



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS

SEMINARIO INOCUIDAD EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y LA CADENA DE SUMINISTRO

“DISEÑO DE UN PLAN HACCP PARA LA ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETA FINA”

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO BACTERIÓLOGO PARASITÓLOGO
P R E S E N T A N
CARLOS ALEJANDRO ÁVILA PINEDA
K A R I N A N Ú Ñ E Z H E R R E R A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O I N D U S T R I A L
P R E S E N T A
O M A R D Í A Z F R A G O S O

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O B I O Q U Í M I C O
P R E S E N T A N
BERTHA VIRIDIANA ESQUIVEL MARTÍNEZ
S U S A N A I S A B E L L U G O H E R N Á N D E Z

EXPOSITORES

ING. MARÍA DE LOS ÁNGELES GUTIÉRREZ GARCÍA
ING. FRANCISCO MÉNDEZ BLAS
ING. JOSÉ EDILBERTO BECERRA SÁNCHEZ

CIUDAD DE MÉXICO

2019

No. DE REGISTRO

17.2540

Folio

S.Aca./JPAII/127/19

Asunto

Autorización de tema de titulación.

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"
60 años de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos
70 Aniversario del CECyT No. 3 "Estanislao Ramírez Ruiz"
60 años de XI-IPN Canal Once, orgullosamente politécnico
60 Aniversario del CECyT No. 4 "Lázaro Cárdenas"

CDMX, 06 de junio de 2019

Cc. Pasantes:

Carlos Alejandro Ávila Pineda
Omar Díaz Fragoso
Bertha Viridiana Esquivel Martínez
Susana Isabel Lugo Hernández
Karina Núñez Herrera
Presentes.

Tengo el agrado de comunicarles que les ha sido autorizado el trabajo de titulación denominado **"DISEÑO DE UN PLAN HACCP PARA LA ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETA FINA"**, con el siguiente contenido:

ÍNDICE
RESUMEN
INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO I MARCO METODOLÓGICO
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO III EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETA FINA
CAPÍTULO IV PLANIFICACIÓN DE INOCUIDAD PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETA FINA
CONCLUSIONES
REFERENCIAS

La tesina es dirigida por la **ING. MARÍA DE LOS ÁNGELES GUTIÉRREZ GARCÍA.**

NOTA: ESTE OFICIO SUSTITUYE AL S.Aca./JPAII/057/19

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"La Técnica al Servicio de la Patria"



M. en I.I. **RAFAEL LOZANO LOBERA**
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

UPICSA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
JEFATURA DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



I. P. N.
U.P.I.I.C.S.A.
**SEMINARIO DE
TITULACION**

M. EN C. **MARÍA DEL ROSARIO CASTRO**
JEFA DE LA COORDINACIÓN DE SEMINARIOS DE TITULACIÓN

Ccp. M. en C. María del Rosario Castro Nava.- Jefa de la Coordinación de Seminarios de Titulación.
LAI. María Elizabeth Peralta Calderón. Jefa de la Oficina de Titulación.
Expediente.
RLL/eoa'



CARTA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE TRABAJOS ESCRITOS

Ciudad de México a los 2 días del mes de Mayo de 2019.

LAI. María Elizabeth Peralta Calderón
 Jefa de la Oficina de Titulación
 Presente

En cumplimiento al Artículo 27° del Reglamento de Titulación del IPN, hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo de titulación por la opción de titulación denominado:

DISEÑO DE UN PLAN HACCP PARA LA ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETAS FINAS

Desarrollado por el (los) Pasante(s):

Programa Académico

CARLOS ALEJANDRO AVILA PINEDA	QUÍMICO BACTERIÓLOGO PARASITÓLOGO
OMAR DIAZ FRAGOSO	INGENIERÍA INDUSTRIAL
BERTHA VIRIDIANA ESQUIVEL MARTINEZ	INGENIERÍA BIOQUÍMICA
SUSANA ISABEL LUGO HERNANDEZ	INGENIERÍA BIOQUÍMICA
KARINA NUÑEZ HERRERA	QUÍMICO BACTERIÓLOGO PARASITÓLOGO

Y dirigido por ING. MARÍA DE LOS ÁNGELES GUTIÉRREZ GARCÍA

Firma

Considerando que éste reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador, no tenemos inconveniente en aprobarlo.

Atentamente
 "La técnica al Servicio de la Patria"

Asesor/Expositor

Firma

ING. MARÍA DE LOS ÁNGELES GUTIÉRREZ GARCÍA	
ING. FRANCISCO MÉNDEZ BLAS	
ING. JOSÉ EDILBERTO BECERRA SÁNCHEZ	

Vo. Bo. Jefe de Programa
 Académico de Ingeniería
 Industrial

M. en I. T. Rafael Lozano Lebera
UPIICSA
 SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
 DEPARTAMENTO DEL PROGRAMA
 ACADÉMICO DE INGENIERÍA
 INDUSTRIAL

Vo. Bo. Coordinadora de
 Seminarios de Titulación
 Académico de Administración
 Industrial

M. en C. María del Rosario
 Castro Nava

I. P. N.
 U.P.I.I.C.S.A.
 SEMINARIO DE
 TITULACION

Autorización de uso de obra

Instituto Politécnico Nacional
Lic. Karina Elizabeth Domínguez Yebra
Jefa del Departamento de Servicios Estudiantiles
P r e s e n t e

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben CARLOS ALEJANDRO AVILA PINEDA, OMAR DIAZ FRAGOSO, BERTHA VIRIDIANA ESQUIVEL MARTINEZ, SUSANA ISABEL LUGO HERNANDEZ Y KARINA NUÑEZ HERRERA (se anexa copia simple de identificación oficial), manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada DISEÑO DE UN PLAN HACCP PARA LA ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE GALLETA FINA, en adelante "La Tesina" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos al Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales "La Tesina" por un periodo de 1 año contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de "La Tesina".

