

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

Diseño de una línea de producción de láminas para elaboración de  
empanadas sin gluten

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO QUÍMICO**

Presentado por:

Kevin Andrés Cornejo Rivera

Carolina Michelle Pinargote Gómez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

# **AGRADECIMIENTOS**

A la Ing. Irina León y la Ing. Nadia Flores,  
por ser nuestra guía en el desarrollo de  
este proyecto.

Al Econ. Carlos Ribadeneria, por toda su  
ayuda.

## DEDICATORIA

A mis padres, Edison y Edel, y a mis hermanas, Michelle y María, por ser los pilares de mi vida. A mi novia, señorita Katherine Valdiviezo, por su constante apoyo y compañía en cada paso dado en los últimos cinco años.

**Kevin Cornejo Rivera**

A Dios, por darme la fuerza y las ganas para alcanzar con éxito esta meta.

A mis padres, por darme esta oportunidad. A mi mejor amiga, Nicole Salazar, por ser siempre una luz en mi camino. A mi novio, Christopher Tixilima, por darme ánimos y apoyarme en todo momento.

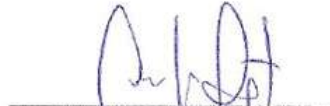
**Carolina Pinargote Gómez**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Kevin Andrés Cornejo Rivera* y *Carolina Michelle Pinargote Gómez* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Kevin Andrés Cornejo  
Rivera



Carolina Michelle  
Pinargote Gómez

## EVALUADORES

  
**Nadia Magaly Flores Manrique, M. Sc.**  
PROFESOR DE LA MATERIA

  
**Irina Beatriz León González, M. Sc.**  
PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Las empanadas son un producto popular en Ecuador y, sin embargo, no se cuenta con empresas que ofrezcan en el mercado discos para empanadas sin gluten, una proteína que no puede ser digerida por quienes padecen de la enfermedad celiaca; lo cual motivó a una empresa dedicada a la elaboración y distribución de láminas para empanadas, a proponer un estudio para la producción de láminas libres de gluten. Además de los celíacos, existe otro grupo de personas que se beneficiarían de una dieta celiaca, tal como personas que padecen de diabetes y un alto número de deportistas, por lo que resulta atractivo realizar el estudio del diseño de una línea para la producción de láminas para la elaboración de empanadas sin gluten, el cual es el objetivo de este estudio.

Considerando que se debe evitar la contaminación cruzada con trazas de gluten, fue necesario realizar una distribución de planta para la nueva área de proceso, siguiendo los criterios de la norma de Buenas Prácticas de Manufactura, al mismo tiempo, se determinaron los recursos necesarios para la implementación de la línea de producción y también se analizó la producción de desechos que pudieran presentarse. Se realizó un análisis de las características de los equipos que intervienen en el proceso para garantizar la preservación de la nueva masa. Los datos de pruebas de dureza realizadas por el grupo de la FIMCP sobre la masa propuesta fueron empleados para realizar los cálculos de la potencia que define la velocidad del laminado.

Los requerimientos de materia prima para el proceso se calcularon tomando en cuenta la capacidad máxima de producción y la formulación propuesta de la nueva masa. También, se determinó que la planta requiere 13 operadores por turno. En cuanto a recursos, se estimó un consumo aproximado de 140 m<sup>3</sup> de agua potable mensual y, un consumo eléctrico estimado de 20.020 kW-mes.

Este proyecto permite que la línea pueda ser construida por la empresa siempre y cuando se consideren factores en la construcción que permitan alinear el área con los requerimientos de las Buenas Prácticas de Manufactura.

*Palabras Clave:* línea de proceso, gluten, laminado, empanadas.

## ***ABSTRACT***

Empanadas are a popular dish in Ecuador, however, there are no companies that offer in the market empanada disks with no gluten, a protein that cannot be digested by people with celiac disease, reason that motivated a company dedicated to the manufacturing and distribution of empanada disks, to propose a study for the production of gluten-free disks. Besides celiac people, there are other persons that can find benefits from a celiac diet, like people with diabetes and sportsmen, for that the study of the design of a production line for gluten-free empanada disks results attractive to the company.

Considering the need to avoid cross contamination with gluten traces, it was necessary to make a plant layout for the new process area, following the criteria of Good Manufacturing Practices, at the same time, the resources necessary for the production line implementation were determined, and the production of waste was analyzed. An analysis of the equipment's characteristics that intervene in the process was made, in order to preserve the properties of the new mass. The values of the hardness essays made by FIMCP were used to determine the power of the lamination operation.

The requirements of raw material for the process were calculated based on the upper production capacity and the new mass's formula. Also, we determined that the plant requires 13 operators per shift. As to resources, we estimated a water consumption of 140 cubic meters and an electrical consumption of 20.020 kW-month.

This project allows the line to be made for the company, as long as factors in the construction to line up the plant with the Good Manufacture Practices requirements are considered.

*Keywords:* process line, gluten, lamination, empanada.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del Problema .....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Pasta para empanadas .....	4
1.4.2 Características de los productos libres de gluten.....	4
1.4.3 Proceso de elaboración de pasta fresca .....	5
1.4.4 Proceso de laminado de pasta fresca .....	5
1.4.5 Buenas Prácticas de Manufactura .....	8
CAPÍTULO 2 .....	10
2. METODOLOGÍA .....	10
2.1 Descripción del proceso productivo.....	10
2.2 Localización de la planta.....	11
2.3 Tecnologías disponibles para la elaboración de pasta.....	11



2.4	Distribución de espacios para la planta.....	12
2.5	Cálculos para determinar las características del laminado .....	13
2.6	Requerimientos de proceso .....	14
2.6.1	Requerimiento de materia prima.....	14
2.6.2	Estimación de personal operativo requerido .....	14
2.6.3	Disposición de recursos energéticos, hídricos y desechos .....	15
2.7	Requerimientos para la implementación de la planta.....	18
2.7.1	Permisos de funcionamiento.....	18
CAPÍTULO 3 .....		20
3.	Resultados .....	20
CAPÍTULO 4 .....		23
4.	Discusión y Conclusiones.....	23
4.1	Conclusiones.....	23
4.2	Recomendaciones.....	24
BIBLIOGRAFÍA .....		25
APÉNDICES .....		29

## ABREVIATURAS

ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CAN	Comunidad Andina de Naciones
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MPCEIP	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca
SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriano
SBU	Salario Básico Unificado
SEPS	Superintendencia de Economía Popular y Solidaria
A	Ampere
h	Hora
hp	Caballos de fuerza
J	Joules
kg	Kilogramo
kW-h	Kilowatt por hora
L	Litro
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mg	Miligramo
mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro cuadrado
MPa	Mega Pascal
N	Newton
ppm	Partes por millón
rpm	Revoluciones por minuto
V	Vatio
W	Watts

## SIMBOLOGÍA

$d$	draft de laminado
$\epsilon$	esfuerzo real de proceso
F	fuerza de laminado
K	coeficiente de resistencia de material
L	longitud de contacto entre rodillo-masa
n	exponente de endurecimiento por deformación
P	potencia de rodillo
R	radio de rodillo
t	espesor de lámina
T	momento de torsión del rodillo
v	velocidad de laminado
w	ancho de lámina
Y	esfuerzo de fluencia de masa

