



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL**

**Ing. Sergio Alfonso Patzan Chitay**

Asesorado por el Mtro. Ing. Néstor Alejandro Patzan Chitay

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ING. SERGIO ALFONSO PATZAN CHITAY**

ASESORADO POR EL MAESTRO NESTOR ALEJANDRO PATZAN CHITAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADOR	Ing. Vladimir Iván Pérez Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de enero de 2022.

**Ing. Sergio Alfonso Patzan Chitay**

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.337.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL** presentado por **Ing. Sergio Alfonso Patzán Chiray**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Aurelia Ángeles Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc



**Guatemala, marzo de 2023**

LNG.EEP.OI.337.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN  
COMERCIAL”**

presentado por **Ing. Sergio Alfonso Patzán Chitay** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*Edm*  
“Id y Enseñad a Todos”  
**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 27 de septiembre de 2022

**M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Presente**

**Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti**

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL** del estudiante **Sergio Alfonso Patzan Chitay** quien se identifica con número de carné **201403530** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
ESCUOLA DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE GUATEMALA

**Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos**  
**Coordinador**  
**Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

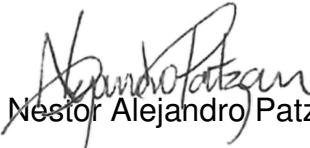
Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti Director  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**DISEÑO SANITARIO DE UNA PLANTA DE PANIFICACIÓN COMERCIAL**" del estudiante **Sergio Alfonso Patzan Chitay** del programa de **Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos** identificado con número de carné 201403530.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

  
M.A. Ing. Nestor Alejandro Patzan Chitay

Colegiado No. 9806

Asesor de Tesis

NESTOR ALEJANDRO PATZAN CHITAY  
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL  
COLEGIADO NO. 9.806

## ACTO QUE DEDICO A:

<b>Dios</b>	Por su amor, favor y gracia.
<b>Mis padres</b>	Hermelindo Patzan y Patrocinia Chitay. Por ser una guía y motivación para superarme cada día en todos los aspectos de mi vida, por su amor incondicional, paciencia, comprensión y apoyo
<b>Mis hermanos</b>	Rosa, Mario, Cristobal, Sandra, Néstor y Ana Patzan. Por ser una importante influencia en mi vida, por su apoyo incondicional.
<b>Mis sobrinos</b>	Sandi, Karen y Jacob Patzan. Por su cariño incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser una importante influencia en mi vida.

**Facultad de Ingeniería** Por brindarme de sus conocimientos.

**Mi familia** Por apoyarme incondicionalmente y permitirme alcanzar este logro.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Generalidades de la panificación .....	3
1.2.1. Historia de la panificación .....	4
1.2.2. Historia de la industria panificadora en Guatemala ...	5
1.3. Materias primas utilizadas .....	7
1.3.1. Harina .....	7
1.3.2. Harina de trigo .....	7
1.3.3. Azúcar .....	8
1.3.4. Grasas .....	9
1.3.5. Levadura.....	11
1.3.6. Agua .....	12
1.3.7. Sal .....	13
1.3.8. Productos de mayor producción.....	13
1.4. Generalidades del diseño sanitario .....	14
1.4.1. Diseño sanitario en la industria de la panificación ...	14

1.4.2.	Localización y acceso de la planta .....	16
1.4.3.	Diseño y construcción .....	17
1.4.4.	Pisos .....	18
1.4.5.	Techos .....	18
1.4.6.	Paredes .....	19
1.4.7.	Las puertas .....	20
1.4.8.	Ventilación .....	21
1.4.9.	Iluminación .....	21
1.5.	Diseño sanitario de equipos .....	22
1.6.	Limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y superficies de procesamiento .....	25
1.7.	Higiene y seguridad del personal .....	25
1.8.	Manejo de residuos .....	26
1.9.	Proceso productivo .....	27
1.10.	Dosificadores y mezclado .....	31
1.10.1.	Cernido .....	33
1.10.2.	Batido y amasado .....	33
1.10.3.	Preparación de las masas .....	34
1.10.4.	Horneado .....	35
1.11.	Tipos de hornos .....	36
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
2.1.	Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación .....	37
2.1.1.	Estimar el tamaño promedio de una panadería .....	38
2.1.2.	<i>Check list</i> de cumplimiento .....	39
2.1.3.	Determinación de luminarias mediante el método de flujo total .....	42
2.1.3.1.	Índice de local .....	44

2.1.3.2.	Coeficiente de reflexión .....	44
2.1.3.3.	Flujo luminoso total .....	45
2.1.3.4.	Número de luminarias .....	46
2.1.4.	Cálculo de techo .....	47
2.1.5.	Cálculo de ventilación .....	49
2.2.	Aspectos productivos .....	52
2.2.1.	Definir productos de mayor demanda .....	52
2.2.2.	Definir línea de producción .....	52
2.2.3.	Equipos y capacidades .....	54
2.2.4.	Estimar capacidad productiva .....	55
2.3.	Organización del área productiva .....	56
2.3.1.	Establecer dimensiones de la planta .....	56
2.3.2.	Cálculo de distribución de superficie método de Guerchet .....	56
2.3.2.1.	Superficie Estática ( $S_s$ ) .....	57
2.3.2.2.	Superficie Gravitacional ( $S_g$ ) .....	57
2.3.2.3.	Superficie de evolución .....	57
2.3.3.	Establecer áreas de la planta .....	59
2.3.4.	Ubicar equipos para la producción .....	60
3.	RESULTADOS .....	63
3.1.	Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación .....	63
3.1.1.	Diseño en cuanto al <i>Check list</i> de cumplimiento del RTCA .....	63
3.1.1.1.	Diseño .....	64
3.1.1.2.	Pisos, paredes y techo .....	65
3.1.1.3.	Ventanas y puertas .....	66
3.1.1.4.	Iluminación .....	67

3.1.1.5.	Ventilación .....	68
3.1.1.6.	Drenajes .....	69
3.1.1.7.	Instalaciones sanitarias e instalaciones para lavamanos .....	69
3.1.1.8.	Desechos sólidos.....	71
3.1.1.9.	Luminarias mediante el método de flujo total .....	71
3.1.1.10.	Cálculo de techo .....	74
3.1.1.11.	Cálculo de ventilación .....	74
3.2.	Aspectos productivos .....	75
3.2.1.	Definir línea de producción .....	76
3.2.1.1.	Proceso para la elaboración de pan de manteca.....	76
3.2.1.2.	Procedimiento de elaboración de pan de manteca.....	78
3.2.1.3.	Procedimiento de elaboración de masa de concha para decorar .....	78
3.2.1.4.	Proceso para la elaboración de pan de francés.....	80
3.2.1.5.	Procedimiento de elaboración de pan de francés.....	80
3.2.1.6.	Procedimiento de elaboración de cubiletes .....	82
3.2.1.7.	Procedimiento de elaboración de cubilete .....	83
3.2.2.	Equipos necesarios .....	84
3.2.3.	Capacidad de producción .....	85
3.3.	Organización del área productiva .....	87
3.3.1.	Establecer dimensiones de la planta .....	88

3.3.2.	Cálculo de distribución de superficie para el área productiva mediante el método de Guerchet.....	88
3.3.3.	Establecer áreas de la planta.....	89
3.3.4.	Ubicar equipos para la producción .....	90
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	95
4.1.	Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación.....	95
4.1.1.	Diseño sanitario en cuanto al <i>check list</i> de cumplimiento del RTCA .....	96
4.2.	Aspectos productivos.....	98
4.3.	Organización del área productiva .....	100
CONCLUSIONES .....		103
RECOMENDACIONES.....		105
REFERENCIAS .....		107
APÉNDICES .....		111



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Proceso de elaboración de pan de Guatemala .....	6
2.	Harina.....	8
3.	Proceso de elaboración de pan de Guatemala .....	10
4.	Pan de Guatemala.....	14
5.	Limpieza de superficies .....	15
6.	Ingreso sanitario de planta de producción de alimentos .....	23
7.	Desechos de una planta de panificación .....	27
8.	Proceso productivo de una panadería .....	28
9.	Diagrama básico del proceso .....	31
10.	Elaboración de masa .....	35
11.	Tipos de horno .....	36
12.	Formato de encuesta.....	37
13.	Imagen satelital, panadería Margarita.....	38
14.	Esquema distancia entre luminarias .....	47
15.	Diagrama de un lado del techo de la planta.....	48
16.	Diseño del techo de la planta .....	49
17.	Dimensiones de la planta .....	50
18.	Sistema de ventilación.....	51
19.	Proceso general de elaboración de pan .....	53
20.	Plano general de la planta .....	59
21.	Plano de las áreas de la planta.....	60
22.	Ubicación de equipos dentro de la planta .....	61
23.	Inciso 1.2.1 Diseño RTCA 67.01.33:06 (2006).....	64
24.	Incisos 1.2.2 Pisos y 1.2.3 Paredes RTCA 67.01.33:06 (2006) ...	65

25.	Incisos 1.2.3 Paredes y 1.2.4 Techo RTCA 67.01.33:06 (2006) ..	66
26.	Inciso 1.2.5 Ventanas y puertas RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	67
27.	Inciso 1.2.6 Iluminación RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	68
28.	Inciso 1.2.7 Ventilación RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	68
29.	Inciso 1.4.1 Drenajes RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	69
30.	Incisos 1.4.2 Instalaciones sanitarias y 1.4.3 Instalaciones para lavamanos RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	70
31.	Inciso 1.5.1 Desechos sólidos RTCA 67.01.33:06 (2006) .....	71
32.	Tipo de iluminación .....	72
33.	Distancia entre luminarias .....	73
34.	Distribución de luminarias .....	73
35.	Vista del techo .....	74
36.	Sistema de ventilación .....	75
37.	Productos de mayor demanda .....	76
38.	Diagrama de elaboración de pan de manteca .....	79
39.	Diagrama de elaboración de pan francés .....	81
40.	Diagrama de elaboración de cubiletes .....	83
41.	Plano general de la planta.....	89
42.	Plano de las áreas de la planta .....	90
43.	Ubicación de equipos dentro de la planta.....	91
44.	Diseño final de la planta .....	91
45.	Áreas de la planta .....	92
46.	Interior y exterior de la planta .....	93

## TABLAS

I.	Dimensiones de panaderías encuestadas.....	39
II.	Check list de cumplimiento.....	40

III.	Datos para la determinación de luminarias .....	43
IV.	Datos para la determinación de luminarias .....	45
V.	Datos para la determinación de factor de utilización .....	45
VI.	Datos para determinación de techo .....	48
VII.	Panes de mayor venta.....	52
VIII.	Equipos y capacidades.....	54
IX.	Sacos procesados por día en las panaderías encuestadas .....	55
X.	Datos para la determinación del área total .....	58
XI.	Dimensiones promedio de una panadería comercial .....	63
XII.	Ingredientes para la producción de pan de manteca. ....	77
XIII.	Ingredientes para la elaboración de masa de concha para decorar. ....	77
XIV.	Ingredientes para la producción de pan de francés. ....	80
XV.	Ingredientes para la producción de cubiletes.....	82
XVI.	Equipos requeridos por la línea de producción .....	85
XVII.	Capacidades de equipos .....	85
XVIII.	Sacos de harina procesados en promedio por día.....	86
XIX.	Kilogramos de masa por procesar .....	87
XX.	Tiempo de proceso por kilogramos por procesar .....	87



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal de renovación
<b>Φ</b>	Flujo luminoso
<b>°C</b>	Grado Celsius
<b>°F</b>	Grado Fahrenheit
<b>Hz</b>	Hercio
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>m</b>	Metro
<b>min</b>	Minuto
<b>s</b>	Superficie
<b>T<sub>R</sub></b>	Tasa de renovación
<b>V</b>	Volumen
<b>W</b>	Watt



## GLOSARIO

<b>BPM</b>	Las buenas prácticas de manufactura son un conjunto de principios básicos cuyo objetivo es garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes en la producción y distribución.
<b>Diseño sanitario</b>	Consiste en la estructuración y distribución de los espacios en pro de mejorar la productividad y reducir los riesgos de contaminación de los alimentos, ya sea por causas internas o externas.
<b>Planta de producción</b>	Es una fábrica donde se elaboran productos y sus instalaciones disponen de todos los medios necesarios para desarrollar el proceso de fabricación.
<b>RTCA</b>	El reglamento técnico centroamericano tiene como objetivo establecer las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se cuenta con una guía para el diseño básico de una planta de panificación, que cumpla los requerimientos mínimos de diseño sanitario y garantice la inocuidad de la producción de una panadería comercial, en Guatemala.

Se tiene suficiente información referente a la panificación, así como a la tecnología de esta, pero dicha información se limita únicamente a los ingredientes y su función en la panificación o incluso llegan a ser formularios de recetas que no brindan un mayor aporte enfocado al diseño de una planta de panificación.

Muchos diseños de plantas panificadoras se enfocan principalmente a la alta producción con el fin de obtener la mayor capacidad instalada de acuerdo con los equipos que poseen dejando muy de lado aspectos claves en la inocuidad de los alimentos, como lo puede ser diseño de paredes, pisos, techos, equipos con diseños no sanitarios o de difícil limpieza lo que provoca la producción de alimentos no seguros para el consumo humano.

El mal diseño de una planta puede causar pérdidas completas de inversión, cierre de operaciones, una mala optimización del espacio disponible, problemas legales que conllevan un mal procesamiento y riesgos a la salud del consumidor por alimentos contaminados preparados bajo condiciones no inocuas.

No tener una guía para el buen diseño, puede causar diversidad de problemas como ya se han mencionado anteriormente, por lo cual los

emprendedores e inversionistas prefieren no arriesgarse a tener pérdidas, esto ya que la información enfocada al diseño es limitada si en caso se tuviera, y la mayoría de información con la que se cuenta no establece una línea lógica y sencilla para lograr así obtener un buen diseño de una planta de panificación que pueda que no solo ser rentable si no asegurar y producir un alimento inocuo y de calidad.

Tener un proceso inocuo y un buen diseño va de la mano ya que sin esto no se puede lograr crecer en el mercado el cual es muy competitivo actualmente, ya que los consumidores de ahora no solo buscan satisfacer sus necesidades básicas, sino además también buscan quien pueda garantizar un producto inocuo.

Esto lleva a plantear la pregunta principal del estudio: ¿Cómo será el diseño sanitario de una planta de panificación comercial? Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los principales aspectos que considerar al realizar un diseño sanitario de una planta de panificación?
- ¿Cuáles son los equipos básicos con los que debe contar una planta de panificación?
- ¿Cuál es la mejor disposición de los equipos con el fin de obtener la mayor área productiva disponible?

## RESUMEN

En la presente investigación se diseñó una planta de panificación comercial que cumple con las medidas sanitarias requeridas. Establece los principales aspectos por considerar al realizar el diseño sanitario de una planta panificadora, así también se definieron los principales equipos utilizados en una planta de panificación, por último, se detalla la mejor disposición de los equipos dentro de la planta con el fin de obtener la mayor área productiva disponible.

Para la obtención de los datos iniciales para el diseño de la planta panificadora, se realizó una encuesta a panaderías ya establecidas, con el fin de obtener información básica como dimensiones, equipos y capacidades de estos, así como productos de mayor venta. Seguidamente se realizó una revisión al RTCA 67.01.33:06 Buenas Prácticas de Manufactura, principios generales del 2006, para identificar los aspectos por cumplir al diseñar una planta.

Posteriormente con base en los productos de mayor venta, se definió la línea de producción de estos, los procedimientos y el diagrama de equipos, necesario para su procesamiento. Por último, identificado los productos, equipos y capacidades se organiza el área productiva y se establece el croquis de ubicación de las áreas, y el diseño final de la planta con los equipos y áreas establecidas.

El diseño final de la planta se realiza en 80 m<sup>2</sup> que se ajusta a la mayoría de las panaderías establecidas, en donde se representa la disposición de las áreas y equipos a fin de tener un flujo continuo y evitar así una posible contaminación cruzada, así también se presentan el diseño de la planta para el

cumplimiento de los puntos aplicables del RTCA 67.01.33:06 (2006), para garantizar el diseño sanitario de la planta.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar una planta de panificación comercial con todas las medidas sanitarias requeridas.

### **Específicos**

1. Establecer los principales aspectos por considerar al hacer un diseño sanitario de una planta de producción de panificación.
2. Definir los principales equipos utilizados en una planta de panificación.
3. Detallar la mejor disposición de los equipos con el fin de obtener la mayor área productiva disponible.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio es de tipo cuantitativo con un alcance descriptivo, dado que se diseñó una planta de panificación comercial que cumpla con las medidas sanitarias requeridas, de acuerdo con los principales aspectos a considerar al diseñar, así también identificar los principales equipos utilizados en una planta panificadora y, por último, detallar la mejor disposición de los equipos con el fin de obtener la mayor utilización del área productiva.

Se realizó un diseño de tipo no experimental transeccional descriptivo, ya que se diseñó una planta panificadora, por lo cual el presente estudio no presenta ningún estudio estadístico únicamente se limitó al diseño de la planta e identificar los equipos básicos para una panificadora.

Se realizó una encuesta a diez panaderías, con el fin de obtener información inicial para el diseño de una planta de panificación comercial, de la cual se obtuvo información como el tamaño promedio de una panadería ya instalada, productos de mayor demanda, el número de trabajadores y equipos necesarios para lograr cubrir con la demanda de producción. Seguidamente se dio revisión al *checklist* de cumplimiento con base en RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Principios generales de las Buenas prácticas de manufactura, se tomaron los puntos aplicables de este reglamento al diseñar una planta de alimentos.

De acuerdo con los tres productos identificados de mayor demanda según la encuesta realizada, se limitó el diseño de la planta a estos productos, se establecieron formulaciones, procedimientos y diagramas de procedimientos de

dichos panes. Posteriormente de acuerdo con la capacidad productiva de cada una de las panaderías, se tomó un promedio de su capacidad de producción la cual fue la base para diseñar la máxima capacidad de producción de los tres productos de mayor demanda.

Como se mencionó anteriormente el tamaño utilizado para el diseño de la planta fue el promedio de los datos obtenidos de dimensiones de panaderías instaladas. Seguidamente se realizaron los diagramas de equipos de la línea de producción afín de esquematizar el proceso y orden para elaborar los productos a los cual nos limitamos en el diseño, esto con base en los diagramas de procedimientos, con el fin de conocer las operaciones necesarias para la transformación de los ingredientes en el producto final.

De acuerdo con el diagrama de equipos se ubicó dentro del plano de la planta, un área específica para cada operación con el fin de seguir el flujo de proceso y evitar la contaminación cruzada de los alimentos en proceso de los listos para consumir. Como último punto se realizó el diseño final de la planta, de producción con la ubicación de los equipos y el área disponible que se tendría.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la panificación es una de las mayores industrias en el país, la cual sigue creciendo año con año, pues cada día más emprendedores buscan iniciar un negocio propio y siendo el pan un alimento que se encuentra presente en la mesa de las familias, ven a una panadería como un negocio rentable, pero al iniciar el emprendimiento muchas de estas panaderías emergentes no logran cumplir con los principios generales del diseño sanitario y es en esto donde se pone en riesgo la inocuidad de los alimentos. Esto debido a que no se cuenta con una guía que aborde el diseño sanitario de una panadería comercial.

Se cuenta con diversidad de fuentes bibliográficas para el diseño sanitario de plantas alimenticias, pero estas están enfocadas de una manera muy industrial para plantas que manejan altos volúmenes de producción. Esta investigación aporta una guía para el diseño sanitario de plantas panificadoras para los productos de mayor demanda que se tienen actualmente en el mercado. Se presenta un diseño de la planta mediante un croquis y se da un ejemplo de cómo organizar una línea de producción con base en los equipos necesarios para la producción de pan.

Con la presentación del diseño final de la planta se da a conocer los aspectos que debe de tener toda planta para cumplir con un diseño sanitario. Se espera que esta guía sirva de base para el emprendedor que busca instalar una planta panificadora. Como se mencionó, Guatemala presenta un amplio mercado que constantemente crece en esta industria, pero para lograr garantizar un buen producto se requiere cumplir con ciertas bases que puedan garantizar un alimento seguro e inocuo para el consumidor.

En el capítulo 1 se presentan los antecedentes de la investigación, que resumen investigaciones previas sobre el tema. Así también en dicho capítulo se hace una exploración bibliográfica de los temas que sirven como base teórica del diseño sanitario. En el capítulo 2, se presenta el desarrollo de la investigación, dentro del cual se desarrollan los aspectos principales para el diseño sanitario y los aspectos productivos, por último, se realiza la organización del área productiva de la planta.

En el capítulo 3 se presentan los resultados de la investigación y su discusión se presenta en el capítulo 4. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## 1. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los antecedentes y la teoría sobre la panificación y el diseño sanitario, desde historia, proceso, equipos y demás,

### 1.1. Antecedentes

En Guatemala, se encontraron estudios referentes al estudio de diseño de plantas de panificación y repostería. A continuación, las publicaciones más sobresalientes.

Santiago (2010), en su publicación *Diseño y factibilidad de una planta de producción de productos de repostería*, plantea dos ideas principales, las cuales fueron realizar una investigación teórica y un estudio de factibilidad de una planta de producción a pequeña escala de una repostería. Abarca todo el proceso productivo desde materias primas, enfocándose en la tecnología de la producción y presenta los equipos más utilizados en la industria. Mide la rentabilidad económica del diseño que fuese funcional y que cumpliera con los requerimientos técnicos y de inocuidad alimentaria. Sus resultados presentan que la producción de la repostería se divide en siete productos distintos y que es viable la puesta en marcha de un plan de cuatro años de la construcción de la planta cumpliendo los aspectos básicos de la inocuidad.

En otros países se encontraron estudios referentes al diseño de plantas de panificación. A continuación, se presentan las más destacadas.

En la publicación *Diseño de una panificadora industrial*, Pulupa (2012), propone el diseño de una planta de panificadora industrial y los procesos de producción que pueda ser capaz de cubrir las necesidades alimenticias básicas del área de localización, así también propone evaluar el diseño mediante un estudio de factibilidad. De acuerdo con los resultados obtenidos indica que los costos iniciales para lograr instalar una planta son altos, debido a la competitividad del mercado de la panificación. Así también recomienda seguir un diseño sanitario al momento de elegir los equipos ya que esto es importante al realizar la limpieza y sanitización de estos, pudiendo arruinar los motores eléctricos o corroer las piezas si se utilizan desinfectantes corrosivos que puedan acortar el tiempo de vida de los equipos por un mal diseño.

Domínguez (2020), propone el *Diseño de una planta productora de galletas de pan libre de gluten con harina de frijol en Colombia y la definición de su plan de negocio*, el cual inicia con la exploración del mercado y un estudio en el cual se logró conocer los requerimientos nutricionales y tendencias de consumo de pan libre de gluten. Con el producto ya definido se diseñó el proceso productivo, el cual involucra el dimensionamiento de equipos y presentar una propuesta de planta de producción. Así también se pudo plantear el esquema de producción, con el cual se definió la cantidad de equipos, mano de obra y tiempos de producción en las diversas etapas del proceso. Sus resultados indican que se puede obtener una capacidad de procesar 8.75 toneladas de pan libre de gluten al mes. De acuerdo con el plan de negocio se logra alcanzar ingresos por 2.02 millones de pesos para el primer año y un crecimiento anual del 10 %.

La publicación *Diseño de una planta procesadora de galletas de soya* López, (2005), desarrolla el diseño de una planta procesadora de galletas enriquecidas con proteína de soya que logre cubrir la demanda, y de acuerdo con ello definir el diseño y la distribución tanto de los equipos como de la planta. Así

también contar con datos financieros que guíen el estudio económico para evaluar la viabilidad del proyecto. Posteriormente se logró establecer las especificaciones de cada uno de los equipos y el espacio que estos requerirán dentro de la planta para obtener la mejor distribución. De acuerdo con sus resultados se necesitaría una inversión de 1,158,000 Millones de pesos mexicanos únicamente para la compra de equipos, y según el análisis de costos de inversión es factible la realización del proyecto sin afectar la estabilidad de la empresa.

Córdova (2014), propone el *Un estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de pan de banano*, para ello primero realizó un análisis del mercado con base en encuestas con el fin de lograr identificar los productos de mayor demanda y así obtener la ubicación óptima para la instalación de la planta. De acuerdo con sus resultados se presenta la mejor localización de la planta con base en el método cuantitativo por puntos de ponderación y de acuerdo con el estudio de factibilidad se pudo estimar que se necesitaría una inversión de 257,025.64 pesos ecuatorianos. Y el periodo de recuperación de la inversión comprobada a través de la tasa interna de retorno de un 38.95 %, con un valor actual neto de 460,987.38 pesos se consigue recuperar el dinero en dos años y ocho meses aproximadamente por lo cual es rentable el estudio.

## **1.2. Generalidades de la panificación**

A continuación, se presenta la historia de la panificación desde los inicios de las primeras culturas hasta la importancia que hoy tiene esta industria en el mercado guatemalteco.