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesina", manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de "La Tesina", por lo que deslindamos de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesina" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, 12 de junio de 2019.

Atentamente

CARLOS ALEJANDRO AVILA PINEDA
OMAR DIAZ FRAGOSO
BERTHA VIRIDIANA ESQUIVEL MARTINEZ
SUSANA ISABEL LUGO HERNANDEZ
KARINA NUÑEZ HERRERA

Carlos
Omara
Bertha
Susana
Karina

ÍNDICE

Resumen	i
Introducción	ii
Capítulo I Marco metodológico	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Pregunta de investigación	2
1.3 Objetivo general	2
1.4 Objetivos específicos	2
1.6 Justificación.....	3
1.7 Tipo de investigación.....	4
1.8 Diseño de la investigación.....	4
1.9 Técnicas de investigación a emplear	4
Capítulo II Marco teórico	5
2.1 Definición del producto.....	5
2.2 Fundamentos de inocuidad para la elaboración y distribución de galleta fina	5
2.2.1 Plan de programa de prerequisites	5
2.2.2 Sistema HACCP	5
2.3 Fundamentos para la evaluación técnica	7
2.3.1 Cadena de suministro.....	7
2.3.2 Ingeniería de procesos	8
2.3.2.1 Especificaciones de producto	8
2.3.2.2 Etapas de proceso.....	8
2.3.2.3 Materias primas e insumos	12
2.3.2.4 Maquinaria, equipo, utensilios y vehículos	13
2.3.2.5 Mano de obra	14
2.3.2.6 Capacidad instalada	15
2.3.2.7 Planificación de la producción	15
2.3.2.8 Distribución de planta	16
2.3.2.9 Localización de la planta	18
2.3.2.10 Organigrama.....	19
2.3.2.11 Logística de distribución	20
2.3.3 Laboratorio	21
2.3.4 Mapa general de la empresa	27
Capítulo III Evaluación técnica del proceso de elaboración y distribución de galleta fina	28
3.1 Cadena de suministro	28

3.2 Ingeniería de procesos.....	30
3.2.1 Especificaciones de producto.....	30
3.2.2 Etapas de proceso.....	32
3.2.3 Materias primas e insumos.....	36
3.2.4 Maquinaria, equipo, utensilios y vehículos	41
3.2.5 Mano de obra	54
3.2.6 Capacidad instalada	58
3.2.7 Planificación de la producción	63
3.2.8 Distribución de la planta	65
3.2.9 Localización de la planta	73
3.2.10 Organigrama	78
3.2.11 Logística y distribución	79
3.3 Laboratorio	83
3.3.1 Plan de muestreo	84
3.3.2 Análisis del producto terminado y de materia prima	84
3.3.3 Medios de cultivo y reactivos.....	86
3.3.4 Equipo, instrumentos y accesorios.....	90
3.3.5 Personal	98
3.3.6 Distribución del laboratorio	98
3.4 Mapa general de la empresa.....	102
Capítulo IV Planificación de inocuidad para el proceso de elaboración y distribución de galleta fina.....	103
4.1 Plan de Programas de Prerrequisito (PPR's)	104
4.2 HACCP.....	110
4.2.1 Perfil del producto.....	110
4.2.2 Diagrama de flujo del proceso	111
4.2.3 Análisis de peligros.....	112
4.2.4 Plan HACCP.....	115
Conclusiones	116
Referencias	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología de cursograma analítico	11
Tabla 2. Códigos de orden de proximidad.....	17
Tabla 3. Ejemplo de ponderación por puntos.....	19
Tabla 4. Métodos para solucionar Problema de Agente Viajero	21
Tabla 5. Especificaciones de la galleta fina.....	30
Tabla 6. Claves establecidas para el equipo en el diagrama de flujo y sus especificaciones	34
Tabla 7. Corrientes del proceso de elaboración de galleta fina.....	34
Tabla 8. Especificaciones de harina de trigo.....	36
Tabla 9. Especificaciones de Manteca Vegetal.....	36
Tabla 10. Especificación del azúcar glass refinada.....	37
Tabla 11. Especificaciones de huevo líquido pasteurizado	37
Tabla 12. Especificaciones de Sal Yodada	38
Tabla 13. Especificaciones de Sulfato de Aluminio	38
Tabla 14. Especificaciones del saborizante	38
Tabla 15. Especificaciones del colorante	38
Tabla 16. Especificaciones de charola	39
Tabla 17. Especificaciones de la bobina plástica impresa	39
Tabla 18. Especificaciones de caja de cartón	39
Tabla 19. Especificaciones de la cinta adhesiva	39
Tabla 20. Especificaciones del nitrógeno gaseoso.....	40
Tabla 21. Especificaciones de rollo de película estirable	40
Tabla 22. Maquinaria, equipo y vehículos del almacén de materia prima	41
Tabla 23. Maquinaria, equipo y utensilios del área de producción	46
Tabla 24. Equipo y utensilios del almacén de producto terminado.....	51
Tabla 25. Equipo del área de logística	53
Tabla 26. Equipo de protección.....	54
Tabla 27. Actividades necesarias para la elaboración de galleta fina	55
Tabla 28. Tiempo disponible por día	56
Tabla 29. Balanceo de línea de producción	57
Tabla 30. Número de operadores en la línea de producción.....	57
Tabla 31. Composición química de la materia prima.....	58
Tabla 32. Formulación para un lote de galletas.....	58
Tabla 33. Composición química de la masa antes de entrar al horneado.....	59
Tabla 34. Composición química de la galleta horneada.....	61
Tabla 35. Días festivos.....	61
Tabla 36. Jornada de trabajo.....	62