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vista lateral de un proceso de laminado. [Groover, 2007] .....	7
Figura 1.2 Sistema de elaboración de pasta fresca con proceso de mezclado, compactado y doble laminación. [Storci spa] .....	8
Figura 2.1 Flujo de proceso de elaboración de empanadas. [Cornejo & Pinargote].....	10
Figura 2.2 Localización referencial del espacio para la nueva línea de la planta. [Cornejo & Pinargote] .....	11
Figura 2.3 Diseño de una trampa de grasa propuesto [HIDROPLAYAS E. P.].....	17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Análisis de textura de la masa sin gluten [Franco & Moreano].....	13
Tabla 2.2 Características de los motores utilizados [Cornejo & Pinargote].....	17
Tabla 2.3 Costo del permiso de funcionamiento por tipo de establecimiento [ARCOSA]	18
Tabla 2.4 Costo de la certificación BPM por tipo de establecimiento [ARCOSA] .....	19
Tabla 3.1 Requerimientos de materia prima [Cornejo & Pinargote] .....	20
Tabla 3.2 Área requerida para cada zona de proceso [Cornejo & Pinargote].....	21
Tabla 3.3 Clasificación de las industrias [CAN] .....	22

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del Problema

El objeto de este estudio se presenta en la ciudad de Guayaquil, en una empresa productora de láminas para empanadas, cuya materia prima principal es la harina de trigo, la cual contiene proteína de gluten. Esto trae como consecuencia que sea un producto no apto para la población celiaca.

Sighn et. al. (2018) estiman que el 1,4% de la población mundial padece la enfermedad celiaca, la cual consiste en la incapacidad del sistema gastrointestinal para procesar el gluten. Esta enfermedad es incurable, por lo que las personas afectadas deben llevar un régimen especial, garantizando que en su dieta se eviten completamente alimentos que contengan gluten. Este régimen se conoce como dieta celíaca. Otro beneficio de la dieta libre de gluten para las personas celíacas es la protección ante enfermedades autoinmunes (Cosnes et al, 2008).

El beneficio de la dieta celíaca no solo puede ser aprovechado por las personas intolerantes al gluten, Lis et al (2015) menciona que este tipo de alimentación es beneficiosa para personas alérgicas al trigo y, detalla que un alto número de deportistas, perciben esta dieta como beneficiosa, aun cuando existen estudios que revelan un beneficio fisiológico del 5-10% de estos individuos debido a la dieta. Otra población propensa a complicaciones por el gluten son los enfermos de diabetes mellitus, Savilatih et al (1986) reportaron que el 3,5% de la población afectada por este problema de salud en la que se realizó el estudio presentaron daños intestinales y/o marcadores positivos para intolerancia al gluten.

Uno de los problemas en la fabricación de productos libre de gluten en la industria panadera es el manejo de las masas, ya que el gluten tiene influencia en las propiedades reológicas de la masa (Goesaert, Brijs, Veraverbek, Courtin, Gebruers & Delcour, 2005)., lo que conlleva a procesos más complejos de elaboración y cadenas especializadas para estos productos. Además, las líneas de producción

deben ser exclusivas para la fabricación de estos para evitar la contaminación cruzada de trazas de gluten en la manufactura de otros productos.

Para garantizar que los productos alimenticios ecuatorianos son elaborados en plantas y con procesos que garanticen la inocuidad y salud alimenticia, el Gobierno Nacional, mediante el Ministerio de Salud Pública y el Servicio de Acreditación Ecuatoriano, desde el año 2002 y luego de una modificación en el año 2015, emiten una certificación de Buenas Prácticas de Manufactura. Según el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (2018), “El proceso de implementación y certificación de “Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados”. Esto garantiza la inocuidad de los productos alimenticios que son consumidos en nuestro medio.

## **1.2 Justificación**

La empanada es un producto de consumo común en el país, existiendo varios tipos de empanada, varios locales de este alimento y varias marcas de insumos para su elaboración. Según la base de datos de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), existen, en el año 2019, 139 empresas autorizadas a expender productos alimenticios relacionados con las empanadas, de las cuales 34 se dedican exclusivamente a la distribución de la masa, y tres están catalogadas como “gluten free”.

En el mercado ecuatoriano existen pocos productos para realizar empanadas que sea libre de gluten. La existencia de una producción a gran escala de este alimento daría a las personas celíacas y a quienes optan por una dieta libre de gluten más variedad de productos para su alimentación. Además, este aumento en la demanda de este tipo de alimentos generaría nuevas oportunidades de negocio, impactando positivamente en la economía de las empresas.

Debido a que pocas empresas en el país cuentan con la elaboración a escala industrial de este tipo de masa, la cual presenta propiedades reológicas distintas a la masa a base de trigo, requiere un estudio de diseño. Con este proyecto, se diseñará una línea de producción de láminas para empanadas libres de gluten, tomando en consideración los lineamientos dispuestos en las condiciones de diseño y operación de plantas alimenticias que establece la Norma de Buenas Prácticas de Manufactura, con el fin de que la empresa pueda implementar satisfactoriamente el proceso dentro de sus instalaciones.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una línea de producción de pastas frescas libre de gluten para la elaboración de empanadas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar una formulación de pastas frescas libre de gluten para la elaboración de empanadas que cumplan con los requisitos técnicos y legales a través de un diseño de mezclas (Ingeniería en Alimentos)
- Determinar las condiciones del proceso de elaboración del producto con la finalidad de cumplir con los requisitos de producción (Ingeniería en Alimentos)
- Evaluar la formulación mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y el grado de aceptación por pruebas sensoriales (Ingeniería en Alimentos)
- Diseñar el layout de la línea de producción mediante herramientas de dibujo ingenieril (Ingeniería en Alimentos).
- Estimar los costos de materias primas por batch para la elaboración del producto (Ingeniería en Alimentos)
- Identificar las operaciones unitarias que intervienen en el proceso de fabricación de las láminas de empanadas.
- Establecer la base de diseño para la cadena de producción
- Diseñar la línea de producción.
- Determinar los requerimientos de producción y suministros para la línea.
- Realizar un estudio de mercado para conocer las preferencias de consumo y de precios sobre los productos libres de gluten de los consumidores en la ciudad de Guayaquil (Ingeniería Comercial y Empresarial)
- Analizar cuál es el nivel de aceptación de una línea de pastas frescas libre de gluten con la finalidad de determinar si es factible introducirla al mercado guayaquileño (Ingeniería Comercial y Empresarial)
- Analizar el comportamiento de los consumidores de productos libres de gluten para establecer una adecuada estrategia de comercialización (Ingeniería Comercial y Empresarial).
- Ejecutar un análisis financiero para determinar la rentabilidad del proyecto (Ingeniería Comercial y Empresarial)



## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Pasta para empanadas**

Las pastas son productos que se elaboran de masa no fermentada hecha a base de sémolas o harinas a partir de trigo y agua. La harina de trigo se compone proteicamente de proteínas gluten (80-85%) y no gluten (20-15%). Siendo las proteínas gluten de gran importancia en la industria panadera, ya que el desempeño de la harina en el proceso panadero se encuentra linealmente relacionado con el contenido de proteínas, especialmente las proteínas gluten. Por lo tanto, la harina de trigo tiene facilidades para usarse en la industria panadera, por sobre las harinas de cebada y centeno (Goesaert et al, 2005). Estas pastas se denominan “frescas” cuando no han sufrido un proceso de desecación (Callejo, 2002).