### **1.2.1. Historia de la panificación**

Las primeras menciones que se tiene sobre este alimento se remontan al antiguo Egipto, en donde se le podía llamar por distintos nombres a este alimento dependiendo de las variedades de harina, tipo de ingredientes que se les añadía a la mezcla como leche, miel, manteca, huevos, semillas y frutos. Incluso algunos botánicos modernos creen que las primeras cosechas de trigo se dieron en Egipto y que el pan tiene sus inicios en la ribera del río Éufrates. (Miranda, 2015)

Textos antiguos hacen mención del pan en la Antigua Grecia, Mesopotamia, Roma, Babilonia y demás ciudades del antiguo mundo. En dichos textos se hace mención de que en Mesopotamia se alimentaban principalmente por mezclas de semillas molidas y machadas a las cuales se les agregaba agua para formar una masa y luego se cocinaban a las brasas o en recipientes. El pan ha sido muy importante en las culturas antiguas que incluso se tenían dioses como Demeter en la antigua Grecia y Ceres en Roma, diosas de la agricultura y fecundidad, incluso la palabra cereales se deriva de Ceres la diosa de la antigua Roma. (Ortiz,2000)

Entre las culturas que más destacan en la panadería se tienen a los griegos quienes producían galletas sin levaduras y destacaba el trigo entre los cereales más utilizados. Aunque se tenían pan de centeno, avena, salvado incluso algunos con hierbas aromáticas, especias y vinagres curativos. Y se podrían encontrar en los muchos mercados de la Grecia antigua. Los métodos de cocción eran muy diversos ya que podían cocinar en molde, a la brasa directamente, entre vasijas de barro y otras más formas. (López y Carballo, 2019)

### **1.2.2. Historia de la industria panificadora en Guatemala**

Los principios de esta industria en el país se dieron a finales del siglo XX, esto debido a la gran influencia europea, principalmente española, quienes introdujeron el pan sándwich esto debido a su conveniente tiempo de preservación. En Guatemala se tiene una industria muy grande dedicada a la producción de pan, lo cual se puede observar en las pequeñas panaderías que se ubican en todo el país. Esta industria ha presentado un gran crecimiento en los últimos años, lo cual es influenciado debido al capital extranjero principalmente, mostrando una competitividad estratégica fuerte a las panificadoras ya establecidas. (Gómez, 2010)

En la región centroamericana se producen cambios los cuales son principalmente debidos a tres factores muy importantes los cuales son:

- Incorporación de grupos multinacionales de la industria panificadora
- Crecimiento del mercado de las panaderías en los supermercados
- Difusión y expansión de tecnologías de precocido y ultracongelado

En Guatemala principalmente las empresas panificadoras tienen sus inicios en la familia, las cuales representan alrededor de un 90 % de las pequeñas y medianas empresas. La producción de unidades de pan que estas producen se encuentra entre cinco y siete mil panes producidos diariamente, mientras que las panificadoras grandes pueden fácilmente superar por tres veces esa cantidad. Las limitantes que presenta este negocio actualmente es que este oficio requiere de horarios muy extendidos además de requerir gran exigencia física si es que no se tiene equipos que ayuden a la producción del pan. (Santiago, 2010)

Por lo cual se presenta escasez de mano de obra calificada ya que muy pocas personas buscan incorporarse a esta industria, debido a ello cada

panadería debe de capacitar y formar a cada uno de sus panaderos. Los tipos de pan con mayores ventas en las panaderías son el pan dulce o de manteca como se llaman comúnmente o los desabridos o conocido como pan francés. A nivel nacional se estima que existen al menos 10,000 panaderías pequeñas distribuidas a lo largo del país, únicamente 12 de las grandes panaderías cuentan con más de 200 personas en sus nóminas y son principalmente las que abastecen un gran porcentaje del mercado. En ellas se estima que pueden producir más de 75 quintales de harina por día. Generando aproximadamente 60000 empleos indirectos. (Hernández, 2013)

**Figura 1. Proceso de elaboración de pan de Guatemala**



Fuente: Samayoa (2021). *Panaderías famosas en Guatemala*. Consultado el 12 de enero de 2023. Recuperado de <https://www.guatemala.com/comida/panaderias/panaderias-famosas-de-guatemala/>

Las materias primas más utilizadas en el sector son principalmente la harina, huevos, levadura, manteca vegetal, azúcar, sal, margarina, propionato de calcio y polvo para hornear entre otros aditivos que varían de acuerdo con el tipo de pan. (Gramajo, 2004)

### **1.3. Materias primas utilizadas**

Entre las materias primas en la panificación existe gran diversidad actualmente, pero nos referimos a las más utilizadas y que han sido primordiales durante siglos, como lo son; harina, agua, sal, azúcar, levadura y grasa, buscaremos establecer su función en la panificación de cada ingrediente.

#### **1.3.1. Harina**

Principal materia prima en la producción de pan es importante destacar que, aunque la palabra “harina” hace alusión a la harina de trigo, hoy en día se tiene gran cantidad de harinas provenientes de diversas fuentes como maíz, arroz, centeno y demás. Pero solo la de trigo es usada en la panificación, en las diversas preparaciones que se tienen. La harina para panificación debe ser un polvo suave, de color blanco natural común mente, sin sabores ni olores extraños como rancidez, acidez, moho, dulzor o amargor. Presentar una consistencia uniforme, sin puntos de color oscuro, libre de defectos, sin cuerpos extraños, como insectos muertos, piedras y demás. (Rodríguez, 2011)

Debido a que la harina proveniente del grano de trigo es la más utilizada en la industria del pan, es muy importante conocer como el trigo influye en las propiedades de la harina y así entender de mejor manera las características y su comportamiento. (García, 2013)

#### **1.3.2. Harina de trigo**

El trigo es el cereal de mayor importancia en la preparación de harina. Entre los diversos tipos de harina se encuentran la destinada para panificación, la de repostería y la harina de todo uso, que son las tres harinas de mayor

demanda. Comúnmente la harina destinada a panificación es una extracción de alta calidad proveniente de trigos de alta dureza, al contrario de la harina para repostería, la cual es proveniente de trigos suaves. El tamaño de partícula de la harina de pan es mucho grande y arenosa a diferencia de la destinada para pasteles, la cual es fina y polvorienta con mayor tendencia a ser compactada. Para la obtención de partículas pequeñas como las de harina de repostería, es necesario un rompimiento completo del endospermo, de manera que la harina pase a través de mallas muy finas. (Amador, 2015)

Figura 2. **Harina**



Fuente: Kost. (2021). *Los tipos de harina que debes conocer y usar en tu cocina*. Consultado el 12 de enero de 2023. Recuperado de <https://www.cocinafacil.com.mx/tips-de-cocina/tipos-de-harina/>

### 1.3.3. **Azúcar**

Se tienen principalmente de dos fuentes la cual es la caña de azúcar de la cual se extrae en Guatemala y la mayor parte de los países de américa, y la segunda fuente es la remolacha azucarera la cual es una especie muy distinta a la remolacha común debido a que esta tiene un nivel muy alto de sacarosa. La sacarosa es un carbohidrato lo cual quiere decir que está compuesta principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Entre los principales edulcorantes de mayor utilización se encuentra el azúcar la cual es el componente principal en la mayoría de los productos de panificación. En la

repostería se utilizan diversos tipos de azúcar como el azúcar de mesa o común, la azúcar morena y el azúcar glas. (Urraca y Silva, 2015)

El color dorado que se tiene en la corteza del pan es influenciado por los azúcares esto debido a la exposición de temperatura y tiempo de horneado y en cómo reaccionan las proteínas de la masa del pan. La textura y la miga del pan son debido a la mezcla de las grasas con el azúcar y los demás ingredientes. La importancia del azúcar en las masas se debe a que esta inicia el proceso de fermentación en conjunto con la levadura, aunque se debe tener un control de la cantidad de azúcar que se agrega, ya que una baja cantidad de azúcar en la mezcla ayuda a tener una fermentación más activa y controlada al ser consumida por las enzimas en la levadura. Altas cantidades de azúcar inhiben el proceso de fermentación, pues el azúcar afecta a la levadura al deshidratarla (secado osmótico). Por lo cual, a mayor cantidad de azúcar, se debe agregar más cantidad de levadura a la masa, para obtener una masa más esponjosa y un crecimiento de la masa de mejor forma. (Córdova, 2014)

Además, el azúcar ayuda a extender el tiempo de vida, así como mejora el sabor y el valor nutritivo del pan. Es común que el porcentaje de azúcar en las masas esté entre un 2 al 25 % aunque este porcentaje varía según el pan que se produce. Así también es utilizado para la decoración de los panes, para lo cual se utiliza comúnmente el azúcar glass. (Domínguez, 2020)

#### **1.3.4. Grasas**

Las grasas varían de acuerdo con el pan que se produce, pudiendo ser este aceite o manteca que pueden ser de origen animal o vegetal, así como mantequillas o margarinas que son las más comúnmente utilizadas en la

panificación y estas aportan diversas características como olor, sabor y suavidad del pan.

El porcentaje de grasas se puede encontrar entre un 5 al 10 % y las funciones de estas en el pan son muy importantes, ya que estas contribuyen a una masa homogénea, lo que retarda la deshidratación del producto. En la repostería, ayuda a la incorporación de aire al ser batida para incrementar el tamaño de la mezcla, así también ayudan a la estabilidad de la masa en el horno al crecer a masa. Por último, las grasas ayudan a la conservación del pan, conservándolo fresco y por un tiempo mayor, manteniendo la humedad del pan y retrasando el envejecimiento de este.

**Figura 3. Proceso de elaboración de pan de Guatemala**



Fuente: Conty (2017). *Grasas y aceites*. Consultado el 12 de enero de 2023. Recuperado de <https://araceliconty.com/grasas-y-aceites-materias-primas-o-ingredientes/>

Como se mencionó la grasa sirve para incorporar aire en la mezcla. La mayoría de las mantecas hidrogenadas presentan un 10 a 12 % por ciento de aire por volumen. Este aire se incorpora en toda la grasa como pequeñas burbujas. Cuando se preparan las masas en la repostería la grasa se trabaja con espátulas o con batidoras para incorporar un mayor número de burbujas de aire. Técnica conocida comúnmente como cremado. (Pulupa, 2012)

Al calentarse y mezclarse el almidón con agua, la amilosa de esta se disuelve y al enfriarse un poco, se logra la formación de gel; la cual es una cadena muy larga de ácidos grasos formada principalmente de lípidos añadidos, que actúan principalmente en la emulsificación, ya que se entrelazan a la estructura de hélices de la amilosa, ayudando a retardar la retrogradación que se produce en el almidón. Por lo que se explica el efecto inhibidor de los lípidos sobre el endurecimiento del pan y preservando de mejor manera las características en la masa. (Santiago, 2010)

### 1.3.5. Levadura

La principal función de la levadura en la panificación es la fermentación de los azúcares presentes en la masa. La levadura y su uso para fermentar el pan tuvieron origen en el antiguo Egipto, hace unos seis mil años y se fue extendiendo al resto de los países occidentales. Al fermentar la masa de pan se produce etanol y CO<sub>2</sub>, el cual queda atrapado en el interior de la masa y lo que produce la formación de pequeñas burbujas que se observan según la esponjosidad del pan elaborado y que ayuda al crecimiento de la masa, esto conocido como el crecimiento de la masa. La harina humedecida se mezcla en conjunto con la levadura y se deja reposar durante varios minutos u horas en un sitio templado, para ayudar al rápido crecimiento de la masa. La harina en sí misma no posee azúcar, pero existen algunas enzimas que logran degradar el almidón y así lograr producir azúcar suficiente para permitir la subida de la masa. Durante la cocción el alcohol producido de la fermentación se desprende. (López, 2005)

El proceso de leudado es un proceso de gran importancia en la producción de pan, los tipos de levaduras son varios, pero se emplean dos con mayor frecuencia, y son las siguientes:

- Mediante masa fermentada o comúnmente llamada masa madre. La cual procede principalmente de una masa anterior que ya ha sido fermentada. Lo más recomendable para que la masa presente buenos resultados es prepararla con tiempo de antelación de entre cuatro a seis horas, o elaborada del día anterior. La masa madre se obtiene de hacer la mezcla con agua, harina y masa vieja (masa con más de dos o tres días y que se encuentre bien conservada), la mezcla se deja reposar hasta que sea utilizada para el amasado.
- La más frecuentemente utilizada es la levadura biológica prensada. Es obtenida por medio de procesos industriales y destinada para la panificación.

Para que la levadura no se degrade y pierda sus propiedades, se debe mantener en buenas condiciones: almacenarse en un lugar fresco o bajo refrigeración preferentemente. La levadura al ser conservada bajo condiciones controladas debe ser de un olor característico y fino al tacto. (Miranda, 2015)

### 1.3.6. Agua

La proteína y el almidón son los principales componentes de la harina. Por lo que al agregar agua a la formulación se produce una hidratación del almidón y se inicia el proceso de formación de la masa. Lo cual ayuda a la proteína a comenzar a absorber la humedad y se inicia la formación del gluten en la masa. Esta etapa, en la cual se puede observar que la proteína absorbe el agua de manera más lenta que el almidón. Por lo cual es primordial que el panificador tenga tiempo suficiente para incorporar los ingredientes, asegurando la formación adecuada del gluten y la mezcla de los demás ingredientes en la harina. El agua diluye y asegura una mezcla homogénea de los ingredientes, como azúcar, sal, levadura y cualquier otro ingrediente presente en la masa. (Ortiz, 2000)

### **1.3.7. Sal**

La sal es uno de los ingredientes más importantes en la elaboración del pan y entre las funciones que esta influye en el producto final están las siguientes:

- Aportar sabor al pan. Si no se agregara sal el pan tendría un sabor amargo debido a las levaduras.
- Contribuye a dar el característico color dorado a la corteza y blanco a la miga.
- Disminuye la acidez del pan, además que amortigua la actividad de las bacterias acidógenas de la masa.
- Proporciona una estructura compacta, lo que ayuda a que la miga no se desmorone al ser cortada.
- Aumenta el tiempo de vida del pan una vez cocido, ya que ayuda a retener y controlar la humedad.

Se debe de procurar que la incorporación de sal a la masa sea en una proporción lo más exacta posible, aproximadamente 20 g por kg de harina, debido a que una excesiva cantidad en la sal nos dará un producto salado, denso de volumen reducido y de color oscuro; al contrario, de una escasa proporción de sal da un pan soso, de fermentación retardada y de color pálido. (López y Carballo, 2019)

### **1.3.8. Productos de mayor producción**

El pan sándwich, el pan dulce, el pan de francés, los cubiletes, los zepelines son los panes que más se producen, luego se tienen otros como empanadas, pie, bocado de reina, pan de banano, milhojas y otros tipos de pastelillos son muy frecuentes encontrarlas en las panaderías de todo el país.

Figura 4. Pan de Guatemala



Fuente: López. (2019). *Panes de Guatemala*. Consultado el 12 de enero de 2023 Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/6544361932296031/>

Entre los panes que más se consumen a nivel nacional se encuentran el pan de francés (pan desabrido) y el pan de manteca o pan dulce. Que se encuentran entre los de mayor demanda ya que se encuentran en la merienda, la cual se consume por la tarde noche en la mayoría de los hogares guatemaltecos. Entre los demás tipos de pan que se procesan se encuentra el pan de molde o pan sándwich, los pastelillos como milhojas, porciones de pan de banano o pasteles. (Gómez, 2010)

#### 1.4. Generalidades del diseño sanitario

A continuación, se presentan los aspectos más importantes del diseño sanitario de toda planta procesadora de alimentos.

##### 1.4.1. Diseño sanitario en la industria de la panificación

Al diseñar una instalación, que será destinada al procesamiento de pan es importante enfocarse en la inocuidad referente a la seguridad alimentaria del

alimento a procesar. Por lo cual se debe enfocar un diseño que permita o facilite la correcta limpieza de las áreas, lo que evita la acumulación de residuos que puedan propiciar la contaminación cruzada entre las distintas áreas de producción, y así eliminar o reducir los focos de contaminación que puedan poner en riesgo tanto el ambiente de producción como al producto en sí. (Santiago, 2010)

**Figura 5. Limpieza de superficies**



Fuente: Ruiz (2017). *Diseño Alimentario: un prerequisito fundamental*. Consultado el 14 de enero de 2023. Recuperado de <https://www.aibinternational.com/es/Blog-saber-alimentario/PostId/842/diseo-sanitario>

La industria de los alimentos se esfuerza principalmente en dos puntos los cuales son el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al proceso de producción, así como también se enfocan en el desarrollo de nuevos productos en los que se garantice un tiempo de vida largo y mantener la alta calidad del pan, buscan que esta sea consistente a lo largo de un periodo de tiempo que se llama tiempo de vida del producto. Lo que busca asegurar que los alimentos se produzcan y se mantengan lo más inalterados posible y más natural, utilizan cantidades mínimas de preservantes y aditivos, debido a la competitividad del mercado lo cual conlleva a una constante y elevada presión con el fin de reducir

los costos. Mantener un control de los costos de operación y de producción es decisivo. (Hernández, 2013)

Garantizar la seguridad alimentaria es actualmente una exigencia social primordial y esto más ya que un simple fallo en el proceso productivo que afecte al producto o ponga en riesgo a este es juzgado con alto nivel de intransigencia, y se busca en ello el buen diseño como una de las bases de la inocuidad de los alimentos ya que los consumidores buscan cada día alimentos mucho más seguros y naturales. Debido a ello alcanzar esos altos niveles requeridos se ha transformado en un objetivo estratégico de para ampliar los mercados a los que se busca llegar debido a esto es obligatorio el diseño sanitario de las plantas procesadoras de alimentos. (Gramajo, 2004)

La seguridad de producir alimentos inocuos no es un fruto espontáneo de hacer lo mismo si no es la consecuencia de una buena organización multidisciplinaria de técnico en las diferentes áreas de las ciencias en alimentos como los son; los microbiólogos, tecnólogos de alimentos, químicos, agrónomos, economistas entre otros muchos más, que precisan de instrumentos de gestión con el propósito de alcanzar los objetivos de la seguridad alimentaria. (Rodríguez, 2011)

#### **1.4.2. Localización y acceso de la planta**

Al decidir establecer una localización para una planta de alimentos es vital tener presente los vectores de contaminación, así también tener en cuenta las medidas que se deban tener para garantizar y proteger la seguridad de los alimentos. Por lo cual establecer una localización adecuada para una planta de panificación debe ser que, tras evaluarse detalladamente los factores de

protección, y que sea evidente que no se tiene presente amenazas que ponen en riesgo la seguridad e inocuidad de producto. (García, 2013)

Por lo cual los establecimientos deben ubicarse lo más lejos posible de:

- Zonas en las cuales el medio ambiente presenta altos niveles de contaminación debido al desarrollo industrial que constituye una grave amenaza para el alimento.
- Zonas en las cuales se tenga alto riesgo de inundación, a no ser que cuenten con plan de contingencia que proteja de tal manera la planta de producción.
- Zonas que presentan una alta exposición a la infestación de plagas.
- Zonas en las que el proceso de desechos de líquidos y sólidos sea difícil, y se requiera ajusta a que el “funcionamiento no presente un riesgo a la salud y el bienestar de la comunidad”

#### **1.4.3. Diseño y construcción**

El diseño de las instalaciones destinadas a la producción de alimentos y la construcción debe cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura de los alimentos, además debe contemplar las medidas protectoras contra el riesgo de contaminación en los alimentos durante toda la operación. La estructura interna de las instalaciones procesadoras de alimentos deberá estar sólidamente diseñadas y construidas con materiales de alta duración y de fácil mantenimiento, así como también deberá facilitar a los operarios que se realice una fácil limpieza y desinfección. (Amador, 2015)

#### **1.4.4. Pisos**

Los materiales destinados para la construcción de los pisos no han de ser tóxicos, inertes, no absorbentes, resistentes a los productos químicos para la limpieza y sanitización, así como también deberán ser mecánicamente estables a las condiciones del trabajo. (Córdova, 2014)

Deberán ser sin rugosidad, ni fisura, rotura, grietas o perforaciones de ninguna índole ya que cualquier espacio, aunque muy pequeño que parezca podría ser el ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos, de igual forma los pisos serán antideslizantes para evitar riesgos laborales con los trabajadores y deberán contar con acabados sanitarios fáciles de limpiar y desinfectar. Los pisos de toda área destinada a la producción o almacenamiento de estos deberán tener una pendiente de un 2 % para el drenado de líquidos al realizar la limpieza de dichas áreas, además los drenajes serán ubicados en la parte más baja de la pendiente para evitar que se formen zonas de acumulación o estancamientos de líquidos en las zonas productivas. Para las zonas de producción es mucho más barato usar una solera fabricada de concreto y revestirla con pintura resistente a la humedad. Las uniones o encuentros entre las paredes y el piso deberán ser redondeadas también llamadas curvas sanitarias para evitar así que estas uniones pueden ser nicho de los microorganismos. (Domínguez, 2020)

#### **1.4.5. Techos**

Al igual que los pisos los materiales en los cuales se construyen los techos deberán de ser no tóxicos, no absorbentes, estables mecánicamente, inertes y resistentes a los procesos productivos desarrollados dentro de la planta. Deberán ser resistentes a los agentes químicos destinados para la limpieza y desinfección

de las distintas áreas productivas, en colores claros para facilitar la identificación de zonas sucias. No se recomiendan que sean techos falsos en paneles ya que al colocar estos se necesita una estructura de metal para el soporte, provocando que entre las uniones de estas se puedan tener ambientes propicios para los microorganismos. De igual manera los techos deberán contar con curvas sanitarias entre el techo y las paredes para evitar nichos de los microorganismos. (Pulupa, 2012)

No deberán ser techos con rugosidad, fisuras, roturas o grietas y deberán ser contar con pinturas o revestimientos impermeables que eviten el humedecimiento de los techos, se debe contar con un programa establecido de mantenimiento y revisión de techos con el fin de evitar grietas las cuales deberán ser arregladas inmediatamente a fin de buscar garantizar la inocuidad del alimento y evitar el crecimiento de microorganismos en el producto. Si por algún motivo se instalan techos falsos, estos deberán ser accesibles para el mantenimiento y la limpieza, así también para las inspecciones de la revisión del sistema integrado de plagas. (Santiago, 2010)

#### **1.4.6. Paredes**

Las paredes deberán ser construidas de materiales no tóxicos, ni absorbentes, inertes, mecánicamente estables y resistentes a los químicos destinados para la realización de la limpieza y desinfección. Para las paredes se utiliza comúnmente pintura resistente al agua, para facilitar la limpieza y evitando acumulación de polvo y suciedad, así como el desprendimiento y caída de partículas, el crecimiento de mohos y hongos, la condensación, además deberán ser de colores claros, a fin de identificar zonas con acumulación de suciedad. Se debe contar con curva sanitaria entre las paredes y pisos, así también entre las paredes y el techo. (López, 2005)

Toda instalación deberá ser diseñada y construida sólidamente, utilizando materiales que garanticen inocuidad del producto y que se evite la acumulación de la suciedad, así como también que se reduzcan las condensaciones en las superficies. El área productiva además deberá contar con los accesos respectivos para la realización de los procedimientos de limpieza y desinfección, así también de las actividades de mantenimiento. (Miranda, 2015)

#### **1.4.7. Las puertas**

Las puertas deberán ser construidas con materiales sanitarios y resistentes, por lo regular se recomienda que sean lisas sin ningún tipo de rugosidad que pueda ser el ambiente propicio para los microorganismos. Se recomienda que sean abatibles a fin de mantenerse siempre cerradas y evitar el ingreso de plagas como insectos y roedores. Además, se recomienda el uso de empaques para sellar espacios que se tengan entre las puertas con los pisos, paredes y dinteles para restringir el ingreso de plagas. En las panaderías se recomiendan que sean puertas abatibles de igual manera para mantener las condiciones ambientales diferenciales y no se tenga riesgo por contaminación exterior como polvo que pueden poner en riesgo el área de procesamiento. (Ortiz, 2000)

También se recomienda el uso de cortinas plásticas, en conjunto con las puertas esto en las áreas que dan a los exteriores y pueden ser utilizadas dentro de las áreas de producción con el fin de delimitar áreas como lo pueden ser el área de amasado con el de almacenamiento para evitar así el riesgo de contaminación cruzada de los alimentos.

#### **1.4.8. Ventilación**

La ventilación en las áreas de procesamiento deberá poseer un sistema acorde a las instalaciones, y por ningún motivo deberán generar condiciones favorables de contaminación de las áreas de producción. El flujo de ventilación deberá ser capaz de prevenir la condensación de vapor, el esparcimiento de polvo y deberá refrescar el área esto también debido a las altas temperaturas a las cuales operan los hornos y las cámaras de fermentación utilizadas en la panificación. Se debe tener aberturas de circulación del aire en las cuales se deberá colocar malla para restringir el ingreso de plagas o de contaminación física, se recomienda que los sistemas de ventilación cuenten con un respectivo sistema de ventilación con el fin de no poner en riesgo la calidad y seguridad del producto por lo cual se recomiendan filtros de partículas HEPA para la eficacia de atrapar partículas contaminantes. (Gómez, 2010)

#### **1.4.9. Iluminación**

Al tratar el tema de iluminación no se restringe el uso de esta de forma natural o artificial esto media vez se pueda garantizar en todo momento los siguientes puntos:

- La calidad e intensidad de la iluminación debe ser adecuada para la ejecución de todas las actividades.
- No se debe tener alteraciones de colores, ni tampoco la generación de sombras por la iluminación.
- La intensidad de las luminarias debe cumplir con lo siguiente de acuerdo con las áreas:
  - 110 - 550 lux en las áreas en las cuales se realicen actividades muy detalladas, como lo pueden ser áreas donde se utilicen mezcladoras, rebanadoras o cuchillos y se requiera de estar en todo

momento con una visión adecuada de acuerdo con la operación a realizar.

- 220 lux en áreas de almacenamiento, lavamanos y sanitarios.
- 110 lux en las demás áreas.

Las luminarias, accesorios y otro tipo de lámparas, de la planta deberán contar con pantallas protectoras y estar protegidas para evitar que puedan romperse y contaminar el producto. Es común utilizar luminarias de halogenuros metálicos para mayor intensidad, mejorando la distribución de luz. (Santiago, 2010)

## **1.5. Diseño sanitario de equipos**

En las plantas dedicadas al procesamiento de la panificación como en toda industria alimenticia los equipos en los cuales se procesa el producto deberán cumplir con diversas características como lo son el material en la cual están construidos los equipos, el diseño sanitario para facilitar la limpieza y remoción de contaminantes, el diseño ergonómico del equipo para facilitar la operación del trabajador y demás. (Hernández, 2013)

Figura 6. **Ingreso sanitario de planta de producción de alimentos**



Fuente: Varón (2017). *5 puntos para tener en cuenta en la implementación del decreto 1500.*

Consultado el 12 de enero de 2023. Recuperado de <https://medium.com/calidadesuperior/5-puntos-para-tener-en-cuenta-en-la-implementaci%C3%B3n-del-decreto-1500-4271106ffa4c>

Todos estos equipos deben ser diseñados y fabricados con el fin de que no se produzca contaminación en el producto, para ello se debe tener en cuenta los procesos de limpieza y desinfección al elegir y comprar los equipos buscando que estos sean resistentes al agua y los químicos que serán empleados en la realización de la limpieza. Los equipos deben ser diseñados a fin de cumplir con las condiciones siguientes:

- Ser fabricados en materiales adecuados a su utilización, así como resistentes a los agentes corrosivos como los son los químicos y detergentes de limpieza y desinfección utilizados.
- Los acabados de las superficies en contacto directo con el alimento deberán ser lisos, sin porosidad, ni absorbentes y libres de grietas, intersticios o defectos que puedan ser un ambiente propicio para los microorganismos poniendo en riesgo la seguridad de los productos.