Tabla 37. Programación de 1er lote	63
Tabla 38. Programación de 2do lote	64
Tabla 39. Programación de 3er lote	64
Tabla 40. Orden de proximidad	65
Tabla 41. Áreas de la planta.....	65
Tabla 42. Áreas de producción.....	69
Tabla 43. Cantidades utilizadas para el dimensionamiento del almacén de materias primas.....	71
Tabla 44. Factores seleccionados y su valor.....	74
Tabla 45. Calificación de las tres propuestas.....	77
Tabla 46. Especificaciones del vehículo.....	79
Tabla 47. Ubicación de bodegas del cliente	81
Tabla 48. Matriz de relación de nodos de la red de distribución.....	82
Tabla 49. Modelo de la ruta de reparto	82
Tabla 50. Análisis en el proceso de producción	84
Tabla 51. Análisis en materia prima	84
Tabla 52. Medios de cultivo usados en cada técnica microbiológica	86
Tabla 53. Ficha técnica del Agar bilis y rojo violeta	86
Tabla 54. Ficha técnica del Caldo Lauril Sulfato	86
Tabla 55. Ficha técnica del Caldo EC	86
Tabla 56. Ficha técnica del medio EMB	87
Tabla 57. Ficha técnica del medio PDA	87
Tabla 58. Ficha técnica del caldo CST.....	87
Tabla 59. Ficha técnica del Caldo Rappaport Vassiliadis.....	87
Tabla 60. Ficha técnica del Caldo Mueller-Kauffmann	87
Tabla 61. Ficha técnica del Agar Xilosa Lisina desoxicolato	88
Tabla 62. Ficha técnica del Agar Sulfito de bismuto.....	88
Tabla 63. Ficha técnica del Agar Verde brillante	88
Tabla 64. Ficha técnica del KG	88
Tabla 65. Equipo de laboratorio	90
Tabla 66. Material de laboratorio.....	94
Tabla 67. Orden de proximidad	99
Tabla 68. Áreas de la sección de análisis fisicoquímicos.....	99
Tabla 69. Áreas de la sección de microbiología	100
Tabla 70. Prerrequisito de control de instalaciones.....	104
Tabla 71. Prerrequisito de control de materias primas	105
Tabla 72. Prerrequisito de mantenimiento.....	106
Tabla 73. Prerrequisito de limpieza y desinfección	107
Tabla 74. Prerrequisito de control de plagas.....	108

Tabla 75. Prerrequisito de higiene del personal	109
Tabla 76. Perfil del producto.....	110
Tabla 77. Análisis de peligros de materia prima.....	112
Tabla 78. Análisis de puntos críticos de control en las etapas del proceso.....	113
Tabla 79. Establecimiento de plan HACCP para la elaboración y distribución de galleta fina	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama del diseño de investigación.....	4
Ilustración 2. Modelo bidimensional de evaluación de riesgo a la salud	6
Ilustración 3. Secuencia de decisiones para identificar PCC	7
Ilustración 4. Diagrama de correlación de áreas	17
Ilustración 5. Diagrama de distribución de áreas.....	18
Ilustración 6. Organigrama vertical.....	20
Ilustración 7. Organigrama horizontal.....	20
Ilustración 8. Mapa general de la empresa	27
Ilustración 9. Cadena de suministro	29
Ilustración 10. Galleta Fina en forma de estrella	30
Ilustración 11. Representación de un paquete de galletas con 10 piezas y sus dimensiones	31
Ilustración 12. A la izquierda de cartón y sus dimensiones. A la derecha, acomodo de 60 charolas en la caja de cartón	31
Ilustración 13. Diagrama de flujo	32
Ilustración 14. Diagrama de flujo de proceso	33
Ilustración 15. Cursograma analítico	35
Ilustración 16. Diagrama de Balance.....	59
Ilustración 17. Diagrama de Gantt, plan de producción	65
Ilustración 18. Diagrama de correlación de áreas de la planta	66
Ilustración 19. Diagrama de hilos de la planta.....	66
Ilustración 20. Lay-out de la planta	67
Ilustración 21. Flujo de personal, materia prima, toma de muestras y producto terminado.....	68
Ilustración 22. Diagrama de correlación de área de producción	69
Ilustración 23. Diagrama de hilos de área de producción.....	69
Ilustración 24 Lay-out del área de producción	70
Ilustración 25. a) Acomodo de sacos de harina. b) Acomodo de sacos de azúcar glass	71
Ilustración 26. Acomodo de cuñetes en tarimas de plástico.....	71
Ilustración 27. Distribución de almacén de materia prima.....	72
Ilustración 28. Distribución del almacén de producto terminado	73
Ilustración 29. Croquis de ubicación de la propuesta 1	75
Ilustración 30. Croquis de ubicación de la propuesta 2.....	76
Ilustración 31. Croquis de ubicación de la propuesta 3.....	77
Ilustración 32. Organigrama de la empresa	78
Ilustración 33. Vehículo para distribución.....	79
Ilustración 34. Distribución en la zona de carga. Vista superior	80

Ilustración 35. Distribución en la zona de carga. Vista frontal	80
Ilustración 36. Distribución en la zona de carga. Vista lateral	81
Ilustración 37. Red de distribución	83
Ilustración 38. Diámetro de galleta fina	84
Ilustración 39. Diagrama de correlación de la sección de análisis fisicoquímicos	99
Ilustración 40. Diagrama de hilos de la sección de análisis fisicoquímicos	100
Ilustración 41. Diagrama de correlación de la sección de microbiología	100
Ilustración 42. Diagrama de hilos de la sección de microbiología	101
Ilustración 43. Lay-out del laboratorio	101
Ilustración 44. Mapa general de la empresa	102
Ilustración 45. Diagrama de flujo del proceso.....	111

Resumen

En la actualidad, garantizar la inocuidad en la cadena de suministro de la industria alimenticia es fundamental. El presente proyecto tiene como objetivo establecer un plan HAACCP para asegurar la inocuidad en el proceso de elaboración y distribución de galleta fina. Para lograr el objetivo se propone una empresa tipo, así como de todos los aspectos técnicos que conlleva su funcionamiento. De hecho, se consideran aspectos como: las especificaciones del producto, la materia prima, la maquinaria, el proceso de fabricación, la mano de obra, entre otros. En adición, se realiza el planteamiento de un plan HACCP cuya finalidad es coadyuvar en el aseguramiento de la inocuidad. Finalmente, se puede constatar que durante la elaboración y distribución de galleta fina hay aspectos del proceso que se deben tomar en cuenta a fin de preservar la inocuidad del producto.