Un sustituto adecuado para la elaboración de productos libres de gluten es la harina de arroz ya que posee un sabor natural, es hipoalergénica, incolora y suave. Además, su contenido de grasa, sodio, fibra y proteínas es muy bajo, aportando un alto contenido de carbohidratos de fácil digestión.

Uno de los desafíos que presenta la formulación de productos libres de gluten es obtener una masa con propiedades reológicas similares a las obtenidas usando harina con gluten. El arroz está compuesto por una cantidad relativamente pequeña de prolaminas (2,5–3,5%) (Gujral y Rosell, 2004), por lo que es necesario la utilización de algún tipo de goma, emulsionante, enzimas o productos lácteos junto con la harina de arroz a fin de obtener una masa con la viscoelasticidad deseada.

Demirkesen, Mert, Sumnu y Sahin (2010) realizaron experimentos y concluyeron que, en productos a base de arroz, es recomendable usar el agente DATEM junto con otras gomas para obtener propiedades y calidad similares a un producto con base de harina de trigo.

### **1.4.2 Características de los productos libres de gluten**

La enfermedad celíaca es una condición en la que el cuerpo presenta una intolerancia a las proteínas del gluten (hordeínas, gliadinas, secalinas) que con el tiempo causa una atrofia severa de la mucosa del intestino delgado. Esta intolerancia es de carácter permanente, y su desarrollo se presenta por genética (Polanco y Ribes, s.f.).

Según Farange et al (2016), un producto libre de gluten no debe contener más de 20 ppm de estas proteínas en su composición. La norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten (CODEX STAN 118-1979) también establece un límite en el contenido de gluten de 20mg/kg en total del producto. Por esta razón, es necesario tener controles para evitar la contaminación con gluten, por lo que el diseño y la distribución de la planta deben realizarse de tal forma que se puedan evitar cruces entre las operaciones y el personal que interviene entre los procesos de fabricación de láminas para empanadas con gluten y sin gluten.

#### **1.4.3 Proceso de elaboración de pasta fresca**

Las pastas frescas se fabrican básicamente mediante un proceso de amasado, compactación, laminación y corte. Durante el proceso de amasado se distribuyen las materias primas uniformemente y se busca hidratar las harinas. A diferencia del proceso panadero, donde los amasados son prolongados y con una humedad mayor al 50%. Un amasado típico de pasta se realiza con humedades de alrededor de 30% y tiempo más corto, impactando en las propiedades físicas de la masa debido al parcial desarrollo del gluten comparado con el amasado de pan (Martínez, 2010). Este proceso se ve afectado por el porcentaje de agua agregado en la mezcla, calidad de la harina, otros ingredientes y las condiciones ambientales, generalmente una masa de alto contenido proteico tiene más facilidades de hidratación.

Después del proceso de amasado, la masa entra en proceso de compactación donde la mezcla se somete a una presión continua para homogenizarla, haciendo su matriz uniforme.

#### **1.4.4 Proceso de laminado de pasta fresca**

El laminado es un proceso de deformación volumétrica donde el material trabajado tiene una baja relación área-volumen. Este proceso se produce mediante dos herramientas cilíndricas opuestas llamadas rodillos, los cuales giran para realizar el trabajo por la abertura entre ellos y comprimir el material (Groover, 2007). En el proceso de laminado, la masa se somete a compresión bajo la cual las partículas adyacentes se fusionan para hacer un continuo de la matriz de proteínas entre

estas partículas (Martínez, 2010). Este proceso deriva en una lámina lisa, de un espesor específico y con una matriz uniforme. Además, se requiere una masa lo suficientemente dura para soportar el laminado pero que el producto no sufra roturas.

El laminado plano, que se usa para producir placas, presiona una masa de tal manera que su espesor se reduce a un draft, definido como:

$$d = t_0 - t_f \quad (1.1)$$

Donde  $d$  simboliza el draft en mm, y  $t_0$  y  $t_f$  son, en milímetros, el espesor inicial y final, respectivamente. El draft también puede ser expresado como reducción, en la forma:

$$r = \frac{d}{t_0} \quad (1.2)$$

Donde  $r$  representa la reducción, la cual en una serie de laminados se considera como la suma de los adelgazamientos dividido para el espesor original.

Haciendo un balance de materia de la masa que entra y sale del proceso de laminación, tenemos:

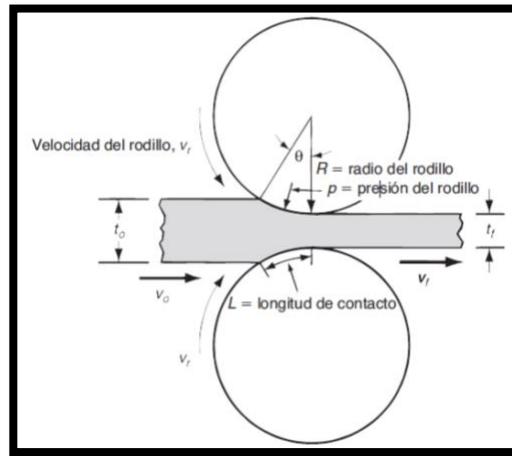
$$t_0 w_0 L_0 = t_f w_f L_f \quad (1.3)$$

Donde  $w_0$  y  $w_f$  son los anchos del material antes y después del laminado, y  $L_0$  y  $L_f$  son las longitudes antes y después del laminado.

De este balance se puede describir también que:

$$t_0 w_0 v_0 = t_f w_f v_f \quad (1.4)$$

Donde  $v_0$  y  $v_f$  son las velocidades de entrada y salida del material a la laminadora.



**Figura 1.1 Vista lateral de un proceso de laminado. [Groover, 2007]**

Los rodillos tienen contacto con el material a lo largo de un arco de contacto, es denominado  $\theta$ . Estos rodillos tienen un radio  $R$  y su velocidad de rotación se describen como  $v_r$ , la cual es mayor que  $v_0$  pero menor que  $v_f$ .

Para estimar la fuerza y potencia requerida por el laminado se utiliza el esfuerzo de fluencia promedio del material, que se puede calcular mediante la ecuación:

$$Y_f = \frac{K\epsilon^n}{1+n} = \frac{F}{A} \quad (1.5)$$

Donde  $n$  es el exponente de endurecimiento por deformación,  $K$  es el coeficiente de resistencia (MPa) y  $\epsilon$  es el esfuerzo real del proceso de laminado, el cual se puede estimar con la ecuación:

$$\epsilon = \ln \frac{t_0}{t_f} \quad (1.6)$$

El máximo draft que puede alcanzar un laminado se expresa mediante la ecuación:

$$d_{m\acute{a}x} = \mu^2 R \quad (1.7)$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de fricción y  $R$  es el radio del rodillo. Según Groover (2007) un proceso de laminado en frío tiene un valor de coeficiente de fricción aproximado de 0,1 para laminado de metales y para que pueda existir el laminado el sistema debe tener un coeficiente de fricción.

La fuerza del laminado se puede estimar mediante la ecuación:

$$F = Y_f w L \quad (1.8)$$

Donde  $F$  es la fuerza que requiere el laminado (N),  $Y_f$  el esfuerzo de fluencia promedio (MPa),  $w$  es el ancho del material que se está laminando (mm) y  $L$  es la longitud de contacto entre el rodillo y el trabajo (mm).