- Todos los utensilios, mesas y equipos en contacto con el producto deben ser diseñados para un fácil desmontaje con el fin de cumplir con los procedimientos de limpieza, desinfección e inspección.
- Se deberá contar con una curvatura suave y continua que facilite la remoción de la suciedad y la realización de la limpieza de las áreas de contacto directo con el alimento.
- Los espacios interiores de los equipos, utensilios y mesas en los cuales se tenga contacto directo con el alimento, deben ser de fácil acceso a piezas como acoplamientos, conexiones y roscas que requieran la aplicación de lubricantes.
- Las superficies donde se procesan los alimentos y se tenga contacto directo con ellos no deberá recubrirse con ninguna pintura o laca que pueda desprenderse poniendo en riesgo la inocuidad del alimento.
- Las partes externas de los utensilios y equipos deberán ser diseñados y construidos de tal manera que facilite los procesos de limpieza y desinfección en toda la superficie y evitando la proliferación de plagas, microorganismos, suciedad y cualquier otro tipo de agente contaminante.
- Las mesas de trabajo donde se procesen los productos alimenticios deberán ser superficies sin bordes, ni aristas y ser de superficies lisas, así como estar fabricadas de materiales resistentes de fácil remoción de suciedad y acordes para la limpieza y desinfección.
- Los contenedores destinados para el depósito de desechos y restos no comestibles deben ser fabricados a prueba de fugas, y estar identificados correctamente, fabricados de material impermeable, que facilite los procesos de limpieza y desinfección y, provistos con tapa hermética y estos no deberán ser utilizados para contener alimentos. (Gramajo, 2004)

## **1.6. Limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y superficies de procesamiento**

Los procedimientos de la limpieza y desinfección de superficies, utensilios, equipos y las áreas en las cuales se procesan los alimentos se deberán realizar según el programa establecido de limpieza y desinfección, el cual incluirá dentro de su programa las limpiezas pres operacionales, operacionales y post operacionales. Los insumos químicos utilizados en la limpieza y desinfección deberán ser acordes a los productos a procesar, se deberán identificar adecuadamente cada uno de los químicos de limpieza, y ser utilizados según especificaciones de la etiqueta y del proveedor, almacenándose lejos de las distintas áreas de procesamiento y de almacenamiento. No utilizar agentes químicos fragantes o desodorantes, así como tampoco provocar polvo ni salpicaduras que contaminen el producto. (Rodríguez, 2011)

## **1.7. Higiene y seguridad del personal**

Se debe garantizar que los operarios tengan o adquieran las competencias acordes de seguridad alimentaria y buenas prácticas de higiene, así también se debe tener las medidas para mantener el buen estado de salud de los manipuladores definiendo responsabilidades según el puesto. El personal manipulador de alimentos es el principal vector de contaminación, esto debido a que los seres humanos albergamos microorganismos y gérmenes en diversas partes de nuestro cuerpo y que al estar en frecuente contacto con el producto se pueden promover enfermedades. (García, 2013)

Debido a ello se debe tener cuidado especial al momento de que los manipuladores presenten algún tipo de herida, así también el tipo de ropa que se utiliza dentro de las áreas de proceso sean diferentes a las de uso particular, se

debe evitar el uso de objetos personales como anillos, aretes, pulseras que puedan caer dentro del alimento poniendo en riesgo a estos. Se deberá reforzar en todo momento los hábitos higiénicos del personal tanto para las áreas operativas como las de apoyo. Se deben cumplir con la normativa legal reglamentaria aplicable como también se debe cumplir con los reglamentos que rigen las buenas prácticas de manufactura.

Además, se debe monitorear frecuentemente al personal para determinar su estado de salud y con ello determinar si puede estar en el proceso productivo o delimitar las condiciones en las cuales pueda laborar, es decir si presenta heridas que no ponen en riesgo el alimento, pueden continuar en su área una vez sea curada y cubierta dicha herida correctamente. Pero si por algún motivo se detecta alguna enfermedad infectocontagiosa en cualquier operador no puede manipular alimentos, ya que pondría en riesgo la seguridad del producto y de los consumidores. (Amador, 2015)

## **1.8. Manejo de residuos**

Para evitar la infestación de fauna nociva y plagas en las diversas áreas productivas de una panadería, la ubicación de los depósitos de desechos deberá ser en zonas los más alejado del área de procesamiento, debidamente cubierto o bajo techo, de igual manera si se cuenta con un área general de los desechos será un área con fácil acceso para la recolección de los residuos y así también se debe contar con pisos, paredes y techos lavables. Para lo cual se recomienda implementar y mantener un programa para el manejo y desecho de los residuos, debido a que es la mayor fuente de contaminación que se puede dar por tener restos de pan o más que fueron procesadas con anterioridad lo cual es contaminación cruzada. (Urraca y Silva, 2015)

Figura 7. **Desechos de una planta de panificación**



Fuente: Amador (2015). *Plan de saneamiento básico para la panadería brisas del trigo*.

Consultado el 22 de enero de 2023. Recuperado de <https://docplayer.es/47070299-Plan-de-saneamiento-basico-para-la-panaderia-brisas-del-trigo-yulieth-paola-amador-martinez.html>

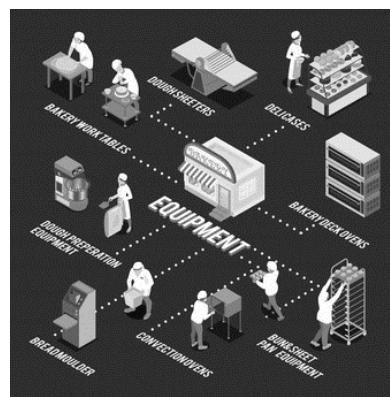
### 1.9. Proceso productivo

Tener muy claro que una panadería artesanal no se relaciona con una operación manual sino en cómo se van desarrollando en cada etapa el proceso. Esta mecanización inició hace varios años debido a la incorporación de la máquina amasadora en la industria y en especial al método de amasado, ya que desde el amasado se puede influenciar las características del producto terminado. (Domínguez, 2020)

Dentro de los equipos que se pueden utilizar en la producción y elaboración de pan se tiene una gran diversidad, los cuales dependen de factores como tipo de pan a elaborar, forma del pan y la capacidad de producción, esto ya que se tienen equipos específicos para elaborar ciertos tipos de masas. Además, también depende de los recursos disponibles que se tengan, pero los equipos más comunes utilizados son los siguientes:

- Mezcladoras
- Amasadoras
- Batidoras
- Cilindros
- Cámaras fermentadoras
- Hornos

Figura 8. **Proceso productivo de una panadería**



Fuente: Amador (2015). *Plan de saneamiento básico para la panadería brisas del trigo*.

Consultado el 18 de enero de 2023. Recuperado de <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/maquina-hacer-pan>

Cada equipo está provisto de mecanismos necesarios para la correcta ejecución del trabajo, e impulsados mediante un motor. La utilización de equipo facilita el trabajo del personal. Para lo cual al momento de pensar en comprar cualquier equipo se debe evaluar características como materiales de alta calidad con el fin de prolongar lo máximo el tiempo de vida, fácil mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento, uso ergonómico para facilitar ser operado por el personal, de fácil limpieza para garantizar procesar alimentos inocuos. Principalmente los equipos, utensilios y mobiliario son fabricados en acero inoxidable grado alimenticio. (Pulupa, 2012)

El proceso básico para la producción y elaboración de pan es similar en la mayor parte de productos, y es el siguiente:

- Pesaje de ingredientes: esta es la principal etapa ya que de ella depende el pan que se busca elaborar.
- Amasado: etapa en la cual se mezclan todos los ingredientes, con el fin de lograr incorporarlos y obtener una masa homogénea, suave y consistente. Además, este paso repercute en el producto final ya que de este depende el desarrollo de la miga y la estructura del pan.
- Fermentación: al obtener la masa posterior al amasado se puede dar o no un periodo de tiempo para que se lleve a cabo el leudado de la masa, esto de acuerdo con el pan que se elabora, para lo cual se debe dejar reposar la masa en un lugar cálido para ayudar al crecimiento de la masa por la fermentación o se puede colocar dentro de un recipiente plástico o en el interior de la olla de amasado. De igual manera, las panaderías comerciales cuentan con la posibilidad de poseer cuartos de fermentación a los cuales se le inyecta vapor para favorecer el crecimiento y reducir el tiempo de fermentación además es mucho más fácil de controlar ya que se cuenta con controles de la temperatura.
- Porcionado: al porcionar la masa de acuerdo con el tipo de pan a elaborar se ven afectadas las características de la masa. En ambientes más tecnificados se encuentran divisoras volumétricas, o boleadoras industriales que cortan la masa en las porciones adecuadas y son totalmente automatizadas.
- Reposo: el reposo de la masa es un periodo de tiempo corto que favorece a la masa a poder reponerse del estrés al cual fue sometido durante el porcionado, aunque muchas personas no le dan importancia este es una etapa que ayuda al desarrollo de la masa, además, logra una mejor manejabilidad al momento del figurado o moldeado.

- Figurado: el figurado es la última etapa en la cual se manipula la masa, obteniendo la forma final de bolas pequeñas o barras de masa que lleva a piezas más elaboradas como tortas o trenzas. El método de figurado más utilizado y antiguo es el de figurado a mano, pero requiere mucha práctica y técnica para convertirse en un verdadero maestro del figurado, y además para lograr un pan uniforme y consistente en tamaño y forma.
- Fermentación final: el gas producido durante este periodo debido a la actividad de fermentación para obtener un producto de textura y volumen deseado.
- Horneado: paso en el cual la masa formada y fermentada sufre una transformación para convertirse en pan. Existe información de hornos que puede orientar, pero es importante comprender que cada masa es distinta, que cada harina es distinta y que cada horno es distinto por lo cual algo que se debe de tomar en cuenta al momento del horneado es la experiencia y el conocimiento del pan que se quiere producir si más tostado, si menos tostado, con más color o sin color esto varía según el mercado y el conocimiento del panadero. (Santiago, 2010)

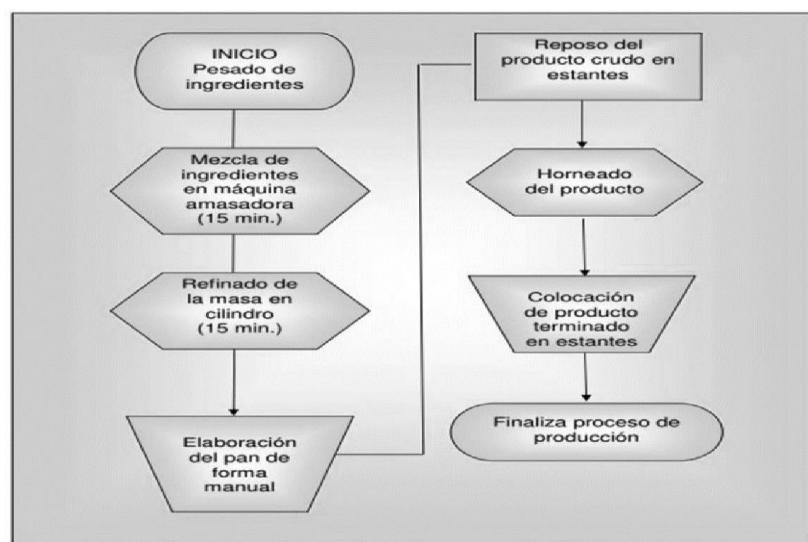
Durante el horneado existen diversos tipos de transferencia de calor los cuales se deben de conocer para entender el horneado, los tipos de transmisión de calor son por conducción, convección y radiación.

La transferencia de calor por conducción se obtiene cuando están en contacto directo la masa con la superficie del horno, por lo cual recibe el calor directamente, algo que sucede en los hornos de leña y algunos otros hornos tipo túnel. La transferencia de calor por convección se da cuando el aire caliente está en contacto con la masa, lo que sucede en los hornos que tienen turbinas que generan corrientes de aire. Por último, la transferencia de calor por radiación por la refracción del calor en las paredes y superficies del horno. (López, 2005)

Por lo cual se puede concluir que el conocimiento de los ingredientes, el proceso y los equipos permiten obtener una producción de panes de alta calidad y a gran escala. Además, esta industria es una de las pioneras en los alimentos y de mayor antigüedad, la cual día con día busca ser mejor y más eficiente permitiendo a los panaderos producir un pan tradicional cumpliendo los altos estándares de calidad e inocuidad. (Miranda, 2015)

En su forma más simple, el esquema del proceso de producción es el siguiente:

Figura 9. Diagrama básico del proceso



Fuente: Andrade (2021). *Proceso de producción de pan*. Consultado el 15 de enero de 20223.

Recuperado de <https://www.diagrama.produccionpanna/>

## 1.10. Dosificadores y mezclado

Obtener éxito en la elaboración de pan se debe principalmente por las proporciones de los ingredientes que se incorporan en la mezcla. Se tienen diversas formas de realizar mediciones, sin embargo, en la planificación se

utilizan dos: La medición con base en el volumen en la que se utilizan tazas medidoras y el método de medición de la masa mediante alguna balanza. (Ortiz, 2000)

El principal problema con el método de la utilización de tazas medidoras es debido a la gran tolerancia que tienen estos instrumentos. Así también sucede en la medición mediante masa, en la cual se debe de calibrar frecuentemente para que la tolerancia se encuentre dentro de lo permitido. Así también se tienen diversos problemas en la preparación ya que se tienen la utilización de diversos sistemas de medida, como por ejemplo es común encontrar en las fórmulas de los ingredientes que se miden en taza, pizcas, mililitro, libras y gramos. Por lo cual se presentan varios inconvenientes por la incompatibilidad de los sistemas, además complica al personal, ya que debe manejar diversos sistemas de medida y su equivalente en todos ellos. (López y Carballo, 2019)

El sistema de medición utilizado es igual de importante que el instrumento y la utilización de este. Por lo cual la medición de ingredientes implica la elección adecuada del utensilio para el ingrediente y cumpliendo técnica correcta de manipulación. Para los ingredientes secos se suelen medir utilizando una balanza midiendo el peso de estos, para los ingredientes líquidos se pueden utilizar tazas medidoras o de igual forma se puede pesar los ingredientes, aunque no es muy común. (Gómez, 2010)

Para la medición de las grasas es preferiblemente utilizar la balanza para pesarlas, en lugar de utilizar tazas medidoras. Ya que el peso del material graso varía de acuerdo con su densidad. En caso de sólidos granulares es imprescindible pesarlos, debido a que la densidad de estos varía en gran medida en función de la granulometría del sólido. (Santiago, 2010)

### **1.10.1. Cernido**

El cernido en los sólidos es realizado con el fin de homogeneizar y airear el producto. Lo que permite una miga más uniforme en el producto final, así también se eliminan grumos y sustancias extrañas que se pudieran encontrar en los sólidos. (Hernández, 2013)

### **1.10.2. Batido y amasado**

El proceso de mezclado es una operación unitaria, en la que, varios componentes se obtienen dispersos uno en el seno de otros de forma uniforme. Análogamente en las emulsiones, al componente en mayor proporción suele llamársele fase continua y al de menor proporción, fase dispersa. El proceso de hidratación de la harina se produce durante el amasado de la masa; la cantidad de agua que absorbe es definida por la granulometría, la humedad, el contenido proteico y la presencia de otras sustancias. (Gramajo, 2004)

Frecuentemente las proteínas se entrelazan entre sí para formar una mezcla viscoso-elástica; debido a que el agua al hacer contacto con la glutenina y la gliadina se combinan para formar el gluten, la cual debido a su impermeabilidad y elasticidad a la grasa es una función fundamental en las características del producto. (Rodríguez, 2011)

La gliadina en la harina es la encargada de dar el volumen al pan y la glutenina controla el tiempo de amasado de la harina, para lo cual es necesario una cantidad adecuada de cada una de estas de acuerdo con el producto a realizar. Con respecto a la oxidación que se lleva a cabo al amasar es vital en la reorganización de los enlaces que se encuentran presentes en las proteínas, principalmente los enlaces disulfuros. Generalmente los agentes oxidantes

refuerzan las propiedades mecánicas del gluten, y aumentan su capacidad de retener anhídrido carbónico, por lo cual se obtiene un pan con mayor volumen y uniforme. (García, 2013)

Frecuentemente el amasado se realiza de forma mecánica. El aspecto tecnológico de mayor importancia del dispositivo amasador es permitir un movimiento de rotación y con mayor contacto entre el órgano amasador y el depósito, lo que permite una mejor homogeneidad de los ingredientes. (Amador, 2015)

#### **1.10.3. Preparación de las masas**

Generalmente, las masas se elaboran primordialmente de harina, mantequilla, huevos, azúcar y agua o leche. En ciertas ocasiones se añade un elemento aromático para ocultar el olor a huevo y enriquecerlas. Las masas se clasifican en: Masas consistente, blandas y masas especiales. (Urraca y Silva, 2015)

**Figura 10. Elaboración de masa**



Fuente: Luz (2021). *Pan casero*. Consultado el 18 de enero de 2023. Recuperado de <https://blog.pepebar.com/pan-casero-receta-pan-pasos/>

#### **1.10.4. Horneado**

Durante el horneado de la masa se dan una serie de cambios y transformaciones físicas, químicas y biológicas previas a la obtención del pan. Lo que permite la obtención de un producto final comestible y con características nutritivas y organolépticas excelentes. Al hornear se destruyen microorganismos y enzimas, reduciendo en cierto grado, de igual manera sucede una reducción del agua al evaporarse en el horneado, lo que reduce la actividad del agua en el pan, dando un mayor tiempo de vida. (Córdova, 2014)

El tiempo y temperatura de horneado varía de acuerdo con:

- El tipo de masa y su consistencia.
- El peso del pan elaborado.
- La forma de la pieza elaborada, la relación entre la superficie interna y externa.

## 1.11. Tipos de hornos

Los hornos se clasifican en: hornos de leña, vapor; convección natural (los usados en los hogares) y de convección forzada. Estos últimos son utilizados en las plantas modernas, debido a su alta eficiencia y desempeño. (Domínguez, 2020)

Características de los hornos de convección:

- Mantienen una temperatura constante en todo lugar dentro del horno.
- Funcionan con gas o electricidad, según necesidades.
- Permite mantener las propiedades organolépticas de los alimentos. Esto debido a su mayor velocidad de horneado,
- La eficiencia energética es mucho más alta comparada con la de hornos que no funcionan con convección forzada.

Figura 11. Tipos de horno



Fuente: Quintero (2014). *Pan casero*. Consultado el 18 de enero de 2023. Recuperado de <https://clubdereposteria.com/tipos-de-hornos/>

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el desarrollo del diseño de una planta de panificación.

### 2.1. Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación

Con el fin de obtener los datos para el diseño de una planta de panificación comercial, se realizó una encuesta a diez panaderías ya establecidas las cuales permitieron ser encuestadas debido a la pandemia del COVID-19, a las cuales se les consultó, datos como número de empleados, sacos de harina que procesa por día, productos de mayor venta y equipos con los que cuenta, así como las capacidades de procesamiento de estos.

Figura 12. Formato de encuesta

 ESCUOLA DE ESTUDIOS DE <b>POSTGRADO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de ingeniería Maestría en ciencia y tecnología de los alimentos
<b>Encuesta de estudio para el diseño sanitario de una planta de panificación comercial</b>	
Nombre de la panadería:	
Número de empleados:	
Cantidad de sacos que procesa:	
Dimensiones de la panadería	Ancho: _____ Largo: _____ Alto: _____
Equipos y capacidades	Productos de mayor venta
1) _____	1) _____
2) _____	2) _____
3) _____	3) _____
4) _____	4) _____
5) _____	5) _____
Observaciones	_____
	_____
	_____

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1. Estimar el tamaño promedio de una panadería

A las panaderías encuestadas se les realizó una medición de las dimensiones del local en donde se ubican. Para lo cual se utilizó una herramienta satelital para dimensionar cada una de las panaderías establecidas. Dichas dimensiones fueron fundamentales para el diseño ya que nos da una referencia del tamaño base para establecer una panadería.

Figura 13. **Imagen satelital, panadería Margarita**



Fuente: elaboración propia, utilizando Google Earth.

Los datos de las dimensiones de las panaderías encuestadas son las siguientes:

Tabla I. Dimensiones de panaderías encuestadas

Panadería	Dimensiones			
	Alto (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
<b>Delicious</b>	3.00	9.00	10.00	90.00
<b>Mana del cielo</b>	3.50	8.00	10.00	80.00
<b>Judá</b>	3.00	7.00	9.00	63.00
<b>La Virgen</b>	3.00	8.00	10.00	80.00
<b>Don Lito</b>	3.00	7.00	11.00	77.00
<b>La nueva</b>	3.00	6.00	11.00	66.00
<b>Mana del cielo</b>	3.00	5.00	8.00	40.00
<b>La bendición</b>	3.00	6.00	9.00	54.00
<b>Margarita</b>	3.00	8.00	10.00	80.00
<b>San José</b>	3.00	7.00	11.00	77.00
<b>Promedio</b>	<b>3.10</b>	<b>7.80</b>	<b>10.00</b>	<b>78.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Obtenidos los datos se promediaron para tener las dimensiones para el diseño de la planta de panificación.

### 2.1.2. *Check list* de cumplimiento

Se realizó una revisión al *check list* del RTCA, Buenas Prácticas de Manufactura para identificar los aspectos a cumplir al diseñar una planta, a continuación, se presenta el resumen de los puntos aplicables al diseñar las instalaciones físicas de una planta.

Tabla II. **Check list de cumplimiento**

<b>1.2 Instalaciones físicas</b>	
<b>1.2.1 Diseño</b>	
a) Tamaño y construcción del edificio	
b) Protección en puertas y ventanas contra insectos y roedores y otros contaminantes	
c) Área específica para vestidores y para ingerir alimentos	
<b>1.2.2 Pisos</b>	
a) De materiales impermeables y de fácil limpieza	
b) Sin grietas ni uniones de dilatación irregular	
c) Uniones entre pisos y paredes redondeadas	
d) Desagües suficientes	
<b>1.2.3 Paredes</b>	
a) Paredes exteriores construidas de material adecuado	
b) Paredes de áreas de proceso y almacenamiento revestidas de material impermeable, no absorbente, lisos, fáciles de lavar y color claro	
<b>1.2.4 Techos</b>	
a) Construidos de material que no acumule basura y anidamiento de plagas	
<b>1.2.5 Ventanas y puertas</b>	
a) Fáciles de desmontar y limpiar	
b) Quicios de las ventanas de tamaño mínimo y con declive	
c) Puertas de superficie lisa y no absorbente, fáciles de limpiar y desinfectar, ajustadas a su marco	
<b>1.2.6 Iluminación</b>	
a) Intensidad mínima de acuerdo con manual de BPM	
b) Lámparas y accesorios de luz artificial adecuados para la industria alimenticia y protegidos contra ranuras, en áreas de: recibo de materia prima; almacenamiento; proceso y manejo de alimentos	
c) Ausencia de cables colgantes en zonas de proceso	
<b>1.2.7 Ventilación</b>	
a) Ventilación adecuada	
b) Corriente de aire de zona limpia a zona contaminada	
c) Sistema efectivo de extracción de humos y vapores	
<b>1.3 Instalaciones sanitarias</b>	
<b>1.3.1 Abastecimiento de agua</b>	
a) Abastecimiento suficiente de agua potable	
b) Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable	

Continuación tabla II.

<b>1.3.2 Tubería</b>	
a) Tamaño y diseño adecuado	
b) Tuberías de agua limpia potable, agua limpia no potable y aguas servidas separadas	
<b>1.4 Manejo y disposición de desechos líquidos</b>	
<b>1.4.1 Drenajes</b>	
a) Sistemas e instalaciones de desagüe y eliminación de desechos, adecuados	
<b>1.4.2 Instalaciones sanitarias</b>	
a) Servicios sanitarios limpios, en buen estado y separados por sexo	
b) Puertas que no abran directamente hacia el área de proceso	
c) Vestidores y espejos debidamente ubicados	
<b>1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos</b>	
a) Lavamanos con abastecimiento de agua caliente y/o fría	
b) Jabón líquido, toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indican lavarse las manos	
<b>1.5 Manejo y disposición de desechos sólidos</b>	
<b>1.5.1 Desechos Sólidos</b>	
b) Recipientes lavables y con tapadera	
c) Depósito general alejado de zonas de procesamiento	
<b>2. EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>	
<b>2.1 Equipos y utensilios</b>	
a) Equipo adecuado para el proceso	

Fuente: elaboración propia.

Se eliminaron los incisos no relacionados al diseño, como lo son programas de limpieza, mantenimiento, control de plagas entre otros. Debido a que lo que se busca el diseño físico de la planta no se toma en cuenta todos los aspectos documentales del reglamento.

Identificadas las dimensiones y los puntos aplicables del *check list* de cumplimiento para el diseño sanitario se inicia con los puntos de iluminación, techos y ventilación de la planta.

### **2.1.3. Determinación de luminarias mediante el método de flujo total**

Para la estimación de luminarias se debe delimitar, primeramente, los aspectos de la planta de panificación por lo cual nuestros datos iniciales para la estimación de luminarias son los siguientes:

Tabla III. **Datos para la determinación de luminarias**

<b>Dimensiones del local</b>		<b>Reflexión de elementos</b>	
Largo (m)	10	Techo	Blanco
Ancho (m)	8	Pared	Claro
Altura (m)	3	Suelo	Claro
<b>Nivel de Iluminación</b>		<b>Mantenimiento</b>	
E (lux/m <sup>2</sup> )	550	Limpio	
<b>Tipo de iluminación</b>			
Luminarias		Fluorescente lineal	
			
		Watts	58
Luminarias por punto			2
<b>Pantallas de protección</b>			



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop.

Las dimensiones del local fueron obtenidas con base en los datos recopilados en la encuesta. La reflexión de elementos fue tomada con base en colores claros que son los recomendados para plantas alimenticias en este caso

un techo blanco y colores claros para paredes y pisos. El nivel de iluminación con base en la norma técnica de instalaciones eléctricas que recomienda 300 lux por metro cuadrado. Con respecto al tipo de lámparas y pantallas de protección, debido a que son de fácil acceso de compra. Se establecen 2 lámparas por luminaria.

#### **2.1.3.1. Índice de local**

Con los datos anteriores de base se determina el índice de local “K”, la cual es determinada con base en la geometría del local.

$$K = \frac{l * A}{h (l + a)}$$

Donde:

K= Índice de local

l= Largo

a= Ancho

h= Alto

#### **2.1.3.2. Coeficiente de reflexión**

Los coeficientes de reflexión son tomados con base en los colores en techo, paredes y suelo. Por lo cual se toma esta tabla de referencia con base en la norma técnica de instalaciones eléctricas.

Tabla IV. **Datos para la determinación de luminarias**

Superficie	Color	Factor
Techo	Blanco	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Fuente: EGGSA (2023) *Norma Técnica de instalaciones eléctricas*.

Los coeficientes de reflexión son utilizados para determinar el factor de utilización de las paredes, techos y pisos. Estos se encuentran tabulados o los suministra el proveedor de luminarias

Tabla V. **Datos para la determinación de factor de utilización**

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\gamma$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.61	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Fuente: EGGSA (2023) *Norma Técnica de instalaciones eléctricas*.