Introducción

El consumo de galleta es muy común en la actualidad. Se trata de un producto que es nutritivo, con buen sabor y además es fácil de consumir, así como de transportar. En adición, es un alimento que puede ser consumido por el público en general. Cabe señalar, que en el mercado existen distintos tipos de galleta, entre las que se tienen galletas finas, galletas entrefinas y galletas comerciales. Cada uno de estos tipos de galleta cumple con especificaciones sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas para poder ser considerado de un tipo u otro. En este proyecto el enfoque es sobre la elaboración y distribución de galleta fina; lo que se pretende es lograr establecer los aspectos técnicos que permitan la fabricación del producto, al igual que asegurar su inocuidad en el proceso de elaboración y de distribución.

Por lo anterior, en este proyecto se plantea una empresa tipo que elabora y distribuye galleta fina a sus clientes. Para lograr su objetivo la empresa requiere de instalaciones, personal, maquinaria, equipo, utensilios y vehículos. De hecho, la integración de estos elementos a lo largo del proceso productivo permitirá cumplir con la elaboración y distribución del producto. Sin embargo, al tratarse de un producto alimenticio es necesario garantizar la inocuidad de este. La inocuidad es un concepto que está asociado con la ausencia, o niveles aceptables, de peligros que puedan poner en riesgo la salud de los consumidores. Estos peligros pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física. Es por ello, que la inocuidad debe considerarse a lo largo de toda la cadena de suministro de la industria alimentaria.

Entonces, en este proyecto se desarrolla un plan de programas prerequisites, así como un plan HACCP para asegurar la inocuidad en el proceso de elaboración y distribución de galleta fina. Ahora bien, este documento está dividido en cuatro capítulos cuyo contenido se resume a continuación.

Capítulo I. En este capítulo se establece la problemática a abordar, así como el objetivo general y específicos que permitirán dar solución a la misma. También se define el tipo y el diseño de la investigación, además de las técnicas a emplear durante el proyecto.

Capítulo II. Este capítulo contiene el fundamento teórico que da sustento al resto del proyecto. En él se plasman las bases para la definición del producto, los fundamentos de inocuidad y los cimientos asociados a la evaluación técnica del proyecto.

Capítulo III. En este capítulo se desarrolla la aplicación de métodos y herramientas que permiten dar estructura técnica al proceso de elaboración y distribución de galleta fina. Se consideran la materia prima, maquinaria, mano de obra y el método requeridos para la producción.

Capítulo IV. Con base en la evaluación técnica del proceso de elaboración y distribución de galleta fina, en este capítulo se realiza el planteamiento del plan de programas de prerequisites, así como del plan HACCP que permitirán asegurar la inocuidad del producto.

Capítulo I Marco metodológico

1.1 Planteamiento del problema de investigación

Las galletas son un alimento que se come en todo el mundo pues su precio es relativamente bajo; son fáciles de conseguir y de consumir; tienen alto valor nutrimental; y son duraderas (Davidson, 2019). De acuerdo con un estudio realizado por Transparency Market Research (2017), a finales de 2017 el mercado de galletas alcanzó un valor a nivel mundial de 76 billones de dólares y se espera que, para finales de 2025, alcance un valor de 109 billones de dólares. De hecho, los 5 países con mayor tasa de producción y exportación de este producto son: 1. Alemania, 2. Países bajos, 3. México, 4. Bélgica, y 5. Reino Unido (Workman, 2018). Ahora bien, los países con mayor consumo per cápita de galletas son: 1. Argentina (12.44 kg), 2. Reino Unido (10.02 kg), 3. Italia (7.37 kg), 4. Estados Unidos (6.91 kg) y Brasil (6.05 kg); cabe señalar que México ocupa el octavo lugar, con un consumo de 4.75 kg por individuo (Statista, 2014). Finalmente, una exploración más detallada de la industria de cada país revelaría datos más puntuales.

En el caso de México, el nivel de producción y consumo de galletas es elevado. Según datos de Euromonitor (2018) el valor del mercado de la industria de elaboración de galletas y barras en México es de 3'176 mdd, y se estima que este tenga una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de % 4.7 al año 2020. De acuerdo con datos proporcionados por ProMéxico (2018) sobre la industria de alimentos procesados en México, las galletas dulces figuran en primer lugar con respecto al valor de las exportaciones; con un valor de 592'931 mdd. Asimismo, un estudio realizado por Ghirardelly Fabián de Worldpanel Usage (2017) revela que, en 2017, 8 de cada 10 mexicanos compraron galletas para su consumo y en la misma proporción estas fueron galletas dulces. El mismo documento indica que los hogares mexicanos adquieren en promedio 12 kilos de galleta al año. Sin embargo, existen algunos riesgos físicos, químicos y microbiológicos que se deben considerar a lo largo de la cadena de suministro.

La industria alimentaria tiene el deber de asegurar que todos los alimentos que se ponen a disposición del consumidor sean inocuos cumpliendo la normatividad vigente, e incluso se puede considerar aplicar metodologías como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) o sistemas de inocuidad. De hecho, la Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009 (2008), sobre prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios clasifica los peligros en físicos, químicos y biológicos, un análisis minucioso brindará aquellos parámetros de proceso, o paralelos al mismo, que son necesarios para minimizarlos. A continuación, se revisan los riesgos que representan cada uno de los peligros mencionados.