El valor de  $L$  se puede aproximar siguiendo la ecuación:

$$L = \sqrt{R(t_0 - t_f)} \quad (1.9)$$

Suponiendo que la fuerza ejercida por los rodillos se centra en el trabajo, el momento de torsión de cada rodillo es:

$$T = 0,5 FL \quad (1.10)$$

Entonces, la potencia requerida para mover cada rodillo se puede describir como:

$$P = 2\pi NFL \quad (1.11)$$

Donde  $N$  es la velocidad rotacional del rodillo (rpm),  $P$  es la potencia (W),  $F$  es la fuerza de laminado (N) y  $L$  es la longitud de contacto (m).

Cuando la pasta fresca ha sido laminada se lleva a un proceso de cortado.



**Figura 1.2 Sistema de elaboración de pasta fresca con proceso de mezclado, compactado y doble laminación. [Storci spa]**

#### **1.4.5 Buenas Prácticas de Manufactura**

En el año 2002, mediante el Decreto Ejecutivo 3253, el Gobierno de la República del Ecuador emitió el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

para Alimentos Procesados. En este reglamento se establecen criterios, definiciones y reglamentos para garantizar que la operación de una planta se realice garantizando la inocuidad de los alimentos.

Debido al riesgo de contaminación cruzada es imperativo que la línea de producción de láminas sin gluten se implemente separada de la línea existente. Además, se deben estandarizar y validar procedimientos de higiene y, es recomendable limitar el movimiento del personal del área de producción de ambas líneas o utilizar vestimenta de protección desechable. Para garantizar la inocuidad de las láminas para empanadas libres de gluten todos los equipos y utensilios que intervengan en la elaboración deben ser de uso exclusivo.

Cabe recalcar que las materias primas de ambos procesos deben almacenarse por separado y, el personal debe ser capacitado, entrenado y supervisado para asegurarse de que no exista una contaminación cruzada.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción del proceso productivo

La concepción del diseño de la planta se realizó siguiendo el siguiente esquema:

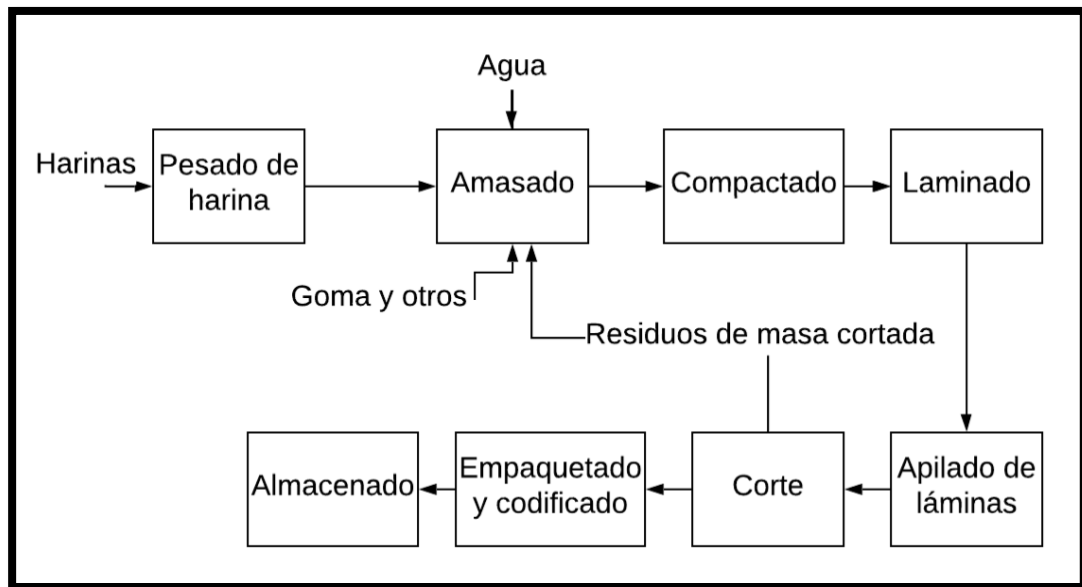
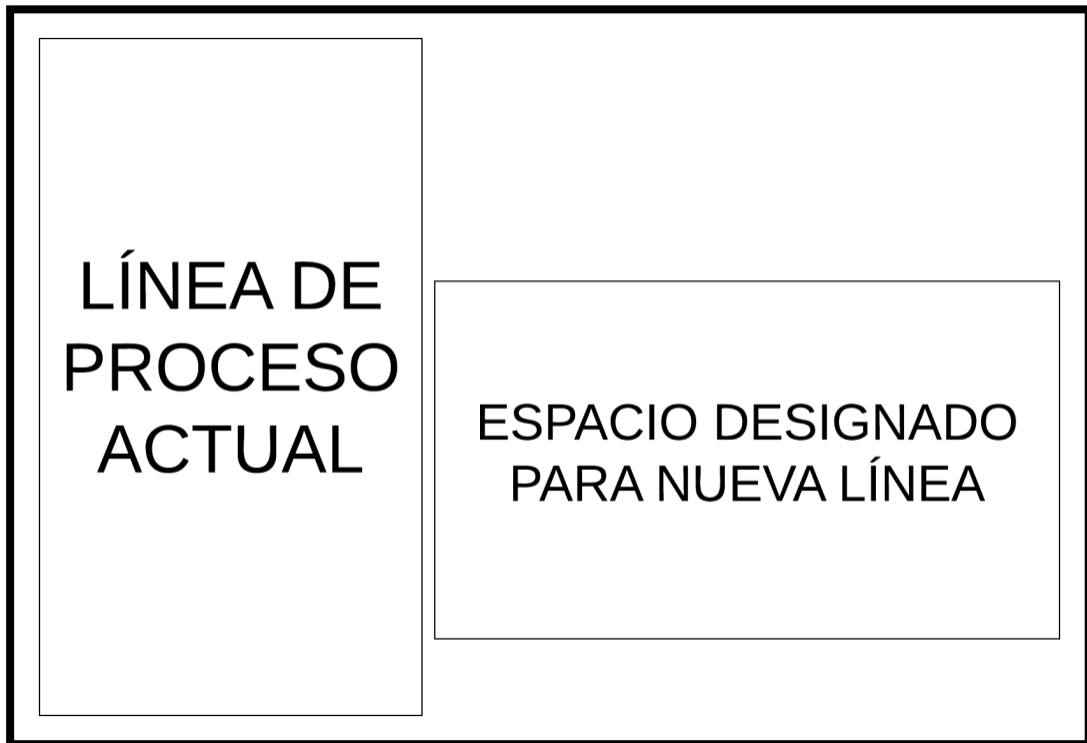


Figura 2.1 Flujo de proceso de elaboración de empanadas. [Cornejo & Pinargote]

Antes de ser pesadas, las harinas pasan por un control de calidad, para comprobar que cumplan con los parámetros requeridos por la empresa. En el proceso de pesado de harina se prepara el mix de las diferentes harinas a utilizar, de acuerdo con la receta de producción. Pesado el mix de harina procede al amasado, en el cual se utiliza una amasadora de paletas, y se incorpora una cantidad determinada de agua y goma, y se amasa por un tiempo determinado. La masa pasa a una tolva de compactación, en la que se comprime la mezcla y se da forma de lámina, para luego pasar por un número determinado de laminadoras de rodillo, hasta obtener una masa del grosor especificado. Varias de estas láminas se apilan para luego realizar un proceso de corte, para tomar la forma deseada por la marca, este proceso se puede realizar manual o automáticamente. El residual del amasado regresa a la amasadora para ser reprocesado. Las pastas ya en forma de disco se empaquetan, codifican y almacenan en frío para su posterior distribución.