### 2.1.3.3. **Flujo luminoso total**

Para determinar los lux necesarios para cumplir con 300 lux/m<sup>2</sup> se debe determinar el flujo luminoso para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Phi_T = \frac{E * S}{n * f_m}$$

Donde:

$\Phi_T$ = Flujo luminoso total

E= Nivel de Iluminación

S= Superficie

n= Factor de utilización

$f_m$ = Factor de mantenimiento

#### 2.1.3.4. Número de luminarias

Para estimar el número de luminarias se toman los datos anteriores se determina mediante la ecuación siguiente:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \Phi_L}$$

Donde:

N= Número de luminarias

n= Factor de utilización

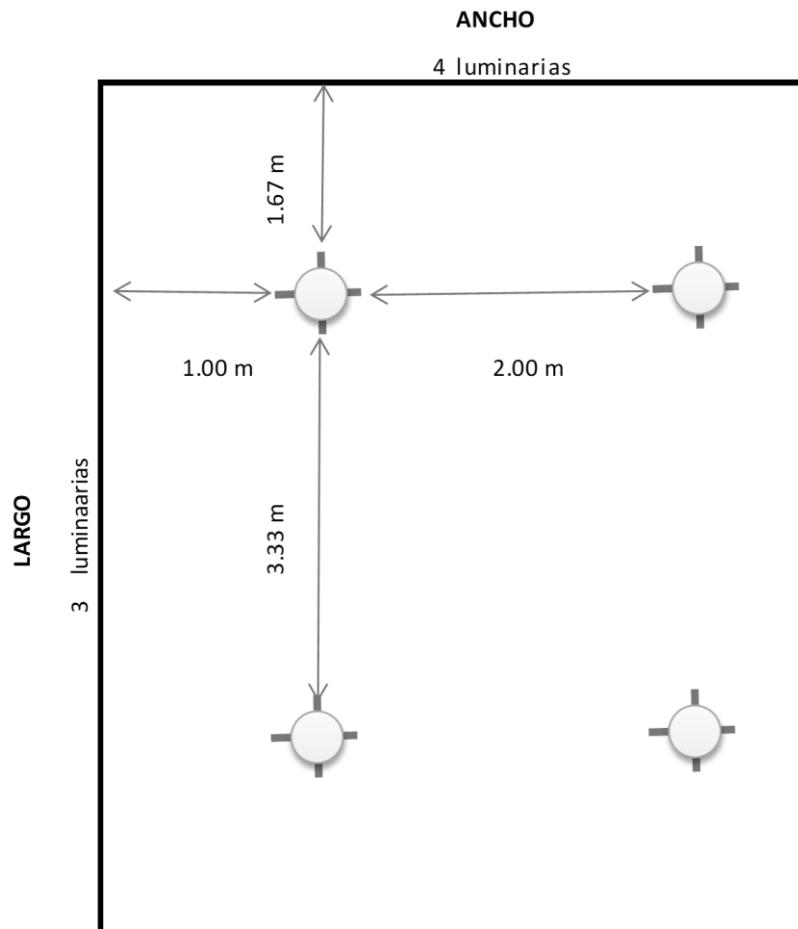
$\Phi_T$  = Flujo luminoso total

$\Phi_L$  = Flujo luminoso local

De acuerdo con los cálculos realizados nos da como resultado utilizar 12 luminarias que se distribuirán en la planta.

A continuación, se presenta un esquema de las distancias entre las luminarias y paredes.

Figura 14. Esquema distancia entre luminarias



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

#### 2.1.4. Cálculo de techo

Para el cálculo de techo se toma un techo a dos aguas, el cual busca cubrir ochenta metros cuadrados. Los datos del diseño de techo son los siguientes;

Tabla VI. **Datos para determinación de techo**

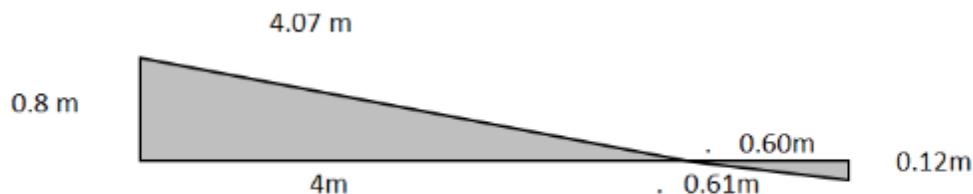
<b>Dimensiones de la planta</b>	
Ancho (m)	8.00
Largo (m)	10.00
Inclinación (%)	20.00
<b>Dimensiones de las láminas</b>	
Largo (pies)	12.00
Ancho (pulg)	32.00
Traslape por lado (pulg)	2.00
Área efectiva ( $m^2$ )	2.52

Fuente: elaboración propia.

Para facilitar el cálculo debido a que se realizará un techo a dos aguas, se trabajará con la mitad de la planta y al final se multiplicará la cantidad de láminas por dos para cubrir el total del techo. La mitad del techo tiene una dimensión de cuatro metros de ancho por diez de largo con la inclinación del veinte por ciento.

Se presentan los datos del gráfico para determinar el área del techo para lo cual el ancho a cubrir con un veinte por ciento de pendiente es de 4.68m, debido a que se toman dos pies para el borde de la lámina de caída de agua. Esta distancia se multiplica por los 10 metros de largo de la planta.

Figura 15. **Diagrama de un lado del techo de la planta**

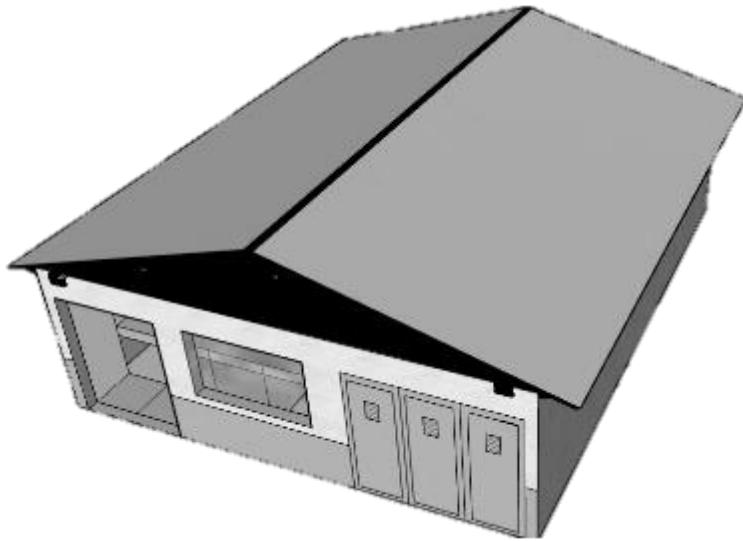


Fuente: elaboración propia.

Se tiene un área por cubrir de 46.8 m<sup>2</sup>, esta área se divide dentro del área efectiva de las láminas esta área efectiva ya tiene restado las dos pulgadas de traslape por lado. Al dividir estos se tiene un total de 18,57 láminas, pero se debe tomar en cuenta que se debe de multiplicar por dos para cubrir ambas aguas del techo, se tiene un total de 38 láminas en total, de las cuales el 20 % de estas láminas deberá ser transparente lo cual es aproximadamente 8 láminas transparentes y 30 láminas metálicas.

A continuación, se presenta un plano del techo de la planta.

**Figura 16. Diseño del techo de la planta**

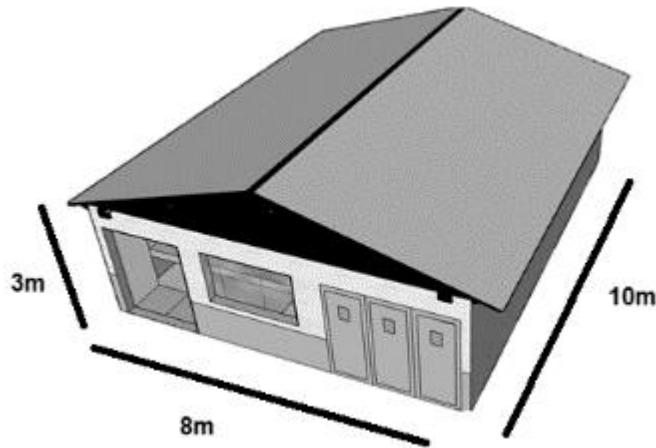


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

#### **2.1.5. Cálculo de ventilación**

El cálculo de ventilación se realiza mediante el método de volumen, para lo cual es necesario conocer el volumen de la planta.

Figura 17. Dimensiones de la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Para determinar el caudal de renovación de aire se utiliza el siguiente modelo.

$$\dot{Q} = V T_R$$

Donde:

Q= Caudal de renovación

V= Volumen de la planta

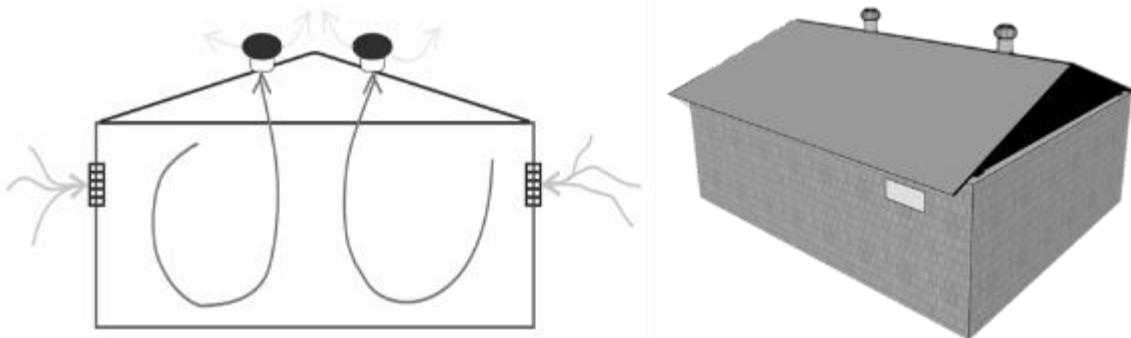
T<sub>R</sub> = Tasa de Renovación

Conocido el volumen de la planta el cual es de 240 m<sup>3</sup>, la tasa de renovación para recomendado para una planta industrial de alimentos se encuentra entre 15 a 30 renovaciones por hora. Se toma un promedio de 23 renovaciones por hora.

Brinda un caudal de renovación de 5520 m<sup>3</sup>/h lo cual nos indica que se debe de mover 5520 m<sup>3</sup> de aire por hora.

Debido a que se trata de dar una guía para que emprendedores de la panificación diseñen su planta, se desconoce dónde podría ubicarse la planta para lo cual se asume que toda la ventilación será forzada por medio de equipos mecánicos.

Figura 18. **Sistema de ventilación**



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Para cumplir con la renovación de aire se necesita, tantos ventiladores de tiro inducido que son los que succionan el aire del exterior al interior, Para lo cual es necesario tomar en cuenta que al ingreso de este flujo de aire es necesario colocar filtros HEPA, que son los recomendados para industrias de alimentos.

Así también se requerirán dos extractores de tipo hongo como se ve en diagrama, ellos serán los encargados de extraer el aire del interior al exterior de la planta.

Para determinar la capacidad tanto de ventiladores como de extractores es necesario pasar el caudal de 5520 m<sup>3</sup>/h a pies cúbicos por minuto (CFM por sus siglas en inglés) lo cual equivale a 3250 CFM, Esto debido a que al buscar estos equipos estos se identifican de acuerdo con el número de CFM a utilizar, para lo cual en nuestro ejemplo necesitaremos ya sea un solo extractor y un solo

ventilador de 3250 CFM o pueden ser dos extractores y dos ventiladores de 1625 CFM que es lo más apropiado para tener una mejor renovación del aire.

## **2.2. Aspectos productivos**

Para definir los aspectos productivos se debe de conocer los productos que se elaborarán, desde los ingredientes, el procedimiento de elaboración del producto y las operaciones lo cual se desarrolla a continuación.

### **2.2.1. Definir productos de mayor demanda**

Entre los productos de mayor demanda que son a los cuales nos limitaremos a producir, están los siguientes.

Tabla VII. **Panes de mayor venta**

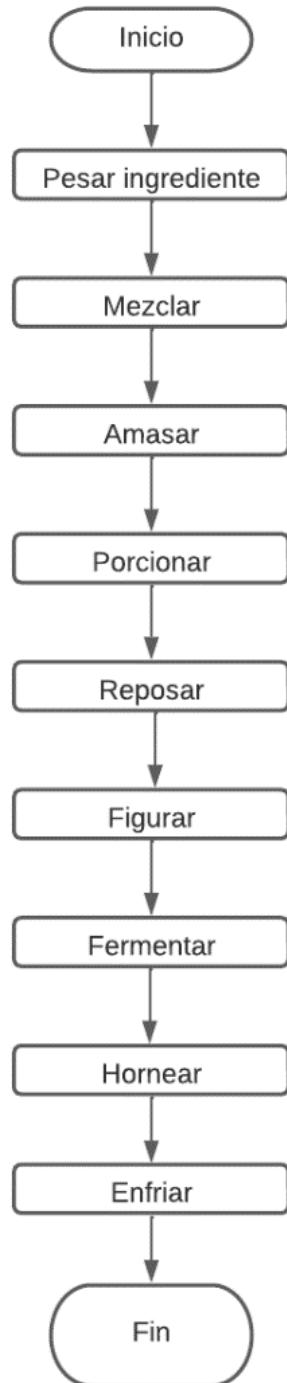
Pan francés	Polvorosas
Pan de Manteca	Pan de banano
Pan Tostado	Pan galleta
Cubiletes	Champurradas
Campechanas	Pirujo

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2. Definir línea de producción**

Se tomaron los productos de mayor demanda y con base en ellos se establecieron las operaciones necesarias para la producción, entre las operaciones para la producción de pan se muestran las siguientes.

Figura 19. **Proceso general de elaboración de pan**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Equipos y capacidades

Se presentan los equipos más utilizados en una panadería, los cuales fueron datos recopilados en la encuesta realizada, así también presenta las capacidades estimadas de cada equipo.

Tabla VIII. **Equipos y capacidades**

Panadería	Equipos	Cantidades y capacidades
Delicious	Horno	1 horno de 15 bandejas y 1 de 5 bandejas
	Amasadora	2 amasadoras de 25 kg
	Refinadora	1 refinadora de 15 kg
Mana del cielo	Horno	20 bandejas
	Amasadora	1 amasadora de 40 kg
	Laminadora	1 laminadora
	Batidora	1 batidora de 5 kg
Judá	Horno	1 horno de leña de 20 bandejas
	Amasadora	1 amasadora de 35 kg
	Refinadora	1 refinadora de 12 kg
La Virgen	Horno	1 horno de 12 bandejas y uno de 5 bandejas
	Batidora	1 batidora de 3 kg
	Refinadora	1 refinadora de 10 kg
	Fermentadora	1 fermentadora de 10 bandejas
Don Lito	Horno de leña	1 horno de leña de 25 bandejas
	Batidora	1 batidora de 5 kg
	Refinadora	1 refinadora de 10 kg
	Amasadora	1 amasadora de 50 kg
La nueva	Horno	1 horno de 15 bandejas
	Amasadora	1 amasadora de 25 kg
	Refinadora	1 refinadora de 12 kg
Mana del cielo	Horno	1 horno de 10 bandejas y uno de 5 bandejas
	Batidora	1 batidora de 5 kg
	Amasadora	1 amasadora de 20 kg
La bendición	Horno	1 horno de leña de 20 bandejas
	Amasadora	1 amasadora de 30 kg
	Refinadora	1 refinadora de 15 kg
	Fermentadora	1 fermentadora de 7 bandejas
Margarita	Horno	1 horno de 15 bandejas y 1 de 10 bandejas
	Batidora	1 batidora de 5 kg
	Refinadora	1 refinadora de 12 kg

Continuación de tabla VIII.

	Horno	1 horno de leña de 20 bandejas y 1 horno de 10 bandejas
San José	Batidora	2 batidora de 10 kg
	Refinadora	1 refinadora de 10 kg
	Amasadora	1 amasadora de 50 kg

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4. Estimar capacidad productiva

La estimación de la capacidad productiva de la planta de producción fue realizada por medio de los datos recopilados en la encuesta realizada ya que se consultó con las panaderías, la cantidad de sacos de harina procesada al día.

Tabla IX. Sacos procesados por día en las panaderías encuestadas

Panadería	Sacos Harina /día
Delicious	5.00
Maná del cielo	4.00
Judá	3.00
La Virgen	4.00
Don Lito	4.00
La nueva	3.00
Maná del cielo	3.00
La bendición	3.00
Margarita	4.00
San José	4.00
<b>Promedio</b>	<b>3.70</b>

Fuente: elaboración propia.

## **2.3. Organización del área productiva**

Se realiza la organización de la planta y estimación del área productiva necesaria de acuerdo con los equipos por utilizar.

### **2.3.1. Establecer dimensiones de la planta**

De acuerdo con los datos de dimensiones de las panaderías encuestadas se obtuvo un promedio de que estas se encuentran establecidas en ochenta metros cuadrados por lo cual para facilitar el diseño se tomó que la planta por diseñar sería de ocho metros de ancho por diez metros de largo.

Para estimar el área productiva necesaria se realiza un análisis mediante el método de Guerchet busca obtener la mayor área productiva disponible.

### **2.3.2. Cálculo de distribución de superficie método de Guerchet**

Mediante el método de Guerchet se calculan los espacios físicos que se requieren en el área productiva, para lo cual es importante identificar el número total de equipos y maquinaria se separan los elementos móviles y estáticos.

Para el cálculo del método de Guerchet, se utiliza el siguiente modelo

$$S_t = N(S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

$S_t$ = Superficie total

$S_s$ = Superficie estática

$S_g$ = Superficie de gravitación

$S_s$ = Superficie de evolución

N = número de elementos móviles y estáticos

### **2.3.2.1. Superficie Estática ( $S_s$ )**

La superficie estática, es el área que ocupan las máquinas, muebles y equipos. Incluyendo todo lo que se instalará dentro de la planta, y se calcula de la siguiente manera.

$$S_s = largo * ancho$$

### **2.3.2.2. Superficie Gravitacional ( $S_g$ )**

Esta es la superficie que utiliza el personal para las operaciones en el puesto de trabajo y se obtiene multiplicando la superficie estática por el número de lados en los cuales los equipos se pueden utilizar.

$$S_s = S_g * n$$

### **2.3.2.3. Superficie de evolución**

Esta superficie es reservada para los puestos de trabajo debido al desplazamiento del personal entre los equipos.

Para este cálculo se utiliza el factor del coeficiente de evolución “K”, la cual es la media ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y elementos estáticos.

Se presentan los cálculos para la estimación del área de producción de la planta de producción.

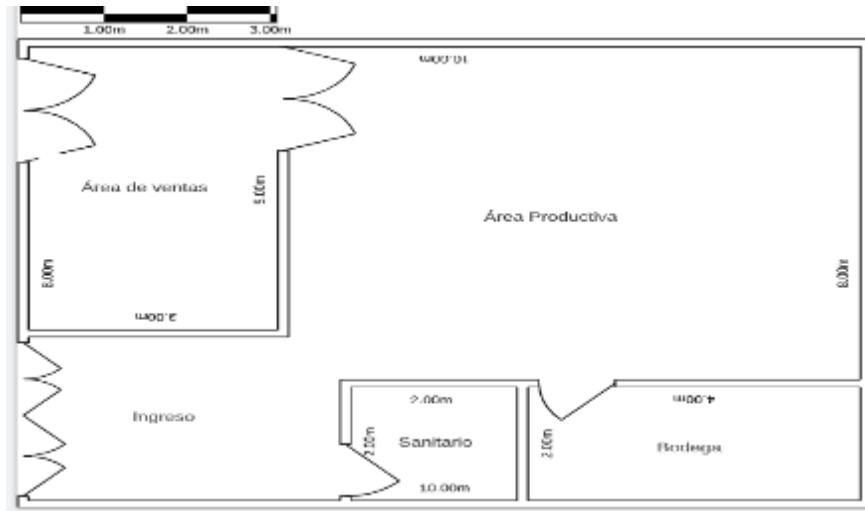
Tabla X. **Datos para la determinación del área total**

Equipos	Estático											
	N	n	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss	Sg	Se	St	Ss*n*h	Ss*n	Hee
Batidora	1.00	1.00	0.40	0.30	0.40	0.12	0.12	0.17	0.41	0.05	0.12	
Amasadora	1.00	1.00	0.75	1.10	1.25	0.83	0.83	1.16	2.81	1.03	0.83	
Refinadora	1.00	1.00	0.50	0.60	1.30	0.30	0.30	0.42	1.02	0.39	0.30	
Horno	1.00	1.00	1.20	1.50	1.80	1.80	1.80	2.54	6.14	3.24	1.80	1.24
Mesa	2.00	3.00	1.30	0.70	0.90	0.91	2.73	2.57	12.41	2.46	2.73	
Balanza	1.00	3.00	0.40	0.50	0.50	0.20	0.60	0.56	1.36	0.30	0.60	
Fermentadora	1.00	1.00	1.10	0.80	1.75	0.88	0.88	1.24	3.00	1.54	0.88	
								Suma		9.01	7.26	
Móviles												
Equipos	N	n	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ss	Sg	Se	St	Ss*n*h	Ss*n	Hem
Clavijero	2.00	2.00	0.80	0.60	1.75	0.48	0.96	1.01	4.91	1.68	0.96	1.75

Área total necesaria para equipos (m<sup>2</sup>) 32.07 K 0.70

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Plano general de la planta**



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 2.3.3. **Establecer áreas de la planta**

Establecidas las dimensiones de la planta se procedió a delimitar las áreas con las que contará el diseño de la planta, la cual busca evitar contaminación cruzada. Así también se presentan las áreas en donde se ubicarán los equipos esto de acuerdo con los procedimientos de producción de pan, con el fin de tener una línea de proceso continuo.

Figura 21. **Plano de las áreas de la planta**

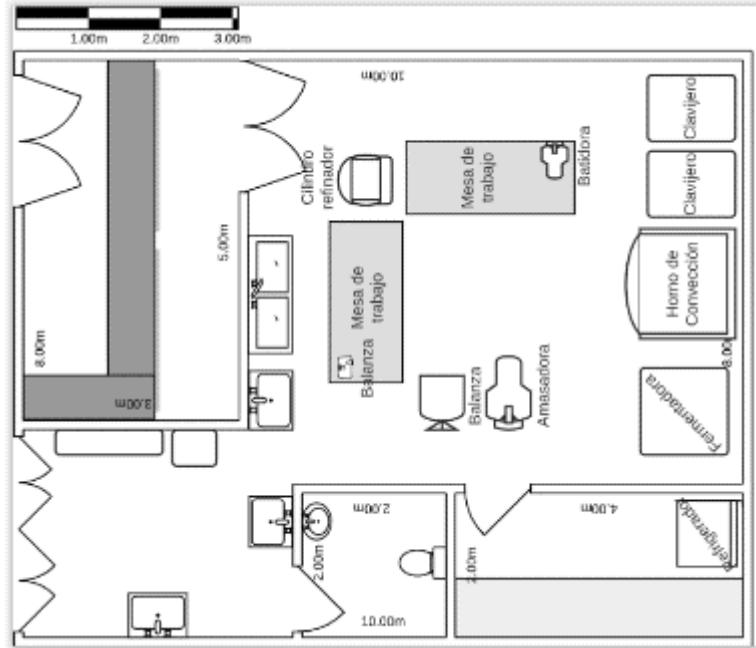


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

#### 2.3.4. **Ubicar equipos para la producción**

Establecidas las áreas se procedió a colocar los equipos, entre los cuales se encuentran, balanza, amasadora, cilindro refinador, cámara de fermentación, horno, clavijeros, refrigerador y mesas de trabajo.

Figura 22. Ubicación de equipos dentro de la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.



### 3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta realizada.

#### 3.1. Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación

Como información principal se obtiene el tamaño promedio de una planta de panificación comercial ya establecida.

Tabla XI. Dimensiones promedio de una panadería comercial

Promedio de dimensiones	Alto (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
	3.10	7.80	10.00	78.00

Fuente: elaboración propia.

En promedio una planta de panificación se encuentra establecida en 78 m<sup>2</sup>, para el diseño de nuestra planta se estimó 80 m<sup>2</sup>.

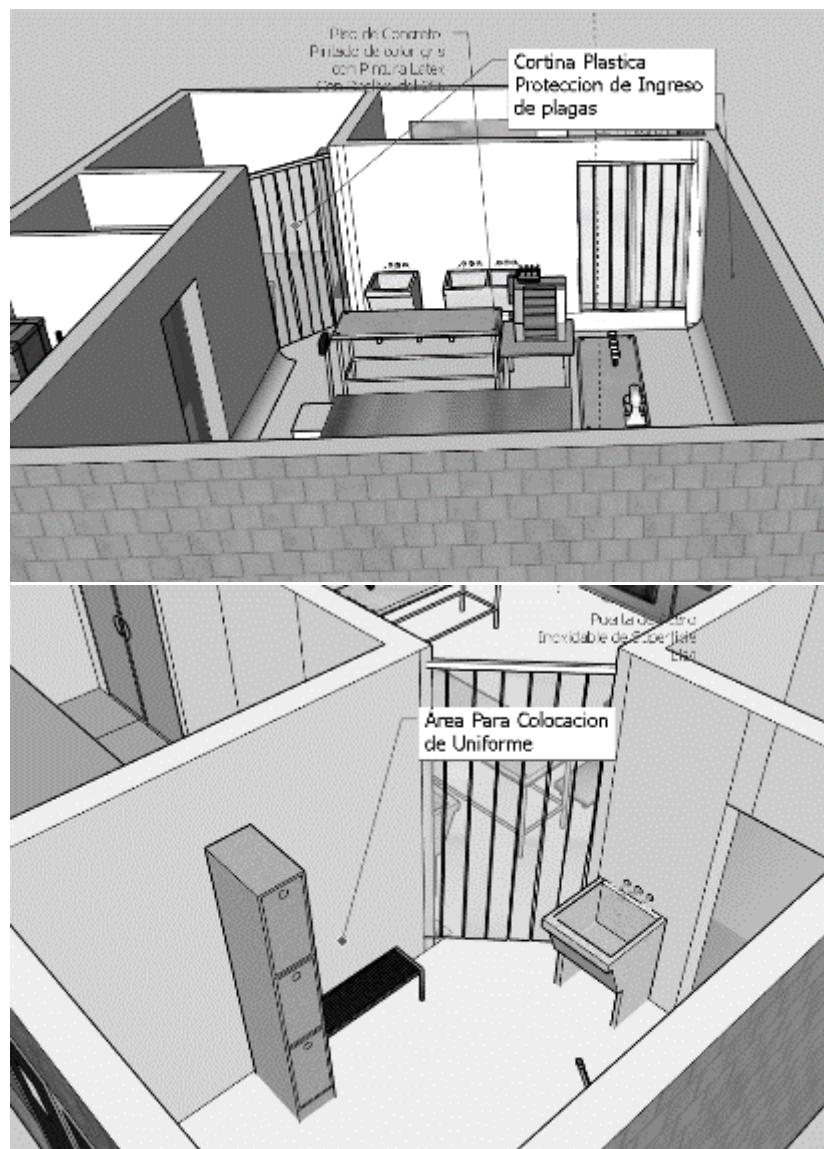
##### 3.1.1. Diseño en cuanto al *Check list* de cumplimiento del RTCA

Como se mencionó anteriormente únicamente se toman los aspectos aplicables al diseño. Los puntos aplicables se presentan a continuación.