La contaminación microbiana en galletas puede dar lugar a tipos de intoxicación en el consumo del producto o alterar sus características originales, lo que puede ocasionar grandes pérdidas comerciales o que el producto sea retirado de anaqueles. El control microbiológico en el proceso de elaboración de algún alimento se debe realizar con el fin de contribuir a la protección de la salud del consumidor aplicando las debidas disposiciones sanitarias, para asegurar que el producto sea inocuo. Con respecto a los peligros microbiológicos asociados con nuestro producto (galletas finas), estos pueden estar presentes desde la materia prima como la harina, pues se ha reportado la presencia de diversos géneros de hongos (*Aspergillus* sección *flavi*, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp, *Torula* sp, *Rhizopus* sp) en harinas comerciales (Osorio Agüero, y otros, 2015), donde el principal riesgo consiste en la acumulación de micotoxinas debido a su alta toxicidad para los humanos (Peruzzo & Pioli, 2016).

Un caso se suscitó recientemente en los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes, donde se retiraron 15 productos de las líneas "Ritz Cracker Sándwiches" y "Ritz Bits" ante la amenaza de la

presencia de *Salmonella sp.* en el suero de la leche usada para la fabricación de dichos productos (FDA, 2018). Debido a esto, la normatividad marca ciertas especificaciones de grupos microbianos que estén directamente relacionados con la contaminación del producto (galleta fina) como es el caso de bacterias mesofílicas aerobias, hongos y organismos coliformes.

Adicionalmente, el riesgo de contaminación química es posible durante cualquier etapa de la cadena de producción, por ejemplo: al realizar el lavado y desinfección de equipos pudiendo dejar restos de detergentes y/o desinfectantes; una mala formulación podría resultar en exceso de aditivos; un mal control de fumigación podría contaminar equipos y/o utensilios; entre otros (Lezcano, 2009).

Los peligros físicos engloban a todo objeto extraño en la galleta que puede causar enfermedades o lesiones. Un estudio detallado de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) indica los residuos más frecuentes: vidrio, barro o espuma, metal, plástico, piedras, cristales/cápsulas, cáscaras/carozos, madera y papel. La conclusión de dicho estudio fue que una lesión por objetos duros puede causar problemas, si es lo suficientemente grave como para exigir atención médica u odontológica (PAHO, 2019).

Finalmente, se considera que el diseño del plan un plan HACCP para el proceso de elaboración y distribución de galleta fina, ayudará a reducir los factores físicos, químicos y biológicos asociados a la producción y que pueden influir directamente en su inocuidad. Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

1.2 Pregunta de investigación

¿El diseño de un plan HACCP minimiza el riesgo de contaminación física, química y biológica en el proceso industrial de elaboración y distribución de galleta fina?

1.3 Objetivo general

A partir del diseño de una planta tipo, establecer un plan HACCP para asegurar la inocuidad en el proceso de elaboración y distribución de galleta fina con base en la NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos bebidas o suplementos alimenticios, y los códigos del Codex Alimentarius; aplicando herramientas de mapeo de procesos, distribución de planta, estudio del trabajo, logística, bioquímica de alimentos, así como análisis fisicoquímico y microbiológico en laboratorio.

1.4 Objetivos específicos

- Definir especificaciones técnicas (materia prima y producto terminado) de galleta fina a producir.
- Elaborar un diagrama de flujo del proceso de manufactura y distribución de galleta fina.
- Determinar especificaciones técnicas del proceso productivo (equipo, maquinaria e instalaciones) para la fabricación de galleta fina.
- Establecer distribución de planta para la elaboración de galleta fina.
- Realizar plan de distribución de galleta fina.
- Identificar prerrequisitos para la elaboración y distribución de galleta fina para su consumo con base en la normatividad vigente.
- Proponer un plan HACCP para el proceso industrial de elaboración y distribución de galleta fina.

1.6 Justificación

De acuerdo con los datos que se plantean al inicio de este documento, se puede constatar que la sociedad mexicana consume galletas de forma constante y en grandes cantidades. Sin embargo, existen riesgos asociados a su elaboración y distribución que podrían poner en riesgo la salud de los consumidores. En consecuencia, resulta pertinente contar un plan HACCP que permita reducir los riesgos de contaminación del producto durante el proceso industrial de elaboración y distribución de galleta fina. Sobre todo, se trata de una situación compleja que requiere de un enfoque interdisciplinario, pues es necesaria la evaluación técnica del producto tomando en cuenta criterios físicos y bioquímicos (Badui Dergal, 2013; Davidson, 2019; Delcour & Hosney, 2010; Fennema, 2010) a fin de cumplir con la normatividad vigente (NMX-F-006-S-1983, 1983; NOM-247-SSA1-2008, 2009), los parámetros y equipos del proceso (Geankoplis, 1998). En adición, se requiere del análisis del proceso de elaboración (Damelio, 2011), de la distribución de la planta de producción (Baca, y otros, 2014), así como de la planeación de la producción y distribución del producto terminado (Ballou, 2004; Chapman, 2006).

Ingeniero industrial

El ingeniero industrial realizará un análisis sistemático para determinar la localización de la planta de producción. También, realizará un cursograma analítico, así como la determinación de la mano de obra, equipo y maquinaria requerida con base en el proceso productivo. Además, realizará el diseño de la planta con base en los requerimientos del proceso, y su distribución utilizando la metodología de planteamiento sistemático de la distribución de planta (SLP por sus siglas en inglés) que asegure un adecuado flujo de la operación. Y establecerá la logística de distribución con base en el modelo de optimización del problema del agente viajero (TPS por sus siglas en inglés) la adecuada entrega del producto a elaborar.