## 2.2 Localización de la planta

El espacio que se designó para el estudio de la nueva línea de proceso se encuentra en la ciudad de Guayaquil, como parte de ampliación de una planta existente. Las dimensiones del terreno son de 30 m x 10 m. Esta nueva sección de la planta será totalmente independiente de la línea actual, ya que esta trabaja con harina de trigo, entonces se aísla la nueva línea para evitar contaminación cruzada.



**Figura 2.2 Localización referencial del espacio para la nueva línea de la planta.**  
[Cornejo & Pinargote]

## 2.3 Tecnologías disponibles para la elaboración de pasta

Existen varias empresas en el mercado que ofrecen maquinaria para elaborar pasta de cualquier tipo, siguiendo el flujo de proceso detallado en la sección 2.1. El proceso varía dependiendo de las necesidades específicas de la masa.

Storci s.p.a. propone un sistema denominado “Storci No-glut Raw”, donde procesa pasta de granos sin gluten, mediante un precocado previo al laminado/extruido. Si bien este sistema presenta ventajas de operación, para elaborar pasta fresca no podría aplicarse, ya que las láminas para empanada no son precocidas. Franco y Moreano proponen, como alternativa para elaboración sin gluten, una modificación de la masa utilizando una mezcla de harinas, grasas y goma Xanthan en la



formulación, lo cual ayuda que la masa sea de fácil manejo y se pueda elaborar mediante un proceso tradicional.

## **2.4 Distribución de espacios para la planta**

Se realizó un resumen de los artículos de las normas de Buenas Prácticas de Manufactura, que son relevantes para la distribución de espacios de la planta. Entre ellos tenemos:

- Artículo 3: Este artículo dispone que los establecimientos deben ser diseñados de tal manera que el riesgo de adulteración sea mínimo, que las instalaciones sean de fácil limpieza y que minimicen riesgo de contaminación.
- Artículo 5: En este artículo se establece que la edificación debe disponer de espacio suficiente para instalación, operación y mantenimiento de equipos, movimiento de personal y traslado de materiales, que brinden facilidades para higiene personal y que se dividan las áreas según el nivel de higiene requeridos y riesgos de contaminación.
- Artículo 6: Este artículo dispone que el área de trabajo se distribuya, preferentemente, de acuerdo con el principio de flujo hacia adelante (desde la recepción hacia el despacho de producto terminado), que los ambientes de áreas críticas sean de fácil mantenimiento y limpieza, minimizando contaminación cruzada, que disponga de cámaras de refrigeración/congelación de fácil limpieza y conservación de buenas condiciones higiénicas. Las instalaciones sanitarias deben existir en cantidad suficiente e independiente para hombres y mujeres, y no deben tener acceso directo al área de producción.
- Artículo 7: En este artículo se dice que se debe disponer de un sistema de abastecimiento y distribución adecuada de agua potable, el cual debe tener mecanismos de control de condiciones requeridas para el proceso, además de acceso a agua no potable para otras aplicaciones que no sean proceso, y no deben estar interconectados.
- Artículo 53: Este artículo describe que las bodegas deben mantenerse en buenas condiciones higiénicas para evitar descomposición o contaminación de alimentos empaquetados.
- Artículos 54, 57 y 58: En ellos se estipula que los almacenes de producto terminado deben incluir mecanismos de control de temperatura y humedad, y este

almacén debe tener métodos apropiados para identificar condiciones de alimentos (cuarentena, rechazo, aprobación, retención), además que los productos que requieran refrigeración deben ser almacenados en las condiciones que el mismo lo requiera.

## 2.5 Cálculos para determinar las características del laminado

Tamaño de la muestra: 30x30x1,5 mm

Área de la muestra:  $A=900 \text{ mm}^2$

Radio de los rodillos:  $R=125 \text{ mm}$

Velocidad de los rodillos:  $N=22 \text{ rpm}$

**Tabla 2.1 Análisis de textura de la masa sin gluten [Franco & Moreano]**

Tratamiento*	Dureza (N)
T1	0,165
T2	0,270
T3	0,235
T4	0,260
T5	0,150
T6	0,315
T7	0,230
T8	0,175
T9	0,270
T10	0,255

\*Para cada tratamiento se realizaron dos mediciones

Al calcular el valor promedio de los datos presentados en la tabla 2.2, se tiene que  $F=0,23 \text{ N}$  y  $t_f=1,5 \text{ mm}$

$$y_f = \frac{0,23 \text{ N}}{9 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 258,33 \text{ Pa} = 0,2583 \text{ MPa}$$

De la ecuación (1.7)

$$d_{max} = (0,1)^2 (125 \text{ mm}) = 1,25 \text{ mm}$$

Se tienen tres laminadoras en el proceso y en cada una de ellas, se reduce el espesor de la masa en 1,25 mm.

$$t_0 \xrightarrow{\text{Laminado 1}} t_1 \xrightarrow{\text{Laminado 2}} t_2 \xrightarrow{\text{Laminado 3}} t_f$$

Entonces, con la ecuación (1.1) obtenemos:

$$t_2 = 2,75 \text{ mm}$$

$$t_1 = 4,00 \text{ mm}$$

$$t_0 = 5,25 \text{ mm}$$

De la ecuación (1.9),

$$L = \sqrt{R(t_0 - t_1)} = \sqrt{R(t_1 - t_2)} = \sqrt{R(t_2 - t_f)} = 12,50 \text{ mm}$$

De la ecuación (1.8), asumiendo  $w=w_{\max}$ =ancho de la laminadora=2 m

$$F = (258,33 \text{ Pa})(2 \text{ m})(12,50 \times 10^{-3} \text{ m}) = 6,46 \text{ N}$$

De la ecuación (1.10), el momento de torsión de cada rodillo es:

$$T = (0,5)(6,46 \text{ N})(12,50 \times 10^{-3} \text{ m}) = 0,040 \text{ J}$$

De la ecuación (1.11), y utilizando  $N=22$  rpm, obtenemos la potencia requerida del motor:

$$P = 11,16 \text{ W} = 0,015 \text{ hp}$$

## 2.6 Requerimientos de proceso

### 2.6.1 Requerimiento de materia prima

Para el cálculo de los requerimientos de producción se toma como base de cálculo 1 turno de producción, el cual consta de 10 horas designadas. Los datos de capacidades de producción de cada máquina fueron determinados por la empresa cliente. Se consideraron 10 horas de producción. La operación que determina las condiciones de proceso es la compactación, ya que es la que tiene un tiempo más largo de trabajo, el cual es de 120 kg/h. Entonces por turno se procesará 1200 kg de masa.

Según Franco y Moreano, la masa se compone de 58,26% de harinas, 20% de agua, 3% de huevo, 3% de goma, 3% leche en polvo, 2,37% de sal, 1,97% de azúcar, 0,40% de conservante, 4% de manteca y 4% de aceite. Entonces, por cada batch de la amasadora se requieren: 35 kg de harinas, 12 kg de agua, 1,8 kg de leche en polvo, 1,8 kg de huevo, 1,8 kg de goma, 1,4 kg de sal, 1,2 kg de azúcar, 0,24 kg de conservante, 2,4 kg de manteca y 2,4 kg de aceite.