### 3.1.1.1. Diseño

Inciso 1.2.1 Diseño, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales (2006).

Figura 23. **Inciso 1.2.1 Diseño RTCA 67.01.33:06 (2006)**



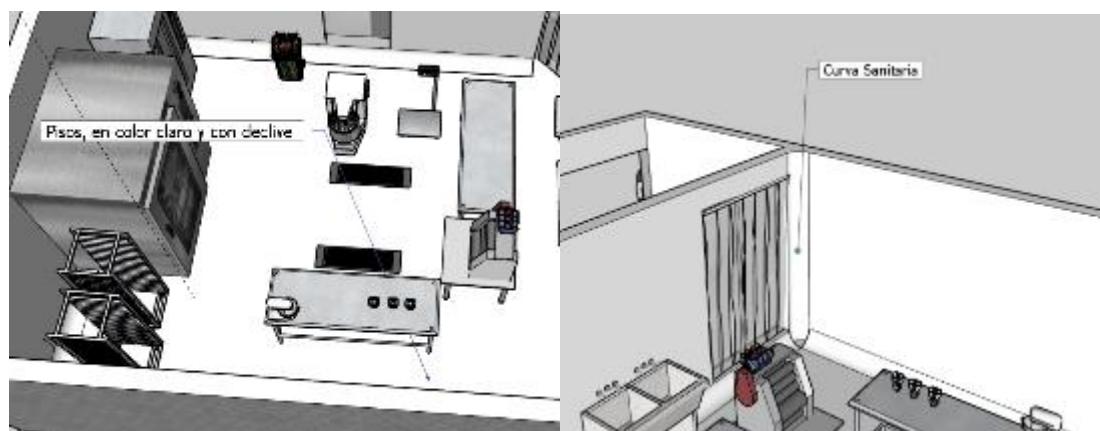
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

El tamaño de la planta se estableció anteriormente, con respecto a la construcción del edificio se presentará en el desarrollo de los resultados. No se toma en cuenta la protección a ventanas, debido a que no se colocarán ventanas con acceso al área de producción. De igual forma no se toma en cuenta el área para ingerir alimentos.

### 3.1.1.2. Pisos, paredes y techo

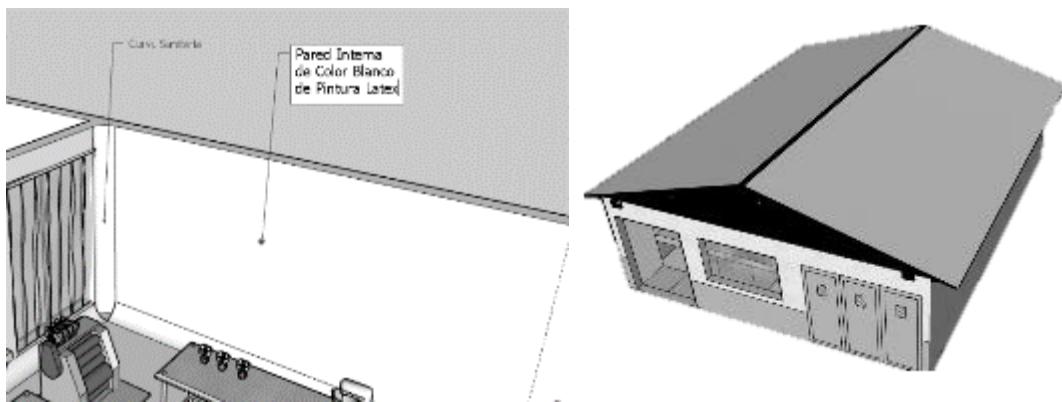
Incisos 1.2.2 pisos, 1.2.3 paredes y 1.2.4 techos, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. (Principios generales, 2006)

Figura 24. **Incisos 1.2.2 Pisos y 1.2.3 Paredes RTCA 67.01.33:06 (2006)**



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Figura 25. **Incisos 1.2.3 Paredes y 1.2.4 Techo RTCA 67.01.33:06 (2006)**



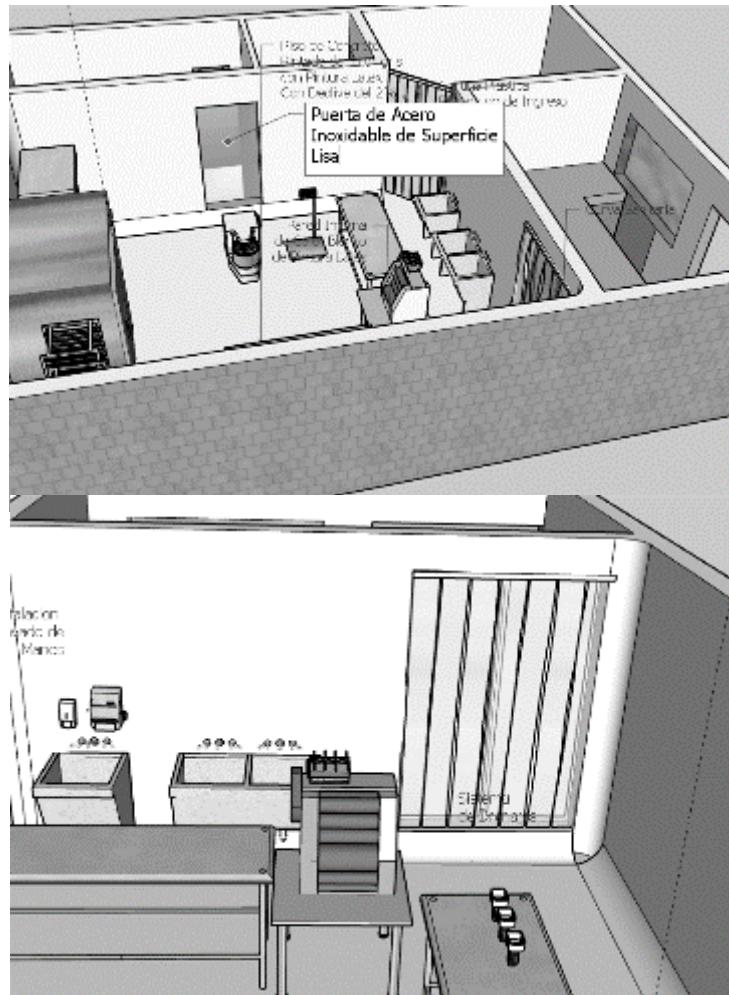
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Se presentan las paredes, pisos y techos para lo cual se recomienda tener acabados lisos, recubiertos con pinturas látex, debido a que son impermeables y fáciles para el lavado, y en color blanco y gris debido a que son colores claros en los cuales se puede identificar con mayor facilidad las áreas sucias.

### 3.1.1.3. **Ventanas y puertas**

Inciso 1.2.5 Ventanas y puertas, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006)

Figura 26. **Inciso 1.2.5 Ventanas y puertas RTCA 67.01.33:06 (2006)**

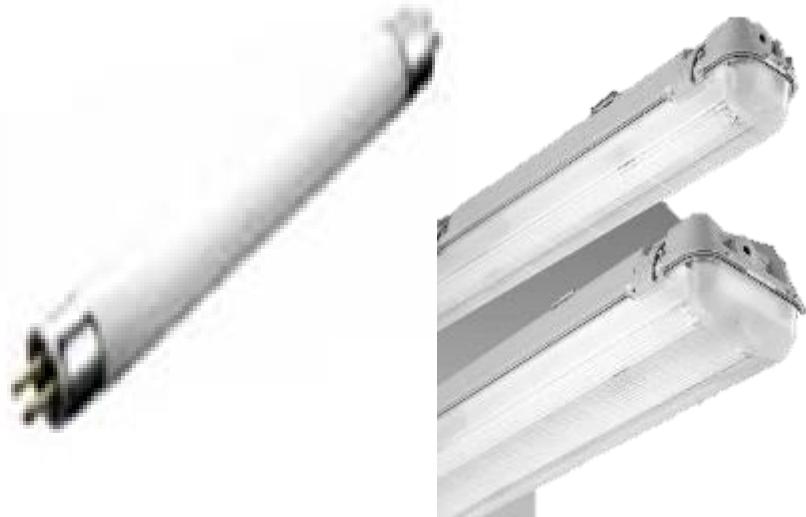


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

#### 3.1.1.4. Iluminación

Inciso 1.2.6 Iluminación, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006)

Figura 27. **Inciso 1.2.6 Iluminación RTCA 67.01.33:06 (2006)**

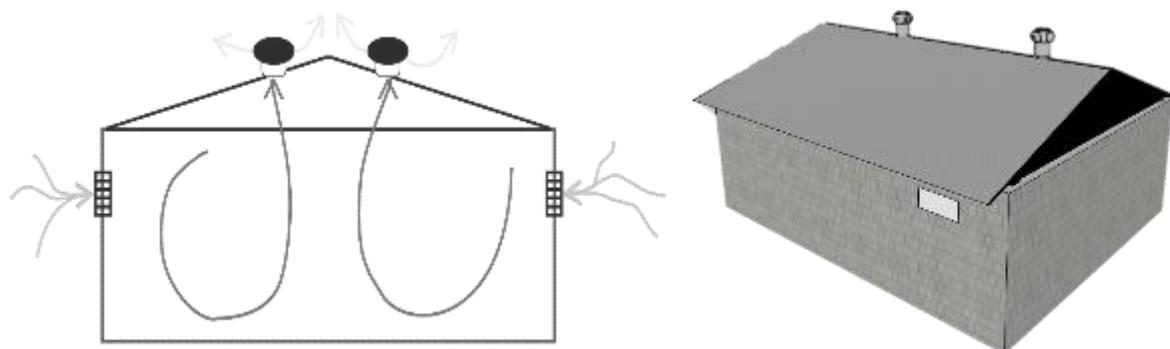


Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop.

### 3.1.1.5. Ventilación

Inciso 1.2.7 Ventilación, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006).

Figura 28. **Inciso 1.2.7 Ventilación RTCA 67.01.33:06 (2006)**

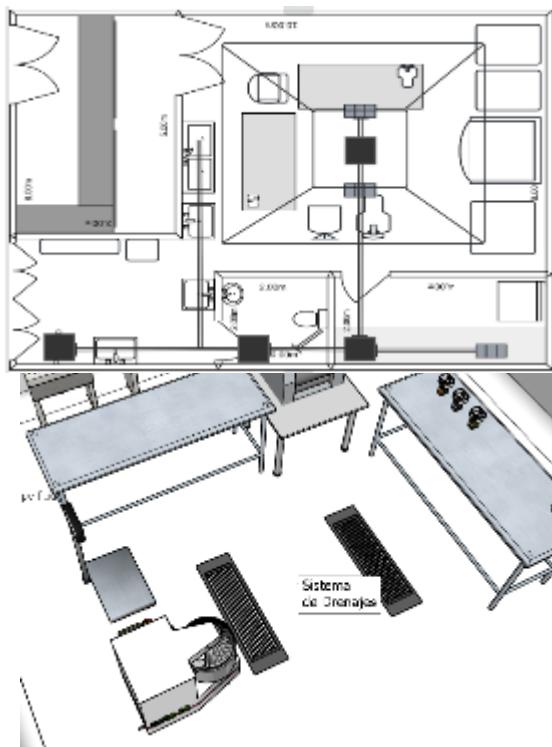


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.1.1.6. Drenajes

Inciso 1.4.1 Drenajes, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006)

Figura 29. **Inciso 1.4.1 Drenajes RTCA 67.01.33:06 (2006)**

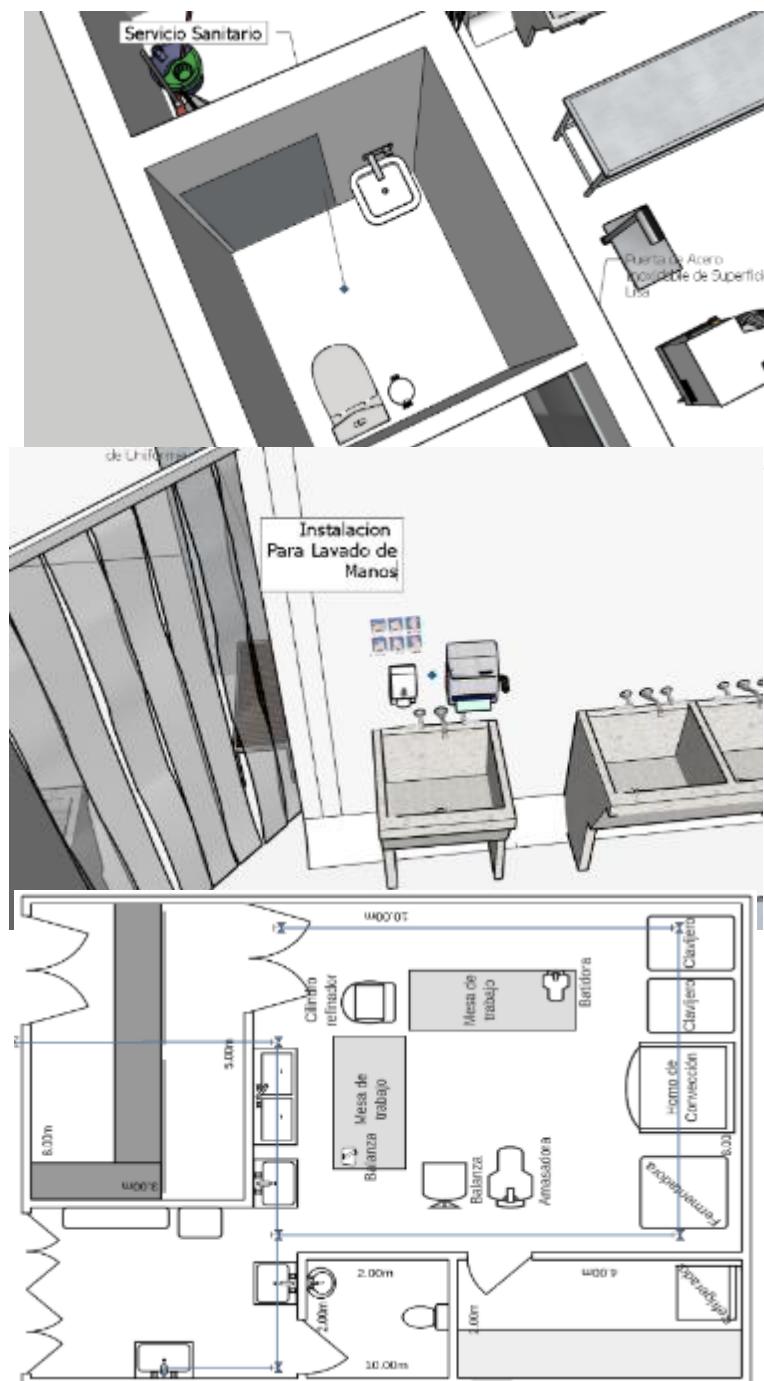


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.1.1.7. Instalaciones sanitarias e instalaciones para lavamanos

Incisos 1.4.2 Instalaciones sanitarias y 1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006)

## Figura 30. Incisos 1.4.2 Instalaciones sanitarias y 1.4.3 Instalaciones para lavamanos RTCA

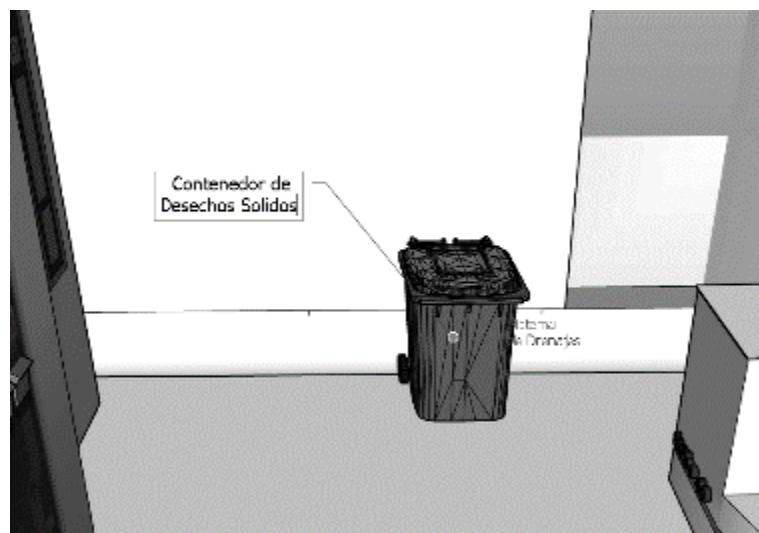


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.1.1.8. Desechos sólidos

Inciso 1.5.1 Desechos Sólidos, RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. (Principios generales, 2006)

Figura 31. Inciso 1.5.1 Desechos sólidos RTCA 67.01.33:06 (2006)



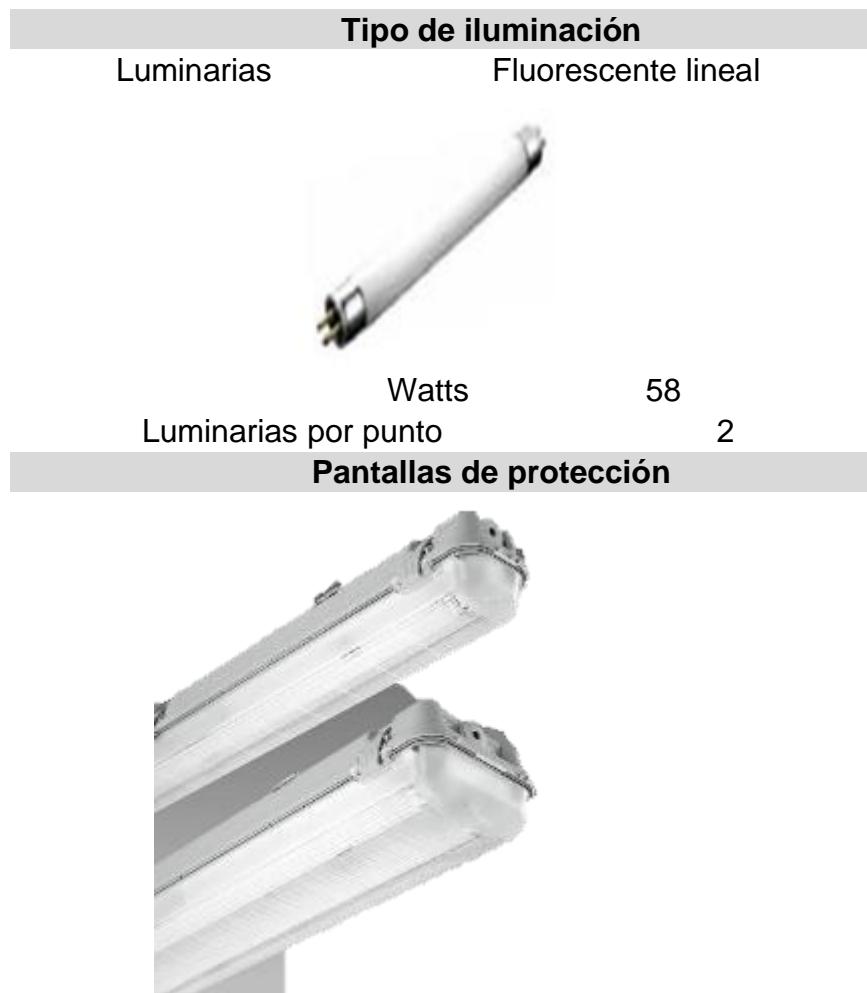
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.1.1.9. Luminarias mediante el método de flujo total

Se determina el número de luminarias y la distancia entre estas, para iluminar la planta de producción, se toma una intensidad lumínica de 350 lux por metro cuadrado.

Para la iluminación de la planta se establecen luminarias tipo fluorescente lineal de 58 Watts, se colocan dos lámparas por luminaria y pantallas de protección.

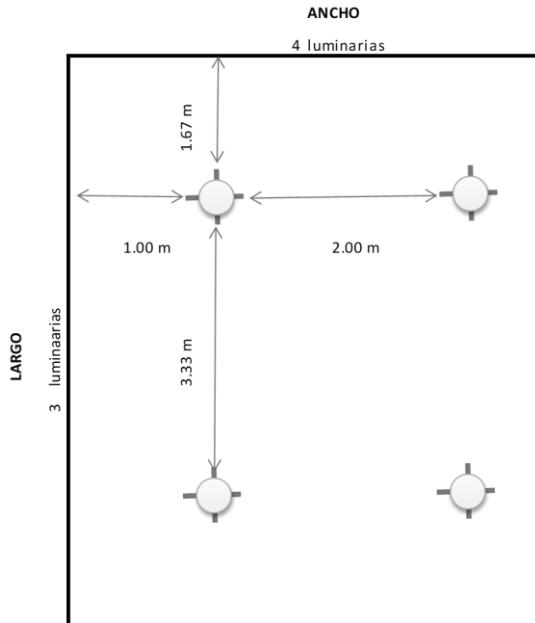
Figura 32. **Tipo de iluminación**



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

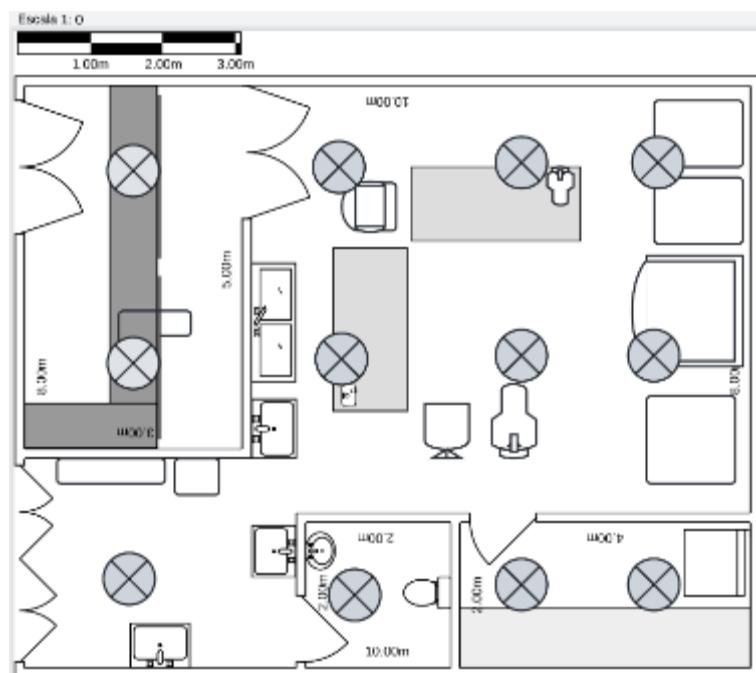
Se presenta el diagrama de distancias entre las luminarias. Para cumplir con los 550 lux/m<sup>2</sup>. Así también el plano de colocación dentro de la planta.

Figura 33. **Distancia entre luminarias**



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Figura 34. **Distribución de luminarias**

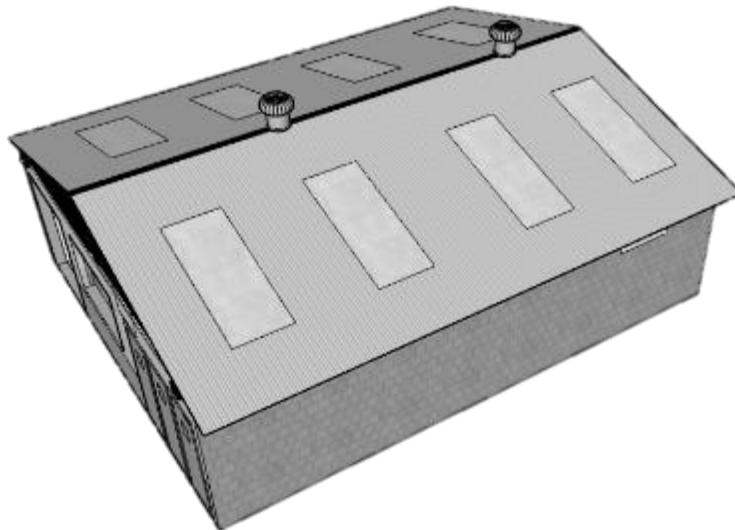


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### **3.1.1.10. Cálculo de techo**

Para cubrir el techo de la planta se determina un techo a dos aguas, para el cual se requieren 30 láminas metálicas y 8 láminas transparentes de 12 pies por 32 pulgadas.

Figura 35. **Vista del techo**



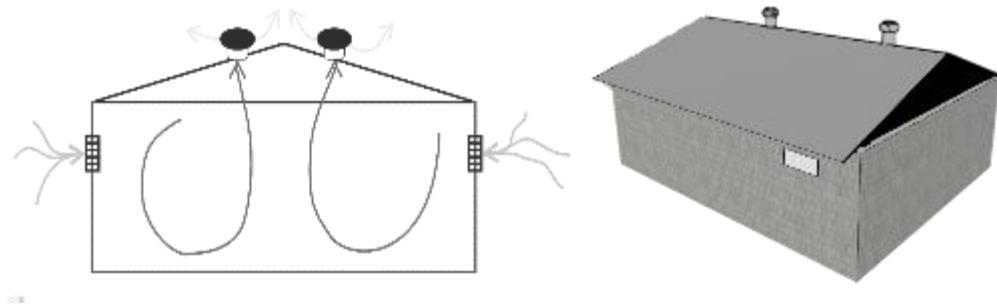
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### **3.1.1.11. Cálculo de ventilación**

La ventilación de la planta será una ventilación mecánica debido a que se colocaran ventiladores de tiro los que succionarán el aire de afuera hacia adentro, para lo cual es importante colocar filtros para eliminar partículas que puedan ser fuente de contaminación. Así también se recomienda colocar extractores que succionaran el aire de adentro de la planta a la parte exterior del techo. Se toma un promedio de 23 renovaciones de aire para una cocina industrial. Será el caudal de aire por renovar de  $5520 \text{ m}^3/\text{h}$ .

A continuación, se presenta un diagrama del sistema de renovación de aire dentro de la planta.