Químico Bacteriólogo Parasitólogo

El químico bacteriólogo parasitólogo evaluará los peligros microbiológicos asociados a la elaboración de galleta fina, mediante el diseño de un laboratorio de análisis microbiológico considerando las condiciones de infraestructura de la organización. Asegurará la cadena de suministro en la elaboración industrial de galleta fina, proponiendo los métodos diagnósticos necesarios y descritos en las normas oficiales mexicanas vigentes para la evaluación microbiológica de la materia prima y del producto final. Tomando como herramientas las siguientes técnicas:

- Recuento de coliformes totales en placa y coliformes fecales (*Escherichia coli*) por técnica del Numero más probable
- Recuento de hongos filamentosos y levaduras en placa.
- Investigación de *Salmonella* en 25 gramos y recuento de *Bacillus cereus*

Ingeniero Bioquímico

El Ingeniero Bioquímico analizará las propiedades bioquímicas de las materias para establecer sus especificaciones, así como la interacción en el proceso aplicando conocimientos de tecnología de cereales como la naturaleza de los ingredientes y su función en el producto final y proceso para delimitar las propiedades, características y especificaciones del producto terminado a manera que cumpla con las especificaciones establecidas por norma. También propondrá un diagrama de flujo de proceso aplicando balances de materia simples (sin reacción química), así como el equipo requerido en el proceso analizando las operaciones unitarias involucradas en la misma. Por último, evaluará el proceso propuesto para determinar los puntos críticos de control considerando los fundamentos de normalización y las normativas mencionadas.

1.7 Tipo de investigación

Esta investigación que se propone es de tipo descriptivo, pues se busca describir las características y configuración de los procesos que intervienen en la producción y distribución de galletas finas.

1.8 Diseño de la investigación



Ilustración 1. Diagrama del diseño de investigación. Fuente: Elaboración propia

1.9 Técnicas de investigación a emplear

Se realizará una investigación documental, la cual es considerada como una técnica donde se recopila y selecciona información por medio de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos para encontrar una respuesta (Baena, 2014).

Capítulo II Marco teórico

Este capítulo contiene el fundamento teórico relacionado con el proceso de elaboración y distribución de galleta fina. En él se plasma las bases para la definición del producto, los fundamentos de inocuidad y los cimientos asociados a la evaluación técnica del proyecto.

2.1 Definición del producto

Según la norma NOM-247-SSA1-2008, se define “galleta” al producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina de trigo u otros cereales, grasas, aceites comestibles o sus mezclas y agua, con o sin relleno, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado o batido, y otros procesos como fermentación, modelado, troquelado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua” (NOM-247-SSA1-2008, 2009).

Por otro lado, y tomando como referencia, la NMX-F-006-1983 además clasifica al producto en tres tipos (NMX-F-006-S-1983, 1983):

Tipo I Galletas finas

Tipo II Galletas entrefinas

Tipo III Galletas comerciales

Cuya diferencia fundamental es la cantidad de lípidos en la formulación dadas las características que estos aportan al producto final, por lo que, de acuerdo con la formulación propuesta, la galleta del presente trabajo es una galleta tipo I (NMX-F-006-S-1983, 1983).

Dicha definición será fundamental para el desarrollo del plan HACCP tal como se observa en Capítulo IV.

2.2 Fundamentos de inocuidad para la elaboración y distribución de galleta fina.

2.2.1 Plan de programa de prerrequisitos

En términos de inocuidad se define peligro como la presencia de agentes del tipo físico, químico y/o biológico que estén en condiciones de causar daño a la salud del consumidor. Esta definición no se aplica a otras condiciones indeseables o a la presencia de otros tipos de contaminantes como insectos, cabello, descomposición, entre otros (PAHO, 2019).

En el plan de programa de prerrequisitos para la elaboración y distribución de galleta fina se abarcan todas las prácticas y condiciones requeridas previas a la implementación de un sistema HACCP (Comisión del Codex Alimentarius, 1999) con el objetivo de controlar los peligros que afecten la inocuidad del producto terminado.

2.2.2 Sistema HACCP

El sistema HACCP permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos en la inocuidad (PAHO, 2019) de la elaboración y distribución de galleta fina. Entendiéndose punto crítico de control (PCC) como una fase esencial para prevenir, eliminar o reducir a niveles aceptables un peligro relacionado con la inocuidad y sobre la cual puede aplicarse un control (NOM-251-SSA1-2009, 2008).

Lo anterior aplicando 7 principios:

Principio 1: Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas preventivas respectivas

Principio 2: Determinar los puntos críticos de control.

Principio 3: Establecer límites críticos.

Principio 4: Establecer un sistema de control para monitorear el PCC.

Principio 5: Establecer las acciones correctivas a ser tomadas, cuando el monitoreo indique que un determinado PCC no está bajo control.

Principio 6: Establecer procedimientos de verificación para confirmar si el sistema HACCP está funcionando de manera eficaz.

Principio 7: Establecer documentación para todos los procedimientos y registros apropiados a esos principios y su aplicación.

Perfil del producto

Será una descripción que incluye factores relacionados con la inocuidad como lo es pH, %Humedad, condiciones de almacenamiento, tecnologías aplicadas, usos previstos, peligros inherentes al consumo y usos intencionados.

Diagrama de flujo

Donde las etapas deberán estar enumeradas a fin de poder localizar los puntos críticos de control y además deberán describirse las condiciones de proceso relacionados con la inocuidad como se describe en el perfil de producto como tecnologías aplicadas.

Análisis de peligros

Se afirma que, aun cuando actualmente gran parte de la labor de investigación y de los recursos sanitarios van dirigidos a tratar las enfermedades más que a prevenirlas, centrarse en los riesgos para la salud es la clave de la prevención (OMS, 2002).