### 2.6.2 Estimación de personal operativo requerido

Para la implementación de la nueva línea se estimó, por turno, la cantidad de operadores requeridos, considerando la función que van a ejercer.

En transporte de cargas el número de personas requeridas es considerado con base en agilidad de operación, mas no en función del peso a cargar, ya que según

el Decreto Ejecutivo 2393 del Gobierno de la República del Ecuador, el peso máximo permitido de carga para un operador varón mayor de 18 años es de 79,54 kg y en la operación se considera que la materia prima se adquiere en presentaciones de 25 kg, por lo que el peso que carga el operador no excede el límite definido por ley.

Las tareas que deben ser cubiertas por personal, junto con el personal requerido para la operación discutido con la empresa cliente, son:

- Recepción y despacho de materia prima (1 operador)
- Operador de bodega (1 operador)
- Preparación de masa (3 operadores)
- Control de compactado, despacho a primera laminadora y control de primer laminado (1 operador)
- Control de segundo laminado y despacho a tercer laminado (1 operador)
- Control de tercer laminado y despacho a mesas de corte (1 operador)
- Apilado y corte de láminas (1 operador)
- Empaquetado y codificado (1 operador)
- Despacho a bodega de producto terminado (1 operador)
- Operador de despacho de producto terminado (1 operador)
- Inspección de producto terminado, liberación de producto y control de despacho de producto terminado (1 operador)

### **2.6.3 Disposición de recursos energéticos, hídricos y desechos**

Para la línea de operación se estableció el tipo de recursos que se requieren, así como los desechos que se generarán.

#### **2.6.3.1 Consumo de agua**

Para la operación de la planta se requiere agua potable para tres usos distintos: agua de proceso para la elaboración del producto, agua de consumo humano y agua para lavado de equipos.

Según van den Berg y Danilenko (2014) el consumo de agua en Ecuador es de 162 litros por persona por día, entonces, tomando en consideración que en dos turnos se debe distribuir agua para 26 personas al día, se determinó que el requerimiento de agua potable de consumo humano es de 4212 litros diarios, lo que mensualmente (26 días aproximadamente) representa un requerimiento de 110 metros cúbicos de agua para consumo humano.

El lavado de los equipos se realiza de manera manual, utilizando agua y detergente. Según estimaciones de la empresa cliente, la línea demandará 18 metros cúbicos de agua en el lavado de pisos y equipos y, según Martín, Betancort, Salas, Peñate, Pidre y Sardón (2006), entre el 60 y el 85% del agua consumida por una población se convierte en desecho. Considerando un 60% de descarte de agua, esto representaría un aproximado total de 84 metros cúbicos de agua de descarte mensuales.

### **2.6.3.2 Disposición de desechos**

Se realizó una identificación de los posibles desechos generados por la operación de la planta, estos pueden ser:

- Envases de micro-ingredientes (aceite, gomas, etc.)
- Sacos de harinas
- Restos de fundas de empaque
- Residuo de masa de corte
- Aceites y grasas de agua de lavados

Para la disposición de envases, sacos y fundas de empaque, se deberán clasificar estos según su naturaleza, para su recolección y posible reciclaje. Se designa un área para centro de acopio de materiales de desecho. Los residuos de masa de corte son reincorporados a la cadena en el proceso de amasado, por lo que virtualmente no hay desperdicio, sin embargo, se debe designar también un área para la disposición de desechos orgánicos.

Según el Municipio de Guayaquil (2016), la actividad de una industria panadera debe cuidar su descarga de aceites y grasas al alcantarillado público, la cual debe tener un contenido máximo de 70 mg/L de aceites y grasas. La contribución de este material en el agua de descarga se da en las operaciones de lavado, por lo que se debe analizar si el contenido de estos elementos en las aguas de descarte supera el límite establecido por la norma. La empresa de agua potable de Playas HIDROPLAYAS E. P. propone un diseño de trampa de grasa para lavadoras no tecnificadas, la cual podría satisfacer las necesidades de operación para la empresa. La empresa Hidroplayas E.P. recomienda no colocar la trampa de grasa a más de 7 metros del punto de descarga, y las descargas del proceso

no se deben juntar con las descargas de aguas servidas. Esta información se debe corroborar cuando la planta sea puesta en marcha.

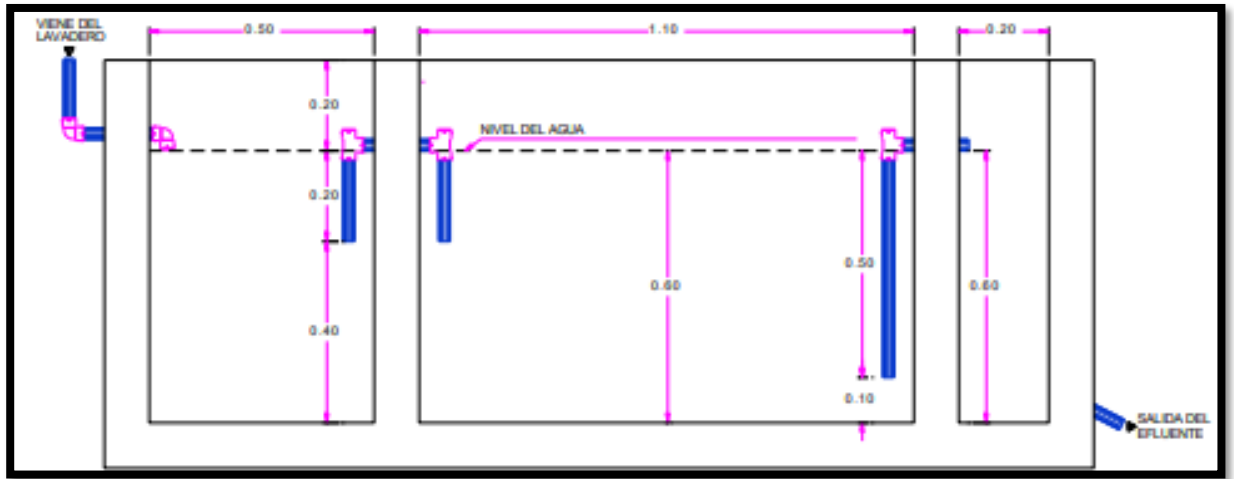


Figura 2.3 Diseño de una trampa de grasa propuesta [HIDROPLAYAS E. P.]

### 2.6.3.3 Consumo de energía eléctrica

De acuerdo con CIME Power Systems, el consumo de energía eléctrica para un motor trifásico se puede calcular siguiendo la ecuación:

$$\text{Consumo} = \frac{\sqrt{3} * E * I * fp * 1 \text{ hora}}{1000 * N} \quad (2.1)$$

Donde E representa la tensión (V), I es la corriente (A), fp es el factor de potencia del motor y N la eficiencia de este.

Las características de los motores requeridos en la planta se muestran a continuación:

Tabla 2.2 Características de los motores utilizados [Cornejo & Pinargote]

Número de fases	3
Tensión	220 V
Potencia	5 hp
Factor de potencia	0,86
Eficiencia	71,1
Corriente	16 A

Esto nos da un consumo de 7,7 kW-h para motores trifásicos.