Figura 36. **Sistema de ventilación**

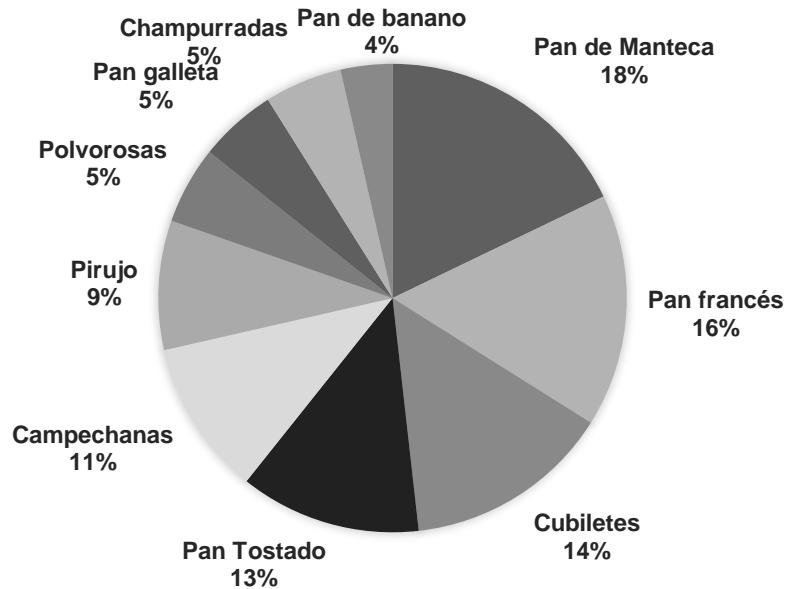


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.2. **Aspectos productivos**

A continuación, se presentan los datos obtenidos de los productos de mayor demanda en las panaderías encuestadas. Entre los panes de mayor demanda se encuentra en primer lugar con un 18 % el pan de manteca, seguido por el pan francés con un 16 % y en tercer lugar los cubiletes con un 14 %. Estos tres productos serán los que se producirán en la planta de panificación.

Figura 37. **Productos de mayor demanda**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1. **Definir línea de producción**

Con base en los productos de mayor demanda del inciso anterior, se definirá la línea de producción, pero para ello es importante conocer cada uno de los ingredientes, procesos y procedimientos para la elaboración de dichos panes. Y así establecer los equipos necesarios para la producción de estos. Por lo cual a continuación se detallarán los procedimientos para la elaboración:

#### 3.2.1.1. **Proceso para la elaboración de pan de manteca**

Los ingredientes necesarios para la producción del pan de manteca son los siguientes.

**Tabla XII. Ingredientes para la producción de pan de manteca**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>libras</b>	<b>Kg</b>	<b>Onzas</b>
Harina Suave	100.00 %	33.08	15.00	529.20
Agua	20.00 %	6.62	3.00	105.84
Levadura	3.00 %	0.99	0.45	15.88
Sal	1.00 %	0.33	0.15	5.29
Azúcar	25.00 %	8.27	3.75	132.30
Polvo para hornear	3.00 %	0.99	0.45	15.88
Manteca vegetal	18.00 %	5.95	2.70	95.26
Huevos	20.00 %	6.62	3.00	105.84
<b>Total</b>	<b>190.00 %</b>	<b>62.84</b>	<b>28.50</b>	<b>1005.48</b>
Rendimiento:				
670	unidades de	1.5	onzas	

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente el pan de manteca lleva una masa especial para la elaboración de la “concha” que es el adorno decorativo con el cual se identifica el pan de manteca.

**Tabla XIII. Ingredientes para la elaboración de masa de concha para decorar**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>libras</b>	<b>Kg</b>	<b>Onzas</b>
Harina Suave	100.00 %	5.51	2.50	88.20
Azúcar	50.00 %	2.76	1.25	44.10
Agua	25.00 %	1.38	0.63	22.05
Manteca vegetal	50.00 %	2.76	1.25	44.10
Total	225.00 %	12.40	5.63	198.45
Rendimiento:				
396	unidades de	0.5	onzas	

Fuente: elaboración propia.

Conocidos los ingredientes del pan de manteca se define el procedimiento de elaboración de este.

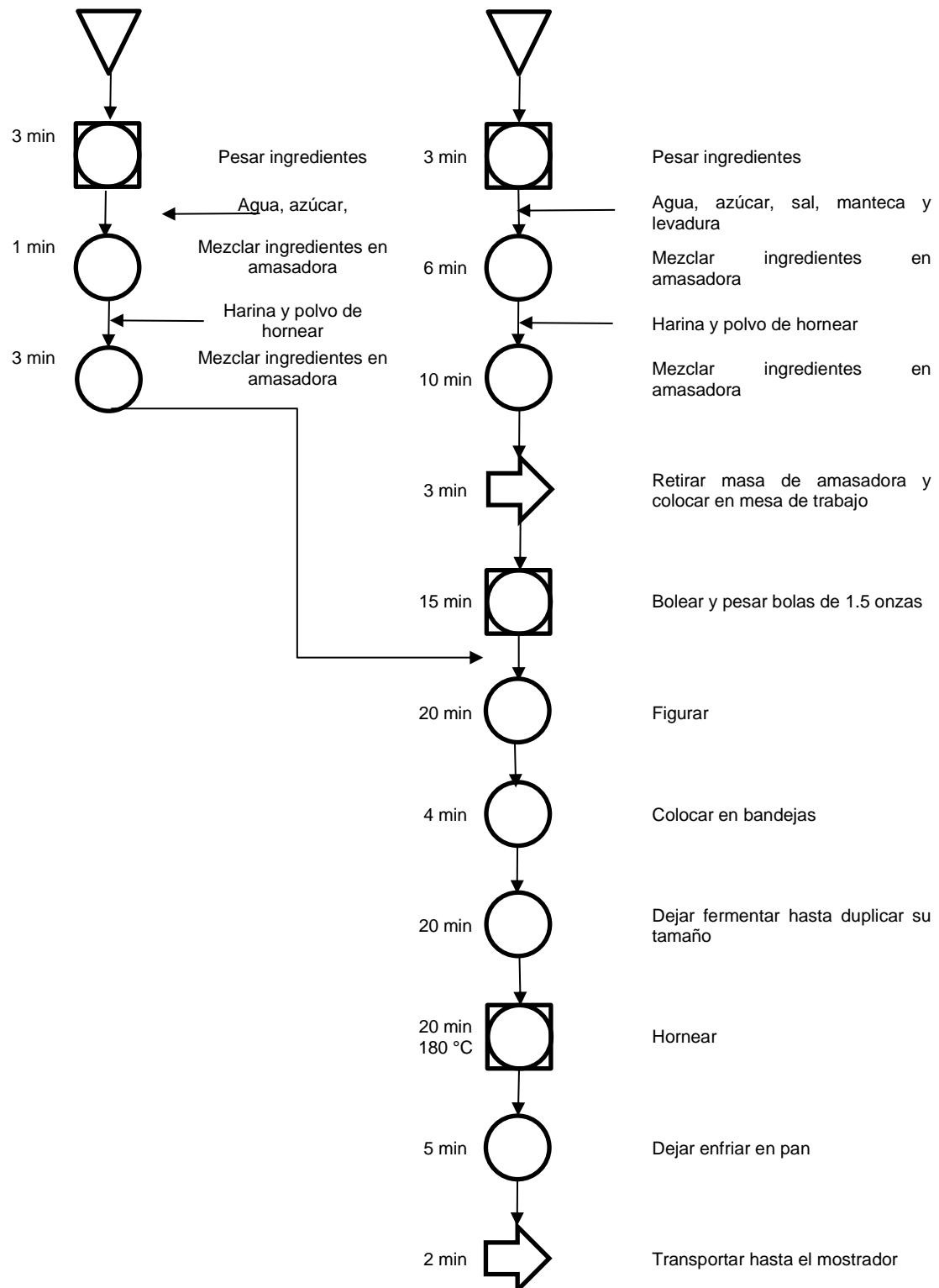
### **3.2.1.2. Procedimiento de elaboración de pan de manteca**

- Pesar correctamente los ingredientes
- Agregar en la amasadora agua, azúcar, sal, manteca, levadura y trabajar por 6 min, hasta que se logre una mezcla homogénea, realizar esto a una velocidad baja.
- Agregar la harina junto con polvo para hornear de poco en poco, ya agregada toda la harina trabajar 10 minutos hasta obtener una masa elástica y homogénea
- Retirar la masa del tazón y proceder a bolear en bolas de 1.5 onza.
- Figurar en forma de concha, cuerno y decorar con la masa para concha.
- Dejar reposar durante 20 min para fermentación o hasta que duplique su tamaño.
- Hornear a 180° C (356° F) de 16 a 20 minutos.

### **3.2.1.3. Procedimiento de elaboración de masa de concha para decorar**

- Pesar correctamente los ingredientes.
- Disolver agua y azúcar por 1 minuto en dentro de la amasadora a velocidad baja.
- Agregar manteca, dejar que se disuelva y por último integrar harina hasta lograr una masa homogénea.

Figura 38. Diagrama de elaboración de pan de manteca



Fuente: elaboración propia.

### **3.2.1.4. Proceso para la elaboración de pan de francés**

Los ingredientes para la producción del pan de francés son los siguientes.

**Tabla XIV. Ingredientes para la producción de pan de francés**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>libras</b>	<b>Kg</b>	<b>Onzas</b>
Harina Dura	100.00 %	33.08	15.00	529.20
Agua	60.00 %	19.85	9.00	317.52
Levadura	3.00 %	0.99	0.45	15.88
Sal	2.00 %	0.66	0.30	10.58
Azucar	2.00 %	0.66	0.30	10.58
Manteca vegetal	3.00 %	0.99	0.45	15.88
Total	170 %	56.23	25.50	899.64
Rendimiento:				
599.76 unidades de 1.5 onzas				

Fuente: elaboración propia.

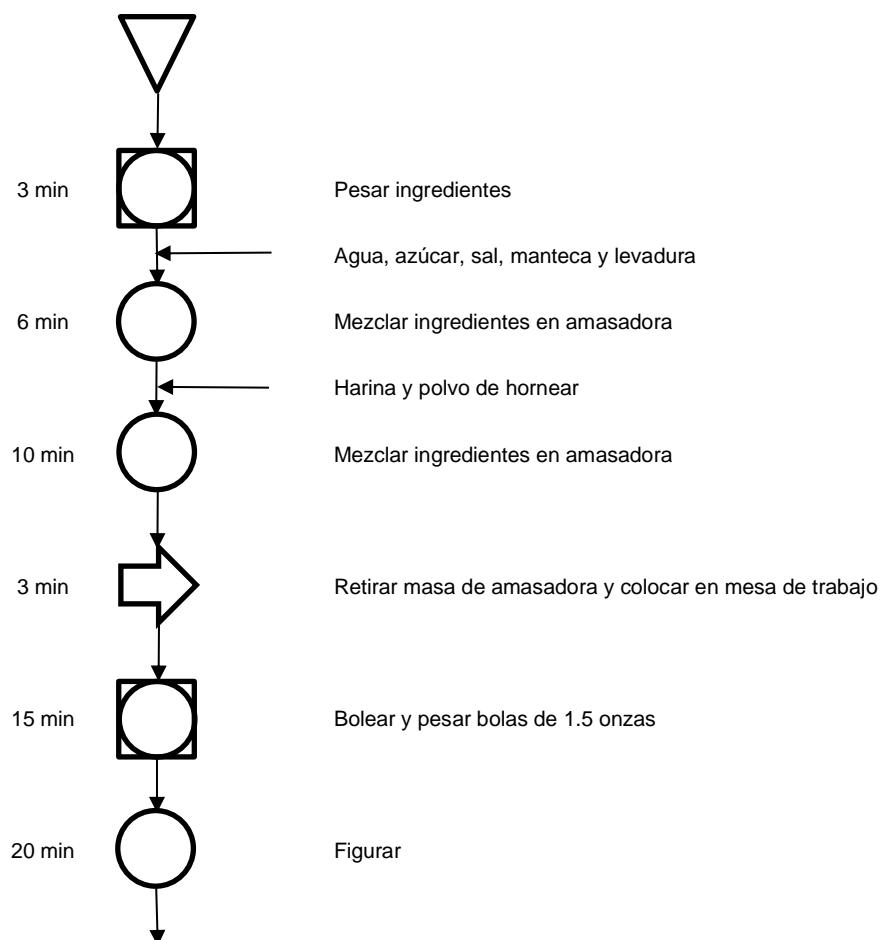
Conociendo los ingredientes del pan francés se define el procedimiento de elaboración de este.

### **3.2.1.5. Procedimiento de elaboración de pan de francés**

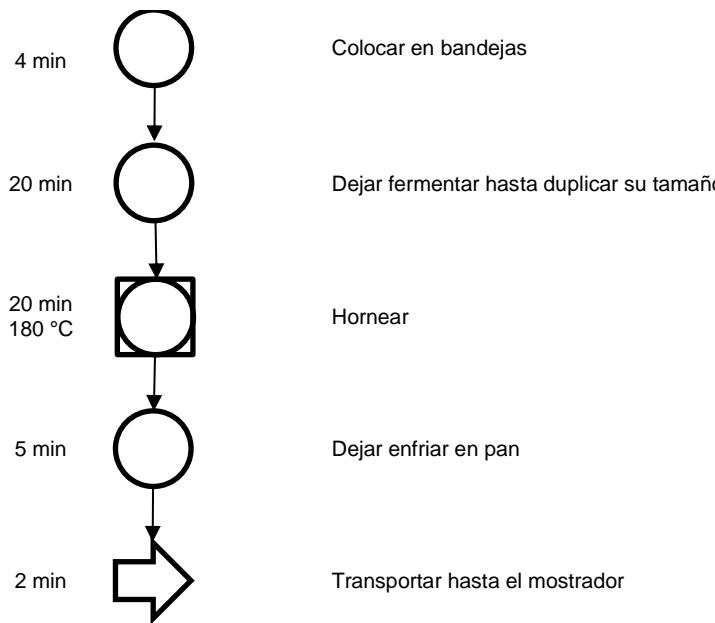
- Pesar correctamente los ingredientes.
- Colocar en la amasadora sal, azúcar, manteca, agua y por último la levadura y amasar por 2 minutos en velocidad baja.
- Incorporar harina dura y amasar 8 minutos en velocidad media.
- Dejar fermentar durante 45 minutos a 1 hora, cubriendola y untando manteca para evitar que se reseque la masa.

- Refinar la masa hasta desarrollar el gluten y se logre una mezcla homogénea.
- Bolear al peso deseado, colocar en bandejas y reposar de 15 a 20 minutos.
- Figurar.
- Ingresar el producto a cámara de fermentación de 45 a 60 minutos (temperatura 36 °C a 40 °C y humedad relativa de 70% a 90%) o a temperatura ambiente hasta que duplique su tamaño
- Hornear a 180° C (356° F) de 18 a 20 minutos

**Figura 39. Diagrama de elaboración de pan francés**



Continuación figura 39.



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.6. Procedimiento de elaboración de cubiletes

Los ingredientes necesarios para la producción de cubiletes son los siguientes.

Tabla XV. Ingredientes para la producción de cubiletes

Ingredientes	Porcentaje	libras	Kg	Onzas
Harina Dura	100,00 %	33.08	15.00	529.20
Agua	60,00 %	19.85	9.00	317.52
Levadura	3,00 %	0.99	0.45	15.88
Sal	2,00 %	0.66	0.30	10.58
Azúcar	2,00 %	0.66	9.30	10.58
Manteca vegetal	3,00 %	0.99	0.45	15.88
Huevos	3,00 %	0.99	0.45	15.88
Polvo de hornear	0,01 %	0.01	0.01	0.01
Total	170.01 %	57.22	25.95	915.57
Rendimiento:				
34	unidades de	1.5	onzas	

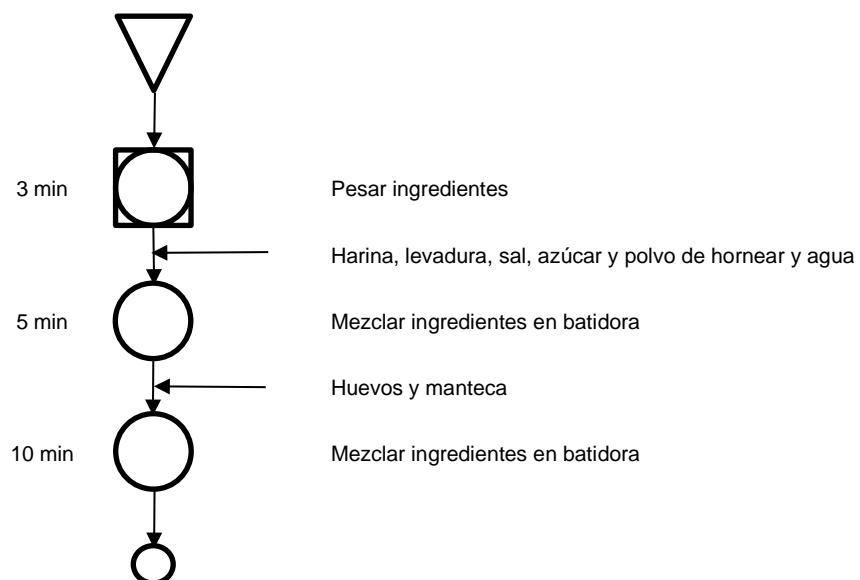
Fuente: elaboración propia

Conociendo los ingredientes para la elaboración de cubiletes se define el procedimiento de elaboración de este.

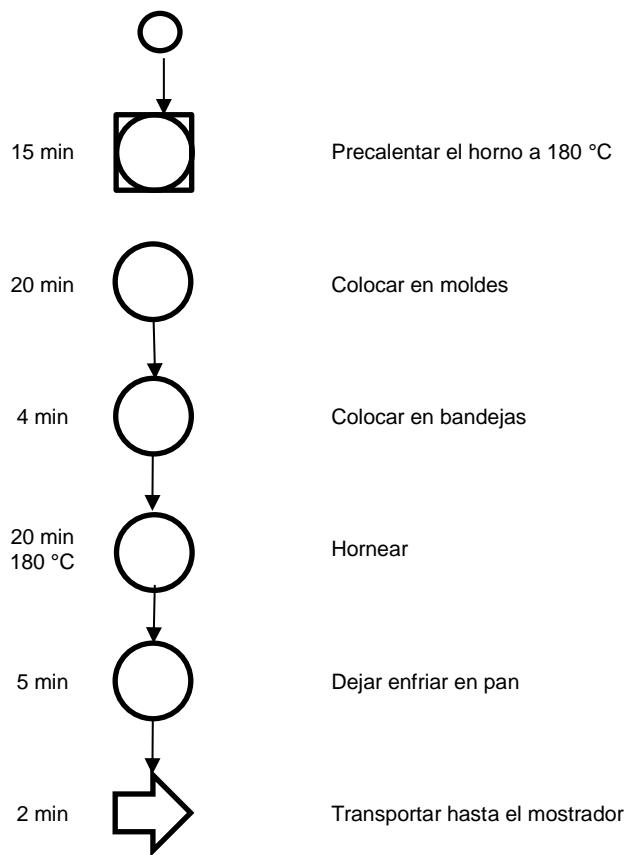
### 3.2.1.7. Procedimiento de elaboración de cubilete

- Pesar correctamente los ingredientes.
- Colocar en la amasadora harina, levadura, sal, azúcar y polvo de hornear e ir agregando agua poco a poco.
- Incorporar huevos, manteca y batir por 10 min.
- Precalentar el horno a 180 °C por 15 min.
- Colocar la mezcla en moldes con sus respectivos tapecillos.
- Hornear por 20 min a 180 °C.
- Esperar que enfríen

Figura 40. Diagrama de elaboración de cubiletes



Continuación figura 40.



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Equipos necesarios

Definido el proceso de elaboración de los tipos de pan de mayor demanda se identificarán los pasos de elaboración y los equipos necesarios para la producción en la planta de panificación. Cabe aclarar que únicamente se tomarán equipos especiales para la producción de los distintos tipos de pan, no se tomarán en cuenta bandejas, balanzas y utensilios, ya que estos son básicos en toda panadería por lo cual se pueden obviar en nuestro diseño.

Tabla XVI. **Equipos requeridos por la línea de producción**

Equipo	Pan Manteca	Pan Francés	Pan Cubiletes
Amasadora	X	X	
Batidora			X
Refinadora		X	
Fermentadora	X	X	
Horno	X	X	X
Clavijeros	X	X	X

Fuente: elaboración propia

Estos son los equipos necesarios para la producción de las tres líneas de pan a elaborar, pero además es importante conocer la capacidad que debe tener cada uno de estos equipos, por lo cual se presentan los resultados de las encuestas realizadas, las cuales permiten estimar la capacidad necesaria de los equipos.

Tabla XVII. **Capacidades de equipos**

Equipo	Capacidad de equipos
Amasadora	35 kg
Batidora	5 kg
Refinadora	12 kg
Fermentadora	15 bandejas
Horno	20 bandejas
Clavijeros	20 bandejas

Fuente: elaboración propia

### 3.2.3. **Capacidad de producción**

Para estimar la capacidad de producción de la planta de panificación se toma como referencia los datos de sacos de harina procesados por día de acuerdo con la encuesta realizada.

Tabla XVIII. **Sacos de harina procesados en promedio por día**

Panadería	Sacos Harina / día
Delicious	5.00
Mana del cielo	4.00
Judá	3.00
La Virgen	4.00
Don Lito	4.00
La nueva	3.00
Mana del cielo	3.00
La bendición	3.00
Margarita	4.00
San José	4.00
<b>Promedio</b>	<b>3.70</b>

Fuente: elaboración propia.

En promedio se tomarán 4 sacos de harina que se procesan por día a una jornada laboral de 8 horas y se realizará 1.33 sacos de producción de cada uno de los panes para lograr la producción de 4 sacos diarios de 50 kg cada saco. Por lo cual es necesario procesar 66.66 kg de harina de cada uno de los productos por día.

Se utiliza una amasadora de 35 kg, que es el promedio de una amasadora en una panadería comercial, se calcula el número de lotes a realizar de cada uno de nuestros panes que se elaborarán.

Se busca procesar 66.66 kg de harina, lo cual se debe de multiplicar por la suma del porcentaje panadero debido a que con este porcentaje se determina el total de la masa a procesar.

Tabla XIX. **Kilogramos de masa por procesar**

<b>Tipo de pan</b>	<b>Harina por procesar kg</b>	<b>Suma Porcentaje panadero %</b>	<b>Masa total para procesar Kg</b>
<b>Manteca</b>	66.66	190	126.65
<b>Francés</b>	66.66	170	113.32
<b>Cubiletes</b>	66.66	173	115.32

Fuente: elaboración propia.

Se debe determinar la cantidad de lotes a producir y el tiempo total de cada uno de los procesos. Para lo cual se dividirá la masa total a procesar por la capacidad de la amasadora, debido a que este es el equipo que podría ser quien determine nuestra máxima capacidad ya que esta es utilizada en dos de los procesos.

Para lograr cubrir la producción de 4 sacos de harina por día con una amasadora de 35 kg se obtienen los siguientes resultados de lotes y tiempo total.

Tabla XX. **Tiempo de proceso por kilogramos por procesar**

<b>Tipo de pan</b>	<b>Masa total para procesar Kg</b>	<b>Capacidad de amasadora Kg</b>	<b>Lotes para producir</b>	<b>Tiempo por lote</b>		<b>Tiempo total</b>
				<b>min</b>	<b>h</b>	
<b>Manteca</b>	126.65		3.60	108.00	01:48:00	06:39:58
<b>Francés</b>	113.32	35	3.23	144.00	02:24:00	07:59:57
<b>Cubiletes</b>	115.32		3.29	84.00	01:24:00	04:39:58

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. **Organización del área productiva**

A continuación, se presenta la organización del área productiva.

### **3.3.1. Establecer dimensiones de la planta**

De acuerdo con los datos de dimensiones de las panaderías encuestadas se obtuvo un promedio de que estas se encuentran establecidas en ochenta metros cuadrados por lo cual para facilitar el diseño se tomó que la planta a diseñar sería de ocho metros de ancho por diez metros de largo.

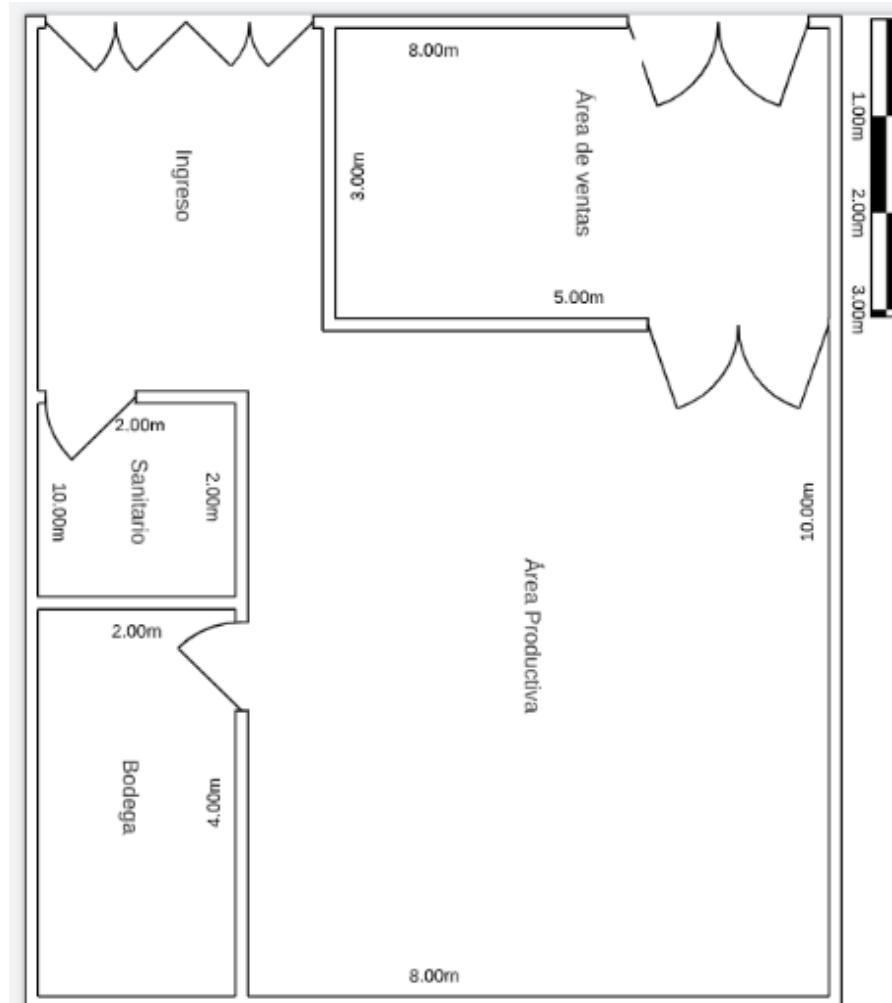
Para estimar el área productiva necesaria se realiza un análisis mediante el método de Guerchet, busca obtener la mayor área productiva disponible.