Existen factores que contribuyen para que ocurra un peligro biológico como lo es la dosis infectante (PAHO, 2019) la cual se refiere a la concentración de microorganismos suficientes para causar una enfermedad, en este caso una enfermedad transmitida por alimentos (ETA).

Sin embargo, para la aplicación del término dosis infectante deben considerarse grupos especiales de riesgo como edad de los consumidores, condición del sistema digestivo y condición del sistema inmunológico.

Para este proyecto se hizo un análisis sobre los peligros asociados a materia prima, así como los peligros asociados a las etapas del proceso (Ver Capítulo IV) de acuerdo con la siguiente matriz:

Alta	A	Mi	Ma	Cr
Mediana	A	Mi	Ma	Ma
Baja	A	Mi	Mi	Mi
Insignificante	A	In	In	In
		Baja	Media	Alta

Ilustración 2. Modelo bidimensional de evaluación de riesgo a la salud. Significado del peligro In - Insignificante, despreciable, Mi – Menor, Ma – Mayor, Cr – Crítica
Fuente: <https://www.paho.org>

Donde el área sombreada representa una materia prima con riesgo significativo desde el punto de vista de inocuidad.

Así mismo para la determinación de PCC se utilizó el siguiente árbol de toma de decisiones:

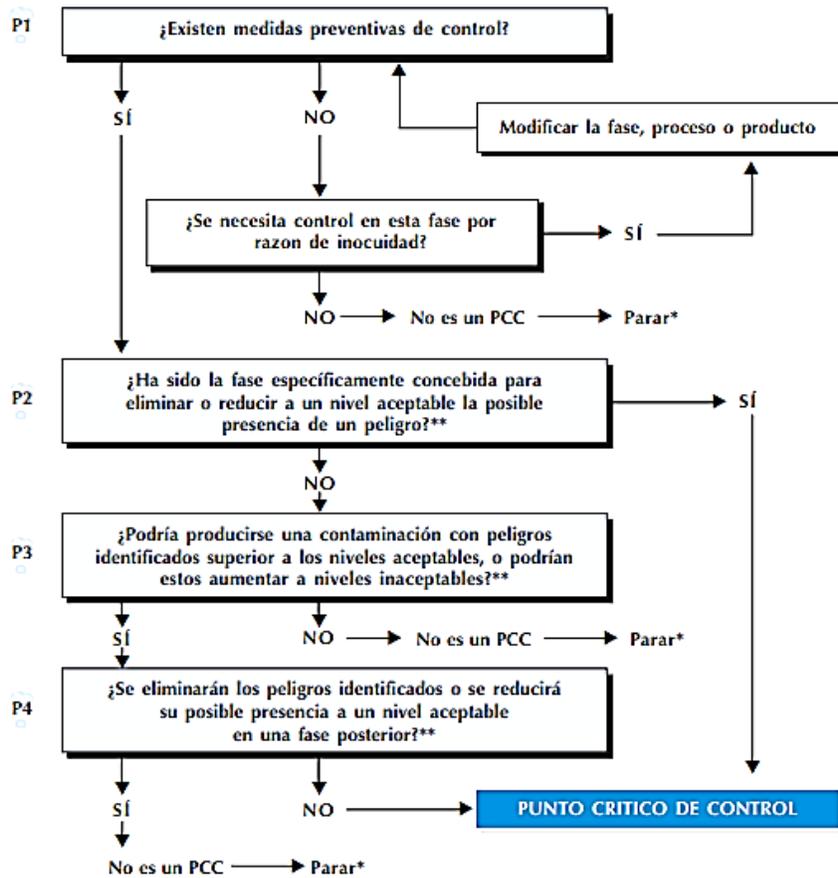


Ilustración 3. Secuencia de decisiones para identificar PCC
Fuente: <http://www.fao.org>

2.3 Fundamentos para la evaluación técnica

2.3.1 Cadena de suministro

Las empresas frecuentemente se relacionan con otras entidades a fin de poder elaborar y comercializar los productos que promueven; a esta integración se le conoce como cadena de suministros. Para Baca (2013), la cadena de suministros es el conjunto de relaciones que existen entre proveedores, empresas, distribuidores y vendedores al menudeo; estas relaciones facilitan la transformación de materia prima en producto final, su distribución y su venta. En adición, las organizaciones buscan enriquecer los resultados de estas interacciones por medio de la administración de la cadena de suministros; que se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo (Mentzer, y otros, 2001). Entre las funciones a coordinar se tienen: mercadotecnia, ventas, investigación y desarrollo, pronósticos, producción, compras, logística, sistemas, finanzas, y servicio al cliente (Ballou, 2004). En resumen, la idea consiste en aplicar un enfoque de sistemas total para manejar todo el flujo de información, materiales y servicios de los proveedores de materia prima a través de fábricas y bodegas al usuario final

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2014). En el apartado 3.1 de este proyecto se puede observar la construcción de la cadena de suministro de la elaboración y distribución de galleta fina.

2.3.2 Ingeniería de procesos

Los productos que comercializan las empresas son elaborados con base en una serie de etapas que permiten su obtención a partir de distintas materias primas. La adecuada selección de estos pasos se denomina ingeniería del proceso; que consiste en la planificación, diseño y ordenación sistemática de los métodos mediante los cuáles un producto puede ser fabricado económicamente; su función es crear un ordenamiento de los procesos de fabricación de los artículos diseñados (Vaughn, 2004). El trabajo de selección de los pasos del proceso para fabricar el producto requerido corresponde al ingeniero de procesos (Thakore & Bhatt, 2007). De acuerdo con Cuatrecasas-Árboles (2012), para que un sistema de fabricación sea capaz de producir eficazmente, se deben gestionar los siguientes aspectos: 1) materiales; 2) maquinarias, instalaciones y elementos de capital productivo y; 3) mano de obra. Por lo anterior, los diseños preliminares y las cantidades que se estima se venderán, han de ser suficientes para determinar la naturaleza y ordenamiento general de los procesos de producción (Vaughn, 2004). En conclusión, la ingeniería de procesos es un aspecto fundamental en la industria pues su aplicación permite la fabricación de productos a un bajo costo.