## 2.7 Requerimientos para la implementación de la planta

### 2.7.1 Permisos de funcionamiento

Entre los permisos requeridos para el funcionamiento de la planta podemos considerar:

#### 2.7.1.1 *Permiso de funcionamiento de la ARCSA*

Para obtener el permiso de funcionamiento otorgado por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria se piden los siguientes requisitos:

- Número de Registro Único de Contribuyentes (RUC).
- Categorización otorgada por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) o por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS).

El costo de la obtención del permiso de funcionamiento varía dependiendo del tipo de industria, de acuerdo con la tabla 2.6:

**Tabla 2.3 Costo del permiso de funcionamiento por tipo de establecimiento**

**[ARCSA]**

Tipo de establecimiento	Costo (\$)
Industria	283,68
Mediana industria	189,12
Pequeña industria	141,84

#### 2.7.1.2 **Permiso de Medio Ambiente**

Debido a que la implementación y operación de la empresa representa un impacto ambiental, es necesaria la obtención de un permiso o licencia ambiental. Este permiso es emitido por el Ministerio del Ambiente a través del Sistema Único de Información Ambiental, el cual se encuentra disponible en la página web del ministerio ([suia.ambiente.gob.ec](http://suia.ambiente.gob.ec)).

#### 2.7.1.3 **Certificado de BPM**

Para la obtención del certificado de Buenas Prácticas de Manufactura, el propietario de la planta procesadora de alimentos debe seleccionar a un organismo de inspección con acreditación registrado en la ARCSA y planificar la inspección respectiva a su planta. Una vez realizada la inspección y si se cumple con la normativa se emite una orden de pago, la cual tiene una vigencia de 10 días laborables. El costo de la certificación varía de acuerdo con la categoría de la industria, tal como se muestra en la tabla 2.7:

**Tabla 2.4 Costo de la certificación BPM por tipo de establecimiento [ARCSA]**

Tipo de establecimiento	Costo (SBU*)
Industria	5 SBU
Mediana industria	4 SBU
Pequeña industria	3 SBU

\*Un salario básico unificado (SBU) equivale a \$394,00

El sistema automatizado emitirá el Código Único BPM por el registro del certificado de Buenas Prácticas de Manufactura, emitido por el organismo de inspección acreditado.



# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

El diseño de la nueva planta de procesamiento se constituyó con base en los siguientes parámetros:

- Proceso productivo: preparación de láminas de pastas frescas sin gluten para empanadas
- Localización del proyecto: Guayaquil, Ecuador
- Turnos de operación: 2
- Duración del turno: 12 horas
- Días laborables: 309 días al año
- Capacidad instalada de planta: 2400 kg/día

Los datos de operación y de capacidad son establecidos por la empresa cliente conforme a sus requerimientos.

La masa producto está compuesta de harina de maíz, harina de arroz, almidón de yuca, agua, huevo y goma Xanthan (Franco y Moreano, 2019).

La amasadora tiene una capacidad de producción por batch de 100 kg de masa y una duración batch de 10 minutos. Debido a que la capacidad de producción de la línea se encuentra limitada por la capacidad de procesamiento de la compactadora, la cual puede procesar 120 kg/h, se determinó que se trabaje en dos batch, procesando 60 kg de masa en cada una.

Los requerimientos de materia prima, por turno de operación, se presentan a continuación:

**Tabla 3.1 Requerimientos de materia prima [Cornejo & Pinargote]**

Materia prima	Cantidad (kg/turno)
Harinas	700
Agua	240
Leche en polvo	36
Huevo	36
Goma	36
Sal	28
Azúcar	24

Conservante	4,8
Manteca	48
Aceite	48

Debido a los requisitos alimenticios que se tienen para elaborar productos libres de gluten, se diseñó una nueva área de proceso independiente de la ya existente en la empresa cliente, para evitar contaminación cruzada. Esta nueva área es completamente independiente desde el almacenaje de las harinas hasta la bodega de producto terminado, para garantizar la inocuidad del producto.

Los equipos y espacios que se consideran para la planta son una amasadora, una compactadora, tres laminadoras, tres cintas transportadoras, tres mesas de corte, un sistema de enfriamiento, un sistema de purificación de agua, una bodega de materias primas, una cámara de frío y un área de codificado-empaquetado.

Dado que la masa no contiene gluten, el cual es importante para proporcionar elasticidad a la misma se calculó la potencia que se requiere en el motor de la laminadora, esto se presenta en la sección 2.5 en la cual se determinó una potencia de 0,015 hp.

Para la operación de la línea con total utilización de la capacidad instalada de planta, se estima que se requieren 13 operadores por turno.

En la Tabla 3.2 se detalla el área que requiere cada zona de proceso.

**Tabla 3.2 Área requerida para cada zona de proceso [Cornejo & Pinargote]**

Procesos	Área (metros cuadrados)
Bodega de materia prima	10
Bodega de micro-ingredientes	6
Amasado	6
Compactado	15
Laminado (3 laminadoras)	18
Mesas de corte (tres mesas)	18
Empaquetado y codificado	6
Cámara de frío	12

La distribución de planta se puede apreciar en el Apéndice A.

En base a los cinco motores necesarios para el funcionamiento de la línea se tiene un consumo de 38,5 kW-h. De acuerdo con la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), a este tipo de empresas se les aplica la tarifa general de bajo voltaje con demanda, en la cual se establece que el consumidor debe pagar \$0,082/kWh en función a la energía consumida y, adicional, debe pagar un cargo por potencia de \$4,055/kW-mes por cada kW de demanda facturable.

La Comunidad Andina de Naciones (CAN), en la Decisión 702, ha establecido la clasificación de las empresas basándose en dos parámetros que son: personal ocupado y valor bruto de las ventas anuales, tal como se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Clasificación de las industrias [CAN]**

Parámetro*	Microempresas	Pequeñas empresas	Medianas empresas	Grandes empresas
Personal ocupado	De 1-9	De 10-49	De 50-199	≥200
Valor bruto de ventas anuales (\$)	≤100.000	100.001-1'000.000	1'000.001-5'000.000	≥5'000.000

\*Prevalece el valor bruto de ventas anuales sobre el parámetro de personal ocupado.

De acuerdo con esta clasificación, dado su valor bruto de ventas anuales, la empresa cliente se situaría en la categoría “grandes empresas”. Al pertenecer a esa categoría, la inversión para permisos de funcionamiento de la empresa representa un valor aproximado de \$2256,68.

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Conclusiones

- Las operaciones involucradas en el proceso que realiza la línea son amasado, compactado, laminado y corte. Con base en las propiedades físicas de la masa se determina que, para obtener el espesor deseado en las láminas, de 1,5 milímetros, se necesitan tres laminados, utilizando una fuerza de 6,46 N y una potencia de laminado de 11,16 W.
- La línea de proceso se dimensionó para una capacidad de 120 kg/h, trabajando 10 h en dos turnos, por 320 días al año, siguiendo directrices de la empresa cliente y se dispuso de un terreno de 300 metros cuadrados para la distribución de la planta.
- Las propiedades de la masa propuesta permiten que se pueda adaptar la tecnología de proceso que actualmente funciona en la planta, con modificaciones en parámetros de los equipos.
- La distribución de las secciones de la planta se realizó siguiendo los incisos de las normas de Buenas Prácticas de Manufactura, orientando el flujo del proceso de atrás hacia adelante, manteniendo instalaciones sanitarias individuales para hombres y mujeres, aisladas del proceso productivo, manteniendo la línea separada de la sección de producción de masa de trigo y disponiendo de un espacio con ambiente controlado para el almacenamiento del producto terminado, óptimo para la separación de producto aceptado y rechazado.
- La nueva línea de producción demandará 13 operadores en cada turno, y se debe proveer de 240 litros de agua tratada por turno, 110 metros cúbicos de agua para consumo humano por mes, y el consumo de energía eléctrica de los motores de la línea será de 38,5 kW-h.
- El costo por permisos que la empresa debe asumir para la implementación de la planta es de \$2256,68, considerando permiso de funcionamiento de la ARCSA y la certificación en BPM.