### **3.3.2. Cálculo de distribución de superficie para el área productiva mediante el método de Guerchet**

Mediante el método de Guerchet se calculan los espacios físicos que se requieren en el área productiva, para lo cual es importante identificar el número total de equipos y maquinaria separando los elementos móviles y estáticos.

Se tiene como resultado que para cumplir con los espacios requeridos por equipos un mínimo del área productiva de  $32\text{ m}^2$ , para el diseño de la planta se toma un espacio de 6m de ancho por 7 metros de largo para un total de  $42\text{ m}^2$ , por lo cual se puede decir que se tienen  $10\text{m}^2$  adicionales por algún equipo especial que se requiera o un crecimiento que se pueda dar.

Figura 41. **Plano general de la planta**

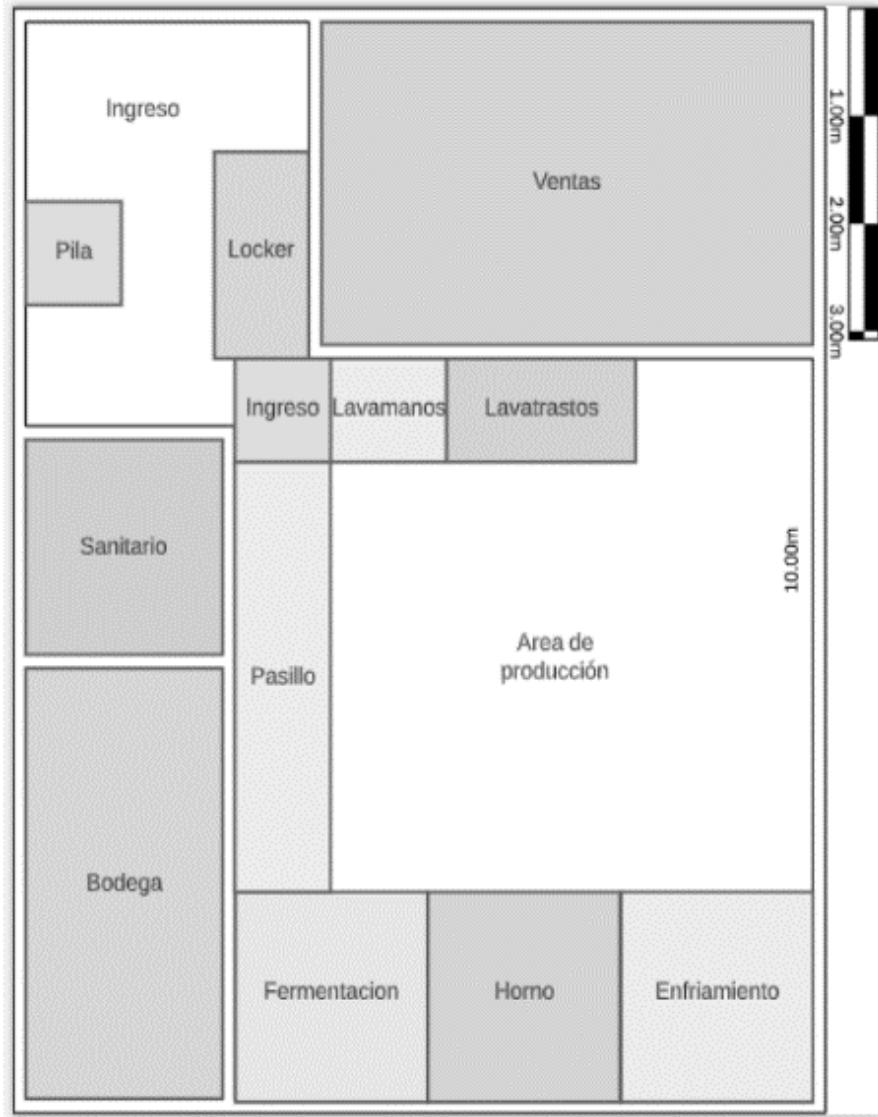


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.3.3. **Establecer áreas de la planta**

Establecidas las dimensiones de la planta se procedió a delimitar las áreas con las que contará el diseño de la planta, la cual busca evitar contaminación cruzada. Así también se presentan las áreas en donde se ubicarán los equipos esto de acuerdo con los procedimientos de producción de pan, con el fin de tener una línea de proceso continuo.

Figura 42. **Plano de las áreas de la planta**

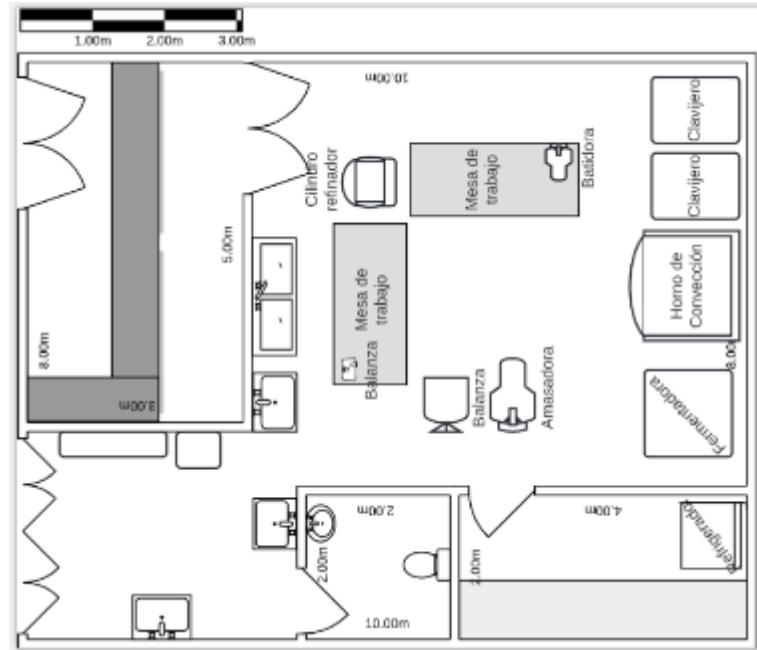


Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### 3.3.4. Ubicar equipos para la producción

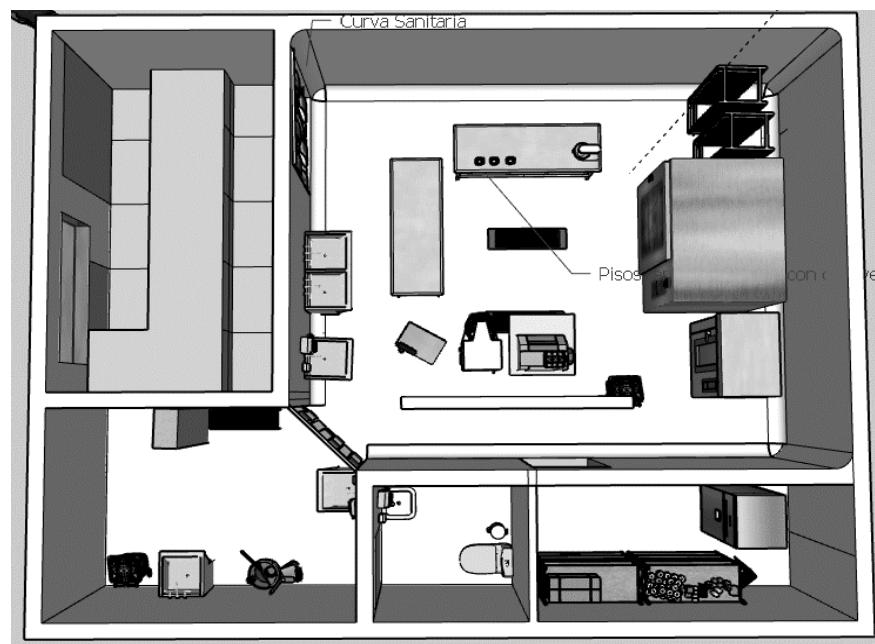
Establecidas las áreas se procedió a colocar los equipos, entre los cuales se encuentran, balanza, amasadora, cilindro refinador, cámara de fermentación, horno, clavijeros, refrigerador y mesas de trabajo.

Figura 43. Ubicación de equipos dentro de la planta



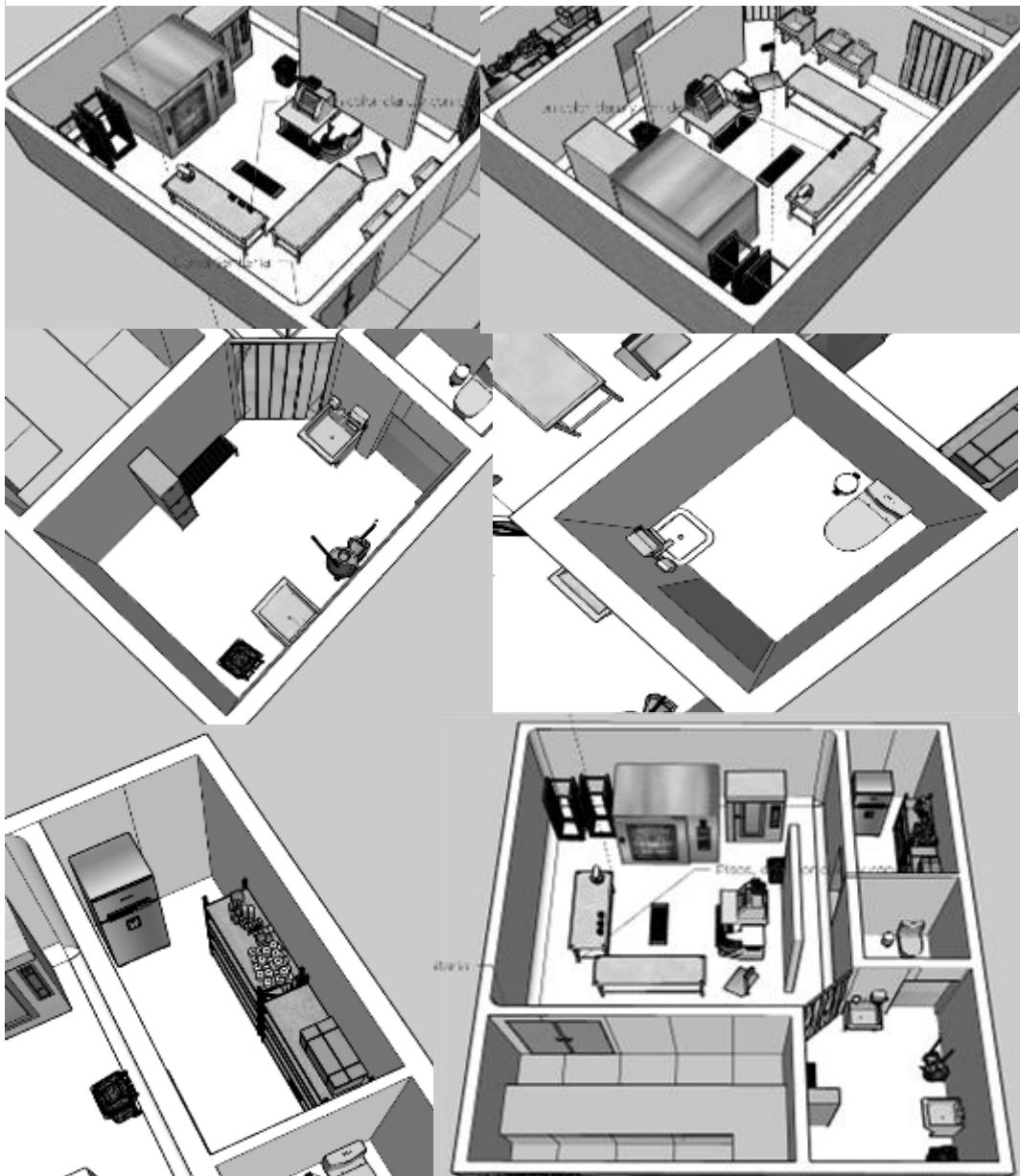
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Figura 44. Diseño final de la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Figura 45. Áreas de la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

Figura 46. Interior y exterior de la planta



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.



## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación propone el diseño de una planta de panificación comercial cumpliendo con las medidas sanitarias requeridas.

Para el desarrollo del diseño de la planta se inicia con una encuesta la cual se realiza a 10 panaderías establecidas, las cuales permitieron ser encuestadas debido a la pandemia del COVID-19, que se estaba pasando, con el fin de obtener información como; dimensiones del local, equipos y capacidades de estos, sacos procesados al día, y productos de mayor venta, entre otros datos.

### 4.1. Aspectos principales para el diseño de una planta de panificación

Entre los principales aspectos para el diseño se encuentra el espacio físico en la cual se instalará la planta, para lo cual se toma el promedio de las dimensiones de las panaderías encuestadas, el promedio obtenido es de 78 m<sup>2</sup>, para una panadería ya instalada, pero con el fin de facilitar los cálculos se estimó a 80m<sup>2</sup>, que en realidad es un área más que suficiente para instalar la planta, se encuestaron panaderías que no únicamente fueran punto de venta, sino que también contarán con el área de producción.

El área estimada de 80m<sup>2</sup> puede ser en realidad mucho más grande de lo que se pensaba que está instalada una panadería, pero se debe de tomar en cuenta que estas además de ser panaderías también son hogares de los panaderos y cuentan con habitaciones para ellos y sus familias.

La estimación de las dimensiones de las panaderías fue obtenida mediante imagen satelital, y no se midió físicamente cada uno de los espacios que se tienen dedicados para la producción, almacenamiento de materias primas y el espacio para la venta de sus productos. Esto debido a motivos de privacidad de las personas, y además por la emergencia sanitaria debido a la pandemia del covid-19 no se midió cada una de las áreas. Para el diseño de la planta de panificación se toma el área total del local para la producción de pan.

#### **4.1.1. Diseño sanitario en cuanto al *check list* de cumplimiento del RTCA**

Para evaluar el cumplimiento del diseño sanitario en una planta de panificación se toma de referencia el RTCA, Principios generales de las buenas prácticas de manufactura, en los cuales únicamente se toman los incisos relacionados al diseño de la planta, y se suprimen los incisos relacionados a programas y documentación para la gestión de la planta. Tampoco se toma en cuenta el inciso de ubicación, esto debido a que lo que se busca, es establecer con este trabajo una guía para cumplir con el diseño sanitario, por lo cual cualquier interesado en el montaje de una panadería, deberá revisar previamente el inciso de ubicación, y evaluar los puntos aplicables a este inciso para su cumplimiento.

Durante el desarrollo de los incisos se presentan algunos diseños para el cumplimiento de estos, que pueden servir de guía para el interesado en el montaje, pero es importante que al momento de iniciar una puesta en marcha de una planta de panificación se debe de tener el reglamento a la mano e ir evaluando cada punto. Así también se recomienda que, al iniciar con la construcción del edificio, evaluar previamente los materiales a utilizar, debido a que cada día la industria de la construcción encuentra nuevos y mejores

materiales para la construcción con los que se puede garantizar un buen diseño sanitario.

Adicionalmente a dar únicamente una guía para el cumplimiento sanitario, también se determina el número de luminarias necesarias para la buena iluminación dentro de la planta, en los cuales se establece que, para lograr una intensidad lumínica de 550 lux por metro cuadrado, la cual es la intensidad necesaria para el área de producción de la planta. (RTCA, 2006) Es necesario tener 12 luminarias y cada luminaria dos lámparas de tipo fluorescente de 58 watts cada uno, se presentan las luminarias y la protección que estas deben de tener para evitar que se puedan proyectar fragmentos de estas, al momento de alguna explosión.

De igual manera se presenta el cálculo de techo para la planta, se toma un techo a dos aguas esto debido a que este techo no requiere soportes internos en la planta lo cual podría reducir el área de movilidad. Además, un techo a dos aguas tiene un costo relativamente bajo en relación con otros, como un techo curvo, así también el nivel de mantenimiento es medio y da una mejor distribución de cargas a los extremos. El techo se presenta en láminas galvanizadas acanaladas de 12 pies por 32 pulgadas que son las más comunes comercialmente hablando, siendo 38 láminas en total las necesarias para cubrir los 80 m<sup>2</sup> de la planta esto al tomar un 20 % de inclinación en el techo para favorecer el drenaje del agua de lluvia. El número de láminas galvanizadas es de 30, y 8 láminas de poliuretano transparente de iguales dimensiones para favorecer la iluminación en el interior.

El sistema de ventilación para la planta se propone mediante ventiladores de tiro inducido que son los que succionan el aire del exterior al interior de la planta, para lo cual es necesario tomar en cuenta, un buen sistema de filtración

del aire, se recomienda al realizar el sistema de filtración la utilización de filtros High Efficiency Particle Arresting (HEPA), que son los recomendados en sistemas de filtración de plantas de alimentos ya que restringen el ingreso de partículas contaminantes a las áreas de proceso. El sistema de renovación de aires requiere de dos extractores tipo hongo, que son los que se encargará de extraer el aire del interior al exterior de la planta, se requerirán ventiladores de tiro inducido como extractores de 3250 CFM, para cumplir con la renovación del aire requerida. No se diseñan ventanas a la planta debido a que al no conocer el área de ubicación de la planta se desconoce si tendrá áreas laterales para sus ubicaciones. Así también para un buen diseño de las ventanas es necesario conocer la dirección del viento, el cual no se conoce, por ello se realiza un sistema mecánico para garantizar la buena renovación del aire en el interior de la planta.

#### **4.2. Aspectos productivos**

Para establecer los productos a elaborar dentro de la planta de producción, se analizan los datos de las encuestas realizadas, de acuerdo con los tipos de panes de mayor venta en las panaderías. Se observa una amplia diversidad de productos en una panadería, pero nos limitaremos a escoger los tres productos de mayor venta, entre los cuales se encuentran el pan de manteca, pan francés y los cubiletes. Estos panes son los más característicos que se encuentran en la mesa de todo guatemalteco, por lo cual al elaborar estos panes se puede tener como respaldo que se tiene un mercado ya establecido y hasta se puede garantizar tener una clientela al iniciar con la producción del pan.

Definidos los productos, es importante establecer una línea de producción, pero para ello no basta con conocer los productos únicamente, sino que también es importante conocer los ingredientes y el proceso de elaboración de estos. Por lo cual se presenta la fórmula básica de cada uno de los panes, y el procedimiento

de elaboración, no se puede generalizar tener una fórmula exacta de estos panes debido a que como es muy común en la industria de los alimentos cada uno de los panaderos pueden variar los ingredientes para hacer resaltar sus productos.

Conocido finalmente el proceso y los ingredientes, se analizan las etapas para poder identificar cada una de las operaciones a realizar y con ello establecer los equipos básicos necesarios en una panadería, adicionalmente se da un soporte a esta identificación de etapas de acuerdo con los equipos que se identifican en las panaderías encuestadas. Entre estos equipos se identifican muchos a los que los panaderos ya se encuentran familiarizados, entre estos se encuentran amasadoras, batidoras, cilindro refinador, cámara de fermentación y hornos, que son los equipos que cualquier emprendedor de la panificación debe de contar para lograr garantizar realizar la producción del pan.

Aunque no contar con alguno de ellos a excepción del horno tampoco es crítico, debido a que, aunque son importantes se pueden suplantar por la habilidad del panadero, para realizar un amasado o un refinado a la masa de forma manual, aunque cabe destacar que esto tendrá un efecto en un proceso más largo lo cual podría conllevar a no cumplir con la demanda, así como tener una variación en la calidad del producto terminado.

En promedio las panaderías procesan 3.7 sacos de harina de 50kg cada uno, para el diseño de la planta se estima una capacidad de 4, sacos de harina por día. Producido 66 kg de cada uno de los productos, pero se debe de tomar en cuenta que estos kg son de harina únicamente, este valor pasaría a ser mayor al agregar los demás ingredientes de cada una de las fórmulas, la cantidad total de masa final se puede estimar fácilmente al multiplicar el dato 66 kg por el respectivo porcentaje panadero el cual es el porcentaje que representa la suma de todos los ingredientes. Para el pan de manteca se podría realizar hasta 2500

unidades, de pan francés 2000 unidades y 2100 unidades de cubiletes. Esto con los equipos y sus capacidades que se presentan en el área de resultados.

#### **4.3. Organización del área productiva**

Como se menciona al inicio de esta sección, las dimensiones de la planta se obtienen con base en los datos recopilados, de los cuales se determina que la planta se establece en 80 m<sup>2</sup>, facilita la distribución se establece que la planta presentará 8 m de ancho por 10 m de largo. De los ochenta metros totales de la planta se estima mediante un estudio de cálculo y distribución de superficie mediante el método de Guerchet, el cual es un método que ayuda al cálculo de espacios físicos, en el cual nos da como resultado que para la zona de producción es necesario tener al menos 32 m<sup>2</sup>.

Pero con el fin de tener un espacio adicional para la movilidad de los equipos al momento de la limpieza, así como para un crecimiento adicional o reorganización de la línea al introducir nuevos productos se estima que el área de producción puede ser de hasta 6m de ancho por 7m de largo de la zona productiva, siendo un total de 42m<sup>2</sup>, teniendo un espacio de 10m<sup>2</sup> más a lo calculado para lo anteriormente mencionado.

Para establecer las dimensiones de la planta se delimitan las áreas de producción, almacenamiento, ventas y servicios sanitarios. Como se establece el área productiva será lo mayor posible. Establecidas las áreas se presenta un croquis de la planta con cada una de las áreas delimitadas esto con el fin de obtener una línea y proceso continuo, para evitar la contaminación cruzada de los alimentos en proceso, de los listos para consumir.

Por último, se presenta el diseño final de la planta, mostrando cada una de las áreas y zonas con las que contará en el interior, así como una vista externa de la misma. Como se menciona a lo largo de este trabajo lo que se busca es dar una guía para el establecimiento de una planta de producción de panificación, con el fin de que emprendedores de la industria de la panificación pueda tomar de base para ideas de diseño con el fin de cumplir todos los requerimientos de diseño aplicables, así también se debe tomar en cuenta que al momento de iniciar con el establecimiento de la planta, revisar cada uno de los reglamentos aplicables, debido a actualizaciones que se pudieran dar en un futuro.



## CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo se da una guía para el establecimiento de una planta de producción de panificación, con el fin de que emprendedores de la industria de la panificación pueda tomar de base para ideas de diseño con el fin de cumplir todos los requerimientos de diseño sanitario aplicables.
2. Los aspectos de diseño sanitario de una planta de panificación son: tamaño e instalaciones, debido a que son limitante al implementar normativas; equipo y distribución, pues aportan eficiencia e inocuidad y el proceso, ya que los productos determinan factores claves de aprovechamiento de recursos.
3. Los principales equipos de una planta de panificación son; horno, cilindro refinador, batidora, amasadora, cámara de fermentación y clavijero. La capacidad se establece en un espacio de 80 m<sup>2</sup> que se ajusta a la mayoría de pequeños establecimientos de panificación en Guatemala.
4. La disposición de los equipos fue desarrollada de acuerdo con el método de distribución de superficies de Guerchet, que optimiza el espacio de trabajo. Además, se consideró el proceso productivo y su flujo continuo, evitando una posible contaminación cruzada.



## RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta al momento de iniciar con el diseño para el establecimiento de una planta de panificación, revisar cada uno de los reglamentos aplicables, debido a actualizaciones que se pudieran dar en un futuro, pudiendo ideas que se proponen acá no aplicar para ese entonces.
2. Utilizar el procedimiento de evaluación propuesto en este trabajo de investigación, así como su determinación de espacios, distribución, equipos y proceso, para otras industrias de alimentos y así conseguir una optimización de recursos y cumplimiento de normativas sanitarias.
3. A la academia, el seguir proponiendo metodologías y manuales que permitan a los micro y pequeños procesadores de alimentos tener una profesionalización de su proceso y que esto ayude al mejoramiento de su productos y costos asociados.
4. Los panificadores pueden utilizar los datos del presente estudio para adaptar a su entorno las recomendaciones técnicas dadas y que con ello puedan mejorar sus procesos y productos, permitiéndoles acceder a nuevos mercados y ampliar sus operaciones de buena forma.



