADAS. (2017). Obtenido de <https://maquiempañadas.com/es/maquina-de-empanadas/maquina-cm07b>
- ❖ MAQUIEMPANADAS. (2017). Obtenido de <https://maquiempañadas.com/es/maquina-de-empanadas/automatica-cm05c>
- ❖ MOGRAFIAS. (párr.1). Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/Sistema-de-transmision-de-potencia-y-dispositivos-F3ZG3UNCBY>
- ❖ OPENMAQUINAS. (2017). Obtenido de <http://www.openmaquinas.com.ar/sa140fd/>
- ❖ Quimi NET. (s.f.). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/las-bandas-transportadoras-y-su-uso-en-la-industria-3346215.htm>
- ❖ REXON. (s.f.). CALCULO DE TRANSMISIONES.
- ❖ TECNOLOGIA-TECNICA. (párr.1). Obtenido de http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page4697.htm
- ❖ TEORIA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS. (s.f.). Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/practicas-1/p1.pdf>
- ❖ TIRIRA & CUNALATA. (2015). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS PARA LA MICROEMPRESA SAL Y DULCE. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS PARA LA MICROEMPRESA SAL Y DULCE (pdf). Ecuador. Obtenido de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ELABORADORA DE EMPANADAS PARA LA MICROEMPRESA SAL Y DULCE (pdf)
- ❖ Toda Colombia. (2019, párr.1). Toda Colombia. Obtenido de <https://todacolombia.com/departamentos-de-colombia/narino/index.html>