## **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda a la empresa realizar análisis a sus aguas residuales del proceso con la finalidad de poder diseñar una trampa de grasa adecuada para sus necesidades.
- Para la implementación de la planta se recomienda hacer pruebas en piloto de los procesos en las máquinas, para detectar posibles desviaciones y adaptar los parámetros de funcionamiento.
- Realizar análisis de la demanda real de corriente para levantar información de los requerimientos de potencia que tenga la nueva línea.

# BIBLIOGRAFÍA

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. *Base de datos alimentos, 2009*. Ecuador. Recuperado de <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=6178&force=0>

Callejo, M. J. (2002) *Industrias de Cereales y Derivados*. España: Ediciones Mundi-Prensa

Cime Power Systems. *Fórmulas eléctricas, unidades de medición y consume eléctrico*. 1-2. Recuperado el 22 de julio 2019, de [http://cimepowersystems.com.mx/descargas/Formulas\\_Electricas\\_Consumo.pdf](http://cimepowersystems.com.mx/descargas/Formulas_Electricas_Consumo.pdf)

CODEX STAN 118-1979. *Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten*. 2-3. Recuperado de [http://www.fao.org/input/download/standards/291/CXS\\_118e\\_2015.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/291/CXS_118e_2015.pdf)

Cosnes, J., Cellier, C., Viola, S., Colombel, J., Michaud, L., Sarles, J., ... Mouterde, O. (2008). *Incidence of Autoimmune Diseases in Celiac Disease: Protective Effect of the Gluten-Free Diet*. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 6(7), 753–758. doi: 10.1016/j.cgh.2007.12.022

Decisión 702 de la Comunidad Andina de Naciones. *Sistema Andino de Estadística de la PYME*, de 10 de diciembre de 2008, 2. Recuperado de <http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC702s.pdf>

Farage, P., de Medeiros Nóbrega, Y. K., Pratesi, R., Gandolfi, L., Assunção, P., & Zandonadi, R. P. (2016). *Gluten contamination in gluten-free bakery products: a risk for coeliac disease patients*. *Public Health Nutrition*, 20(03), 413–416. doi:10.1017/s1368980016002433

Franco, K., Moreano, S. (2019) *Diseño de una línea de producción de pastas frescas para la elaboración de empanadas*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil (2016) *Indicaciones de Manejo del Manifiesto Anual de Descargas de Efluentes Líquidos y Vertidos Atmosféricos*. Recuperado de:

[https://guayaquil.gob.ec/Documents/4\\_Matriz%20de%20Monitoreos.xlsx](https://guayaquil.gob.ec/Documents/4_Matriz%20de%20Monitoreos.xlsx)

Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W., Courtin, C., Gebruers, K., Delcour, J. (2005) *Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality*. Trends in Food & Technology 16, 12-30.

Groover, M. (2007) *Fundamentos de Manufactura Moderna. Tercera Edición*. México:McGraw-Hill

Hidroplayas E. P. (s.f.) *Trampas de Grasa*. Recuperado de: <http://hidroplayas.gob.ec/leydetransparencia/trampasdegrasa.pdf>

Lis, D. M., Stellingwerff, T., Shing, C. M., Ahuja, K. D. K., & Fell, J. W. (2015). *Exploring the Popularity, Experiences, and Beliefs Surrounding Gluten-Free Diets in Nonceliac Athletes*.

International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 25(1), 37–45. doi:10.1123/ijsnem.2013-0247

Martín, I., Betancort, J.R., Salas, J.J., Peñate, B., Pidre, J. R., Sardón, N. (2006) *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Mejora de la calidad de los efluentes*. España: Instituto Tecnológico de Canarias

Martínez, C (2010) *Utilización de pastas como alimentos funcionales*. (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata). Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2694/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2694/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Torbica, A., Hadnađev, M., & Dapčević, T. (2010). *Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour*. Food Hydrocolloids, 24(6-7), 626–632. doi:10.1016/j.foodhyd.2010.03.004

Polanco, I., Ribes, C. (s.f.) *Enfermedad celíaca*. Asociación Española de Pediatría. Recuperado de <http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/5-celiaca.pdf>

Presidencia de la República del Ecuador. *Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Capítulo V, Art. 128 Numeral 4*, 1986, Ecuador. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

Presidencia de la República del Ecuador. *Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados*, 2002, Ecuador. Recuperado de <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf>

Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador. *Registro Oficial N° 555 Expedición de Norma Sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados*, 2015, Ecuador. Recuperado de <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/Registro-Oficial-Res-042-BPM-Alimentos.pdf>

República Oriental de Uruguay. Ministerio de Salud Pública. (2013). Programa Nacional de Nutrición. *Pautas para la elaboración de alimentos libres de gluten en servicios de alimentación colectiva*. 2-4. Recuperado de [http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/pautas\\_elaboracion\\_alimentos\\_libre\\_gluten.pdf](http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/pautas_elaboracion_alimentos_libre_gluten.pdf)

Resolución N° 2176/2013 del Ministerio de Salud de la Nación. *Guía de Buenas Prácticas de Manufactura. Establecimientos Elaboradores de Alimentos Libres de Gluten*, de 27 de enero de 2014, 10-15. Recuperado de [http://www.msal.gob.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000416cnt-2013-05\\_guia-BPM-elaboradores-ALG.pdf](http://www.msal.gob.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000416cnt-2013-05_guia-BPM-elaboradores-ALG.pdf)

Resolución Nro. ARCONEL-002/19. *Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución*, de 31 de enero de 2019, 13. Recuperado



de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/02/Pliego-Tarifario-SPEE-2019.pdf>

Savilahti, E., Simell, O., Koskimies, S., Rilva, A., & Åkerblom, H. K. (1986). *Celiac disease in insulin-dependent diabetes mellitus*. *The Journal of Pediatrics*, 108(5), 690–693. doi:10.1016/s0022-3476(86)81042-3

Servicio de Acreditación Ecuatoriano. *Buenas Prácticas de Manufactura de alimentos procesados*, 2018, Ecuador. Recuperado de <https://www.acreditacion.gob.ec/buenas-practicas-manufactura-alimentos-procesados/>

Singh, P., Arora, A., Strand, T., Leffler, D., Catassi, C., Green, P., Kelly, C., Ahuja, V., Makharia, G. (2018) *Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic Review and Meta-analysis*. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 16, 6, 823-836.

Storci s.p.a (s. f.) *Pastas Frescas*. Recuperado de [https://www.storci.com/pdf/lines/commons/PastaFresca\\_FRA-SPA.pdf](https://www.storci.com/pdf/lines/commons/PastaFresca_FRA-SPA.pdf)

Van den Berg, C., Danilenko, A. (2014) *The IBNET Water Supply and Sanitation Performance Blue Book*. Estados Unidos: World Bank

# APÉNDICES

## Apéndice A. Plano de distribución de la planta