## REFERENCIAS

1. Amador, Y. (2015). *Plan de saneamiento básico para la panadería brisas del trigo*. (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
2. Córdova, R. (2014). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de pan de banano*. (Tesis de postgrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
3. Domínguez, A. (2020). *Diseño de una planta productora de pan libre de gluten con harina de frijol en Colombia y la definición de su plan de negocios*. (Tesis de maestría). Universidad de la Sabana. Bogotá, Colombia.
4. García, T. (2013). *Diseño sanitario de la planta procesadora de alimentos del Centro de Investigación de Biosistemas bajo Condiciones Protegidas (CIBCOP) de la FIUAQ conforme los requisitos de las Normas Oficiales Mexicanas*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
5. Gómez, C. (2010). *Estrategias de mercadotecnia para el crecimiento en el mercado en una mediana empresa panificadora, en Amatitlán*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

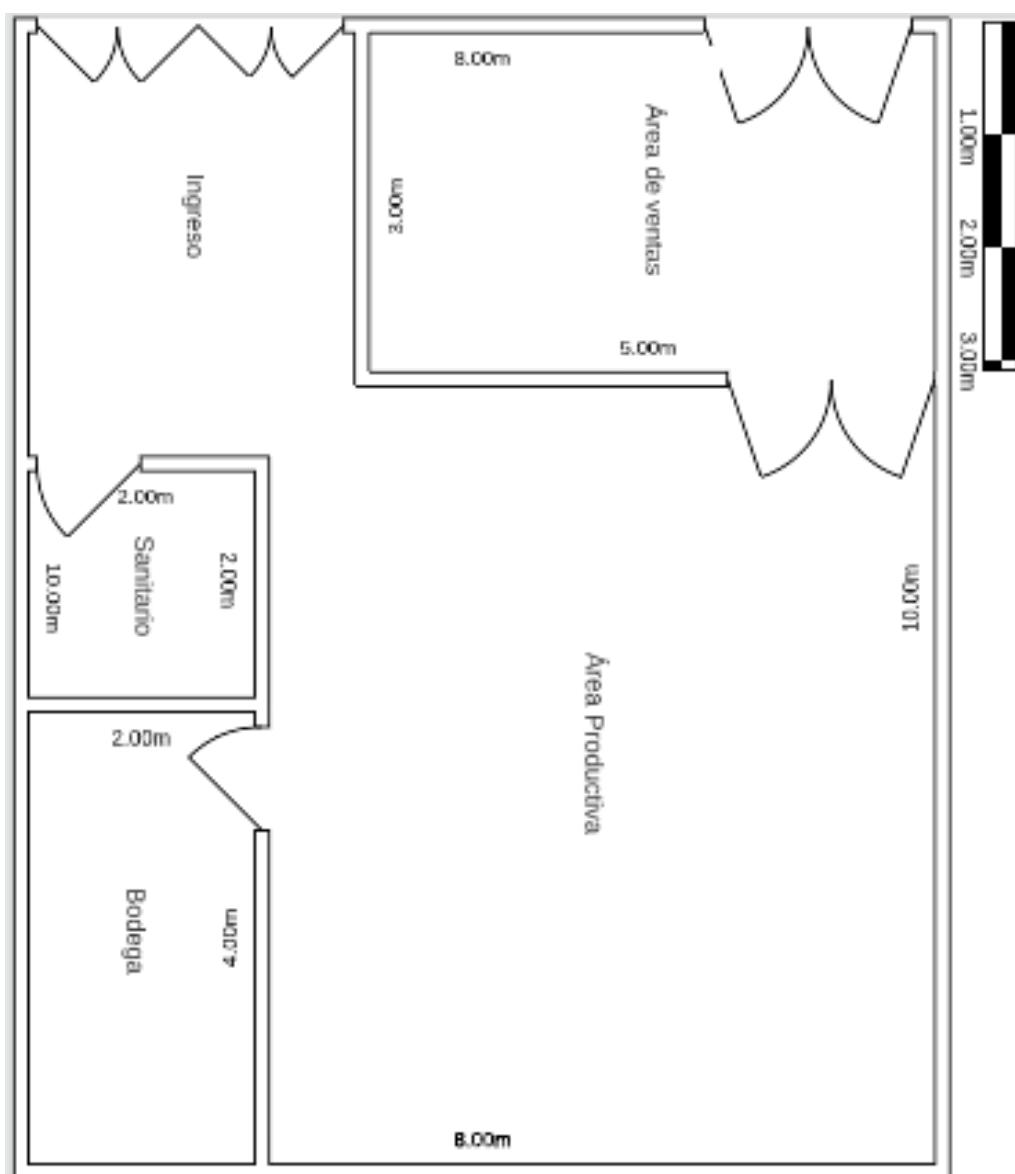
6. Gramajo, P. (2004). *Factibilidad técnica de la propuesta de implementación de una fábrica industrial de panificación en la Universidad de San Carlos de Guatemala*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos, Guatemala. Guatemala.
7. Hernández, L. (2013). *Buenas Prácticas de Manufactura en microempresas panificadoras*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos, Guatemala. Guatemala.
8. López, A. (2005). *Diseño de una planta procesadora de galletas de soya*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México.
9. López, W. y Carballo, L. (2019). *Manual de buenas prácticas de manufactura y procedimientos operativos estandarizados de saneamiento en áreas de procesamiento de carne bovina en mataderos industriales*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
10. Miranda, J. (2015). *Diseño de investigación: buenas prácticas de manufactura para localizar puntos críticos en la cadena de suministro de una empresa panificadora con un proceso semiindustrial*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos, Guatemala, Guatemala.
11. Ortiz, K. (2000). *Los técnicos de merchandising como ventaja competitiva, en los puntos de venta en la industria de panificación*. (Tesis de grado). Universidad Mariano Gálvez de Guatemala. Guatemala.

12. Pulupa, C. (2012). *Diseño de una panificadora industrial*. (Tesis de grado). *Universidad Central del Ecuador*. Quito, Ecuador.
13. Rodríguez, J. (2011). *Diseño sanitario para la industria alimenticia ecuatoriana*. (Tesis de postgrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
14. RTCA 67.01.33:06 (13 de junio de 2006) *Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura, principios generales*. MSPAS. Recuperado de: <http://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/16RTCA67013306BuenasPracticasdeManufactura.pdf>
15. Santiago, J. (2010). *Diseño y factibilidad de una planta de producción de productos de repostería*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos, Guatemala. Guatemala.
16. Urraca, E. y Silva, J. (2015). *Diagnóstico, evaluación y propuesta de manejo ambiental de los residuos sólidos y efluentes en una industria panificadora periodo junio-julio 2015*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.



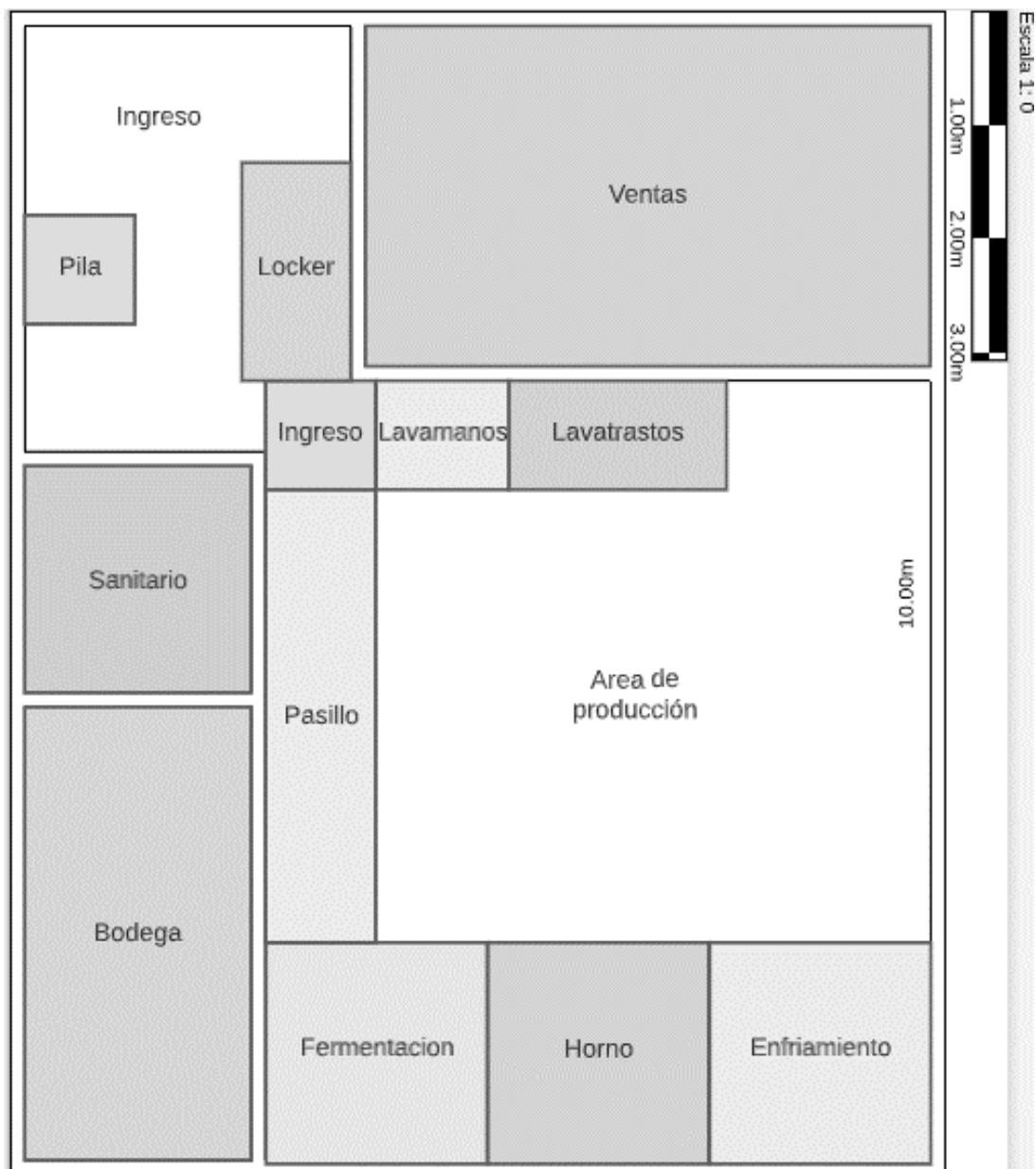
## APÉNDICES

### Apéndice 1. Planos y diagramas de la planta



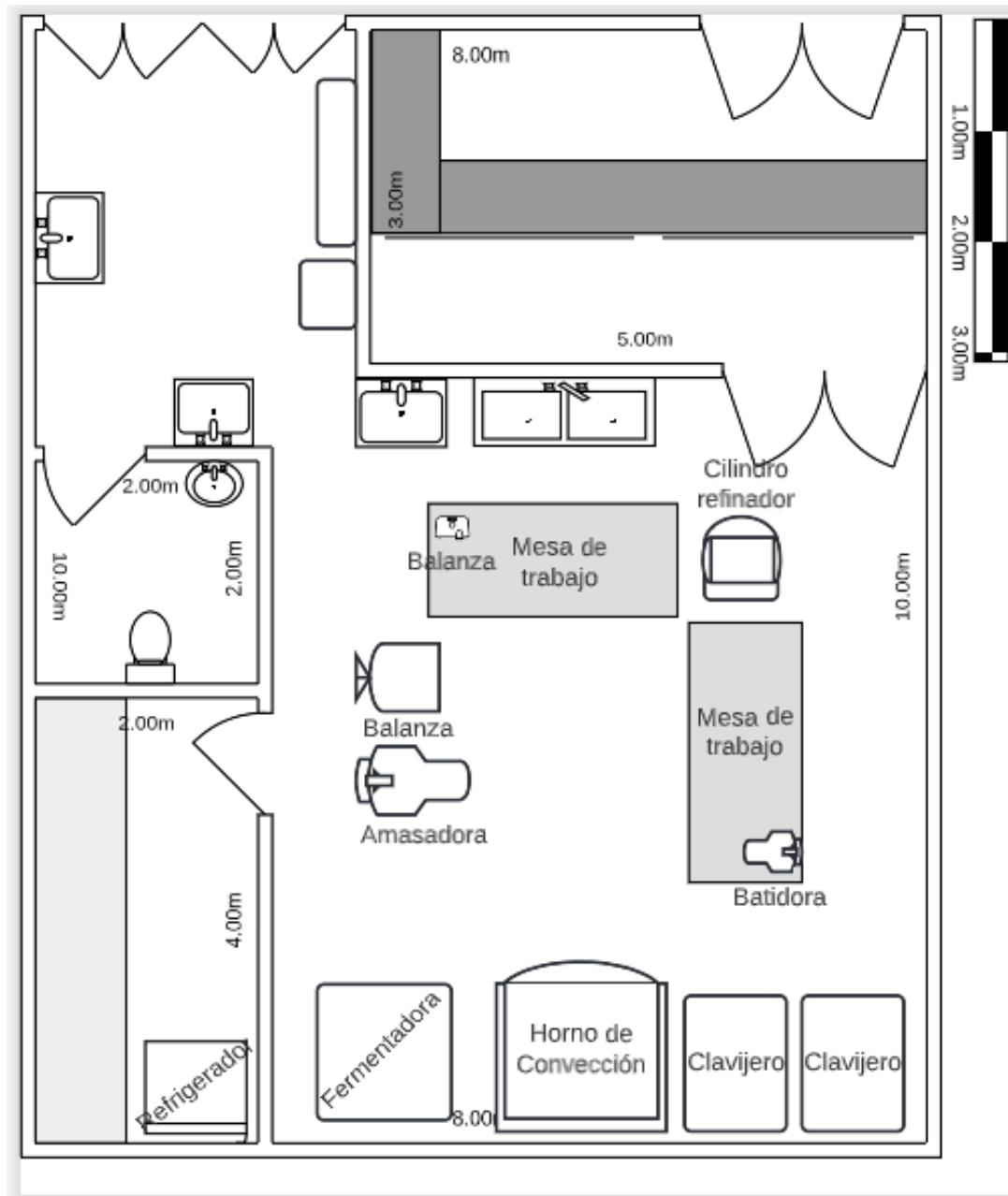
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

## Apéndice 2. Zonificación de la planta



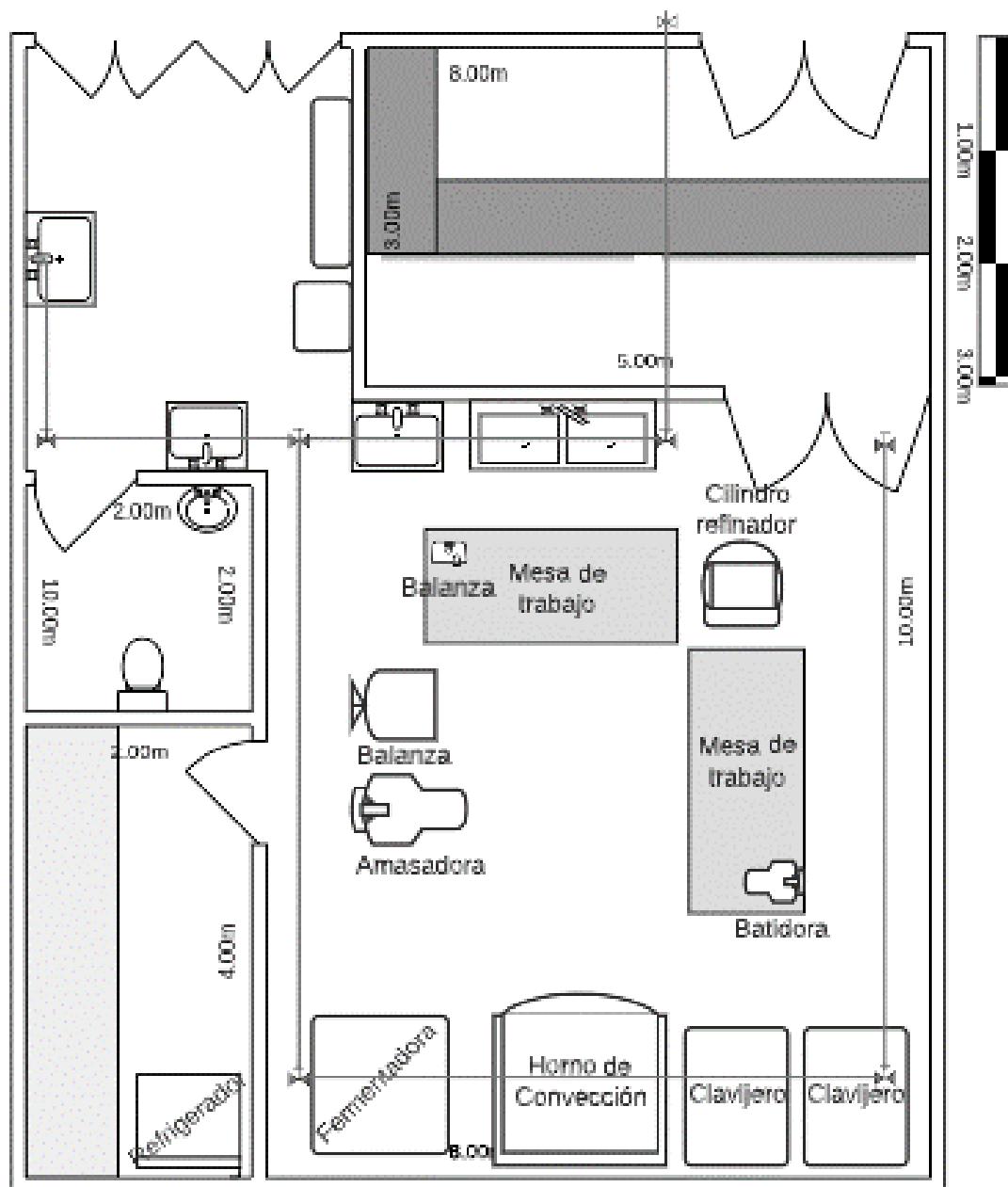
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

### Apéndice 3. Croquis de equipos



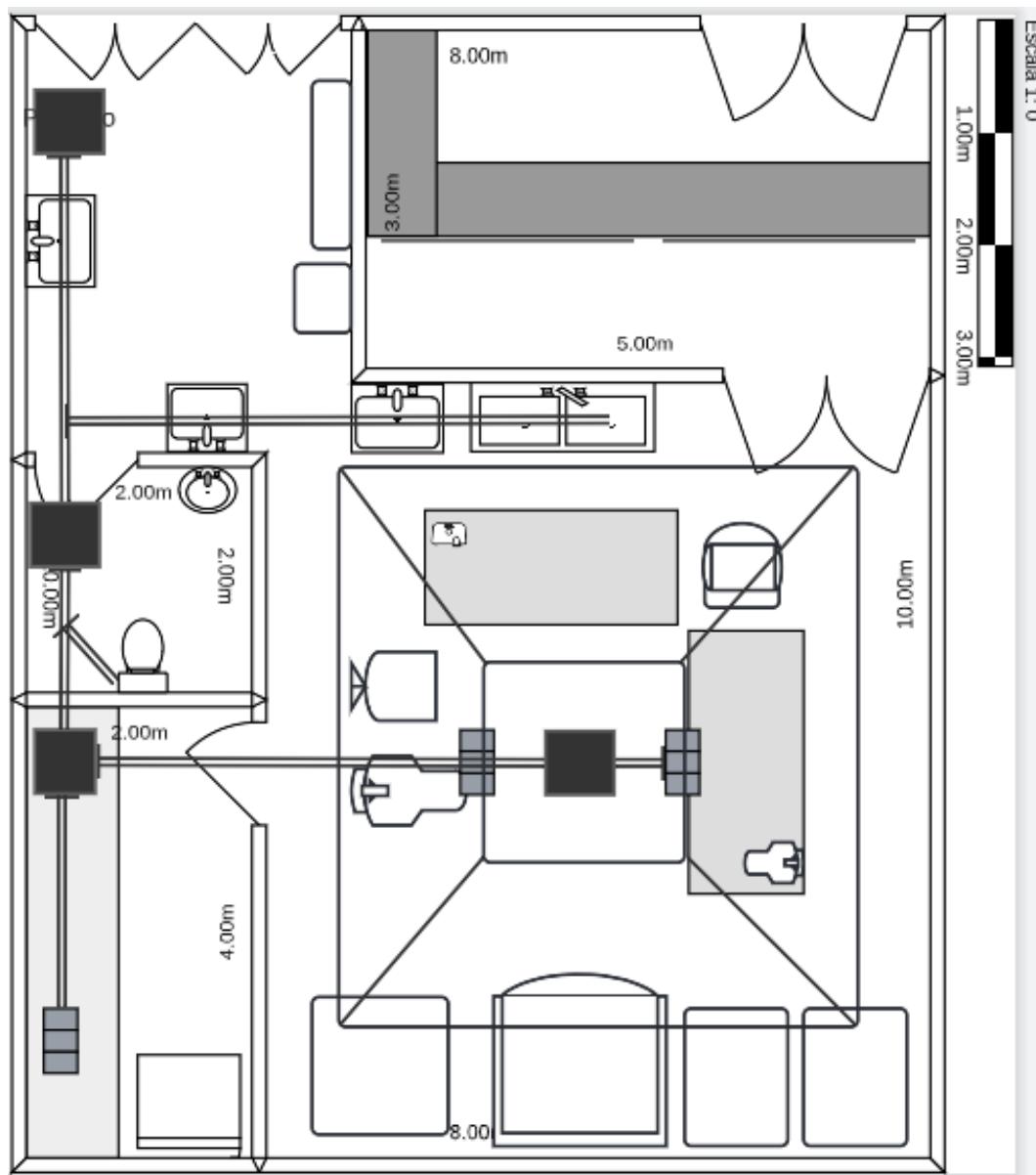
Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

#### Apéndice 4. Diagrama de sistema de agua



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

## Apéndice 5. Diagrama de sistema de drenaje



Fuente: elaboración propia, utilizando RoomSketcher.

## Apéndice 6. Especificaciones técnicas de equipos

### Amasadora



### Descripción

Amasadora de pan, capacidad de 35 kg de masa termina, 3 velocidades

### Dimensiones

Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)
0.75	1.25	1.1

### Materiales

Tazón de acero inoxidable  
Gancho en espiral de acero inoxidable  
Carcasa de lámina galvanizada

### Potencia

Trifásico 220V, 60Hz, 4.5 kW

Continuación apéndice 6.

### Especificaciones técnicas de horno de convección

#### Horno



#### Descripción

Horno de convección, para 20 bandejas,  
Luz interna, quemador a gas,  
temperatura de 100 a 350 °C, termostato  
y timer digital

#### Dimensiones

Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)
1.2	1.8	1.5

#### Materiales

Puerta de acero inoxidable  
Vidrio panorámico templado  
Interior de acero inoxidable

#### Potencia

Motor de turbina de 110V, 1/2 HP

Continuación apéndice 6.

### Especificaciones técnicas de cámara de fermentación

#### Cámara de fermentación



#### Descripción

Cámara de fermentación de 20 bandejas, termostato y timer digital, temperatura de -6 a 40 °C.

#### Dimensiones

Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)
1.1	1.75	0.8

#### Materiales

Puerta de acero inoxidable  
Vidrio panorámico templado  
Interior de acero inoxidable

#### Potencia

1.36 kW

Continuación apéndice 6.

### Especificaciones técnicas de cilindro refinador

#### Cilindro Refinador



#### Descripción

Cilindro refinador para panadería, con capacidad para 12 kg

#### Dimensiones

Largo (m)	Alto (m)	Ancho (m)
0.5	1.3	0.6

#### Materiales

Cilindro de acero inoxidable  
Carcasa de acero inoxidable

#### Potencia

110V, 60 HZ, Motor de 1.50 kW

Fuente: elaboración propia

## Apéndice 7. Resultados de la encuesta

Panadería	Dimensiones						Número de empleados	Número de harina que procesa	Producto de mayor demanda	Equipos	Comentarios
	Alto (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Área total (m <sup>2</sup> )							
Delicious	3.00	9.00	10.00	90.00	4.00	5.00			Pan de Manteca Pan francés Pan galleta Pan Tostado Cubiletes Campechanas	Horno Amasadora Refinadora	1 horno de 15 bandejas y 1 de 5 bandejas 2 amasadoras de 25 kg 1 refinadora de 15 kg
Manía del pan	3.50	8.00	10.00	80.00	2.00	4.00			Pan francés Pan de Manteca Polvorosas Pan tostado Pan francés	Horno Amasadora Laminadora Batidora	20 bandejas 1 amasadora de 40 kg 1 laminadora 1 batidora de 5 kg
Juda	3.00	7.00	9.00	63.00	3.00	3.00			Pan de Manteca Pan francés Champurradas Cubiletes Campechanas	Horno Amasadora Refinadora	1 horno de leña de 20 bandejas 1 amasadora de 35 kg 1 refinadora de 12 kg
La Virgen	3.00	8.00	10.00	80.00	4.00	4.00			Cubiletes Campechanas Pirujo Pan de Manteca Polvorosas Pan tostado	Horno Batidora Refinadora Fermentadora	1 horno de 12 bandejas y uno de 5 bandejas 1 batidora de 3 kg 1 refinadora de 10 kg 1 fermentadora de 10 bandejas
Don Lito	3.00	7.00	11.00	77.00	3.00	4.00			Pan francés Pan de Manteca Pan galleta Cubiletes Champurradas Campechanas	Horno de leña Batidora Refinadora Amasadora	1 horno de leña de 25 bandejas 1 batidora de 5 kg 1 refinadora de 10 kg 1 amasadora de 50 kg
La nueva	3.00	6.00	11.00	66.00	3.00	3.00			Cubiletes Campechanas Pirujo Pan de Manteca Polvorosas Pan tostado	Horno Amasadora Refinadora	1 horno de 15 bandejas 1 amasadora de 25 kg 1 refinadora de 12 kg
Manía del cielo	3.00	5.00	8.00	40.00	2.00	3.00			Pan francés Pan de Manteca Champurradas Pan tostado Pan francés	Batidora Amasadora	1 horno de 10 bandejas y uno de 5 bandejas 1 batidora de 5 kg 1 amasadora de 20 kg
Bendición	3.00	6.00	9.00	54.00	3.00	3.00			Pan Tostado Cubiletes Campechanas Pirujo Pan de Manteca	Horno Amasadora Refinadora Fermentadora	1 horno de leña de 20 bandejas 1 amasadora de 30 kg 1 refinadora de 15 kg 1 fermentadora de 7 bandejas
Margarita	3.00	8.00	10.00	80.00	4.00	4.00			Pirujo Pan tostado Pan francés Pan de Manteca Pan de banano cubiletes	Horno Batidora Refinadora	1 horno de 15 bandejas y 1 de 10 bandejas 1 batidora de 5 kg 1 refinadora de 12 kg
San José	3.00	7.00	11.00	77.00	3.00	4.00			Pan de Manteca Pan francés Pan galleta Cubiletes Pirujo Pan de banano	Horno Batidora Refinadora Amasadora	1 horno de leña de 20 bandejas y 1 horno de 10 bandejas 2 batidora de 10 kg 1 refinadora de 10 kg 1 amasadora de 50 kg

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Matriz de coherencias

Preguntas	Objetivos	Conclusiones	Recomendaciones
<b>Principal</b> ¿Cómo será el diseño sanitario de una planta de panificación comercial?	<b>General</b> Diseñar una planta de panificación comercial con todas las medidas sanitarias requeridas.		
<b>Auxiliares</b> 1. ¿Cuáles son los principales aspectos por considerar al realizar al hacer un diseño sanitario de una planta de producción de panificación?	<b>Específicos</b> 1. Establecer los principales aspectos a considerar al hacer un diseño sanitario de una planta de producción de panificación.	Los aspectos de diseño sanitario de una planta de panificación son: tamaño e instalaciones, debido a que son limitante al implementar normativas; equipo y distribución, pues aportan eficiencia e inocuidad y el proceso, pues los productos determinan factores claves de aprovechamiento de recursos.	Utilizar el procedimiento de evaluación propuesto en este trabajo de investigación, así como su determinación de espacios, distribución, equipos y proceso, para otras industrias de alimentos y así conseguir una optimización de recursos y cumplimiento de normativas sanitarias.
2. ¿Cuáles son los equipos básicos con los que debe contar una planta de panificación?	2. Definir los principales equipos utilizados en una planta de panificación.	Los principales equipos de una planta de panificación son; horno, cilindro refinador, batidora, amasadora, cámara de fermentación y clavijero. La capacidad se establece en un espacio de 80 m <sup>2</sup> que se ajusta a la mayoría de pequeños establecimientos de panificación en Guatemala.	Se recomienda a la academia, el seguir proponiendo metodologías y manuales que permitan a los micro y pequeños procesadores de alimentos tener una profesionalización de su proceso y que esto ayude al mejoramiento de su productos y costos asociados.
3. ¿Cuál es la mejor disposición de los equipos con el fin de obtener la mayor área productiva disponible?	3. Detallar la mejor disposición de los equipos con el fin de obtener la mayor área productiva disponible.	La disposición de los equipos fue desarrollada de acuerdo con el método de distribución de superficies de Guerchet, que optimiza el espacio de trabajo. Además, se consideró el proceso productivo y su flujo continuo, evitando una posible contaminación cruzada.	Los panificadores pueden utilizar los datos del presente estudio para adaptar a su entorno las recomendaciones técnicas dadas y que con ello puedan mejorar sus procesos y productos, permitiéndoles acceder a nuevos mercados y ampliar sus operaciones de buena forma.

Fuente: elaboración propia.