2.3.2.1 Especificaciones de producto

Las especificaciones del producto o ficha técnica contienen toda la información que un consumidor requiera conocer, así como aspectos técnicos que el personal involucrado en el proceso de manufactura deba conocer. Entre los puntos importantes se describen los siguientes:

- Descripción del alimento
- La norma que aplica para su elaboración
- Ingredientes/Materia Prima
- Requisitos de almacenamiento y transporte
- Requisitos de etiquetado (FAO, 2017).

Además, desde el punto de vista de inocuidad se deben puntualizar aspectos como pH, actividad de agua, tipo de embalaje, condiciones de almacenaje y métodos de distribución (PAHO, 2019).

2.3.2.2 Etapas de proceso

Mezclado

Para esta etapa del proceso es necesario considerar el grado de desarrollo que se requiera tenga el gluten para la manipulación adecuada de la masa y la temperatura a la cual las proteínas de este pueden sufrir una desnaturalización. Si alguno de los dos no se controla, la calidad del producto se ve afectada, de hecho, puede ser la etapa más importante y delicada del proceso desde el punto de vista tecnológico (Zhou & Hui, 2014).

Se pueden resumir los objetivos de la fase de mezclado en (Davidson, 2019; Zhou & Hui, 2014):

- Dispersión y uniformidad en ingredientes
- Hidratación de la harina y otros ingredientes secos
- Emulsificación de lípidos y agua
- Desarrollo del gluten

Para galletas con alto porcentaje en grasa, como en el presente proyecto, el mezclado se realiza en tres etapas, un mezclado a velocidad baja, la fase de cremado, seguida de un último mezclado con

la adición de harina, dividiéndolo de esta manera se ayuda a prevenir el desarrollo de gluten (Dueñas & Bedolla, 2017; Davidson, 2019).

De manera general se pueden distinguir las siguientes etapas (Davidson, 2019; Zhou & Hui, 2014):

- Pick up (levantamiento): La masa es pegajosa, fría y grumosa.
- Desarrollo inicial: La masa empieza a obtener suavidad, ser más cálida y seca.
- Clean up (limpiado): La masa alcanza su máxima rigidez. El color puede cambiar de amarillo a blanco, o color crema.
- Desarrollo final: La masa tiene la temperatura y propiedades correctas. El gluten puede ser obtenido fácilmente.
- Letdown (caída): La masa está demasiado caliente y se pone pegajosa, carece de elasticidad y tiene caudal excesivo.
- Breakdown (ruptura): La masa se comenzó a licuar.

El tiempo de mezclado se ve influenciado por (Davidson, 2019; Zhou & Hui, 2014):

- La velocidad a la que se realice la operación
- El diseño del mezclador
- Cantidad de masa en relación con la capacidad del mezclador
- Temperatura de la masa
- La eficiencia del intercambiador de calor, si es que el equipo cuenta con uno
- La calidad de la harina
- La absorción de agua (influenciada por el tamaño de la partícula y el daño de la harina)
- Cantidad de grasa (a mayor cantidad, mayor tiempo)
- Cantidad y tipo de agentes reductores
- Cantidad de sólidos lácteos y otros ingredientes secos que compiten por el agua disponible

Tipos de mezcladores

Existen al menos cinco tipos principales de mezcladores; de eje vertical, horizontales, horizontales de alta velocidad, continuos y mezcladores planetarios, cada uno con características particulares de acuerdo con las propiedades reológicas que se deseen obtener en la masa y la composición de esta (Zhou & Hui, 2014).

Para el caso en particular de la galleta fina se ha elegido una mezcladora planetaria, ya que tienen una amplia aplicación, así como un sistema de alimentación remoto, además usa una o dos herramientas de mezcla con raspador que permiten incorporar aire en la masa con mayor facilidad. Por último, la masa puede ser transferida levantando e inclinando el tazón, lo que facilita el proceso que se plantea en este proyecto (Zhou & Hui, 2014).

Formación de la galleta: por extrusión

Existen dos métodos básicos para la formación de la pieza de galleta, que de la misma manera depende de las propiedades reológicas de la masa; por corte o por extrusión (Zhou & Hui, 2014). Para este caso en particular, por ser una masa con alto contenido de grasa son directamente extruidas sobre la charola de horneado.

El proceso de manera general consiste en pasar la masa a través de un bloque de relleno con tubos cilíndricos que coinciden con el tamaño del troquel. El bloque de relleno asegura un paso suave de la masa desde los rodillos de alimentación a cada troquel individual, ayudando a un buen control de peso. Un bloque de relleno y un troquel coincidentes se utilizan para cada galleta, posteriormente se realiza un corte para obtener la pieza con un alambre se mueve horizontalmente (Zhou & Hui, 2014).

Horneado

Se lleva a cabo una transferencia de masa y calor en la masa, e incluye 4 cambios principales (Zhou & Hui, 2014):

1. El vapor de agua favorece el incremento del volumen.
2. Se lleva a cabo la gelatinización del almidón que depende de la disponibilidad de agua, se lleva a cabo la coagulación de las proteínas, todo ello limita la extensibilidad de la masa.
3. El aumento del volumen crea una estructura porosa, ese proceso es conocido como transición masa-miga.
4. Las altas temperaturas favorecen reacciones de Maillard, responsables del empardeamiento no enzimático y desarrollo de color. Además, dado que la superficie está expuesta más directamente, la creación de la corteza restringe el volumen total de la pieza.

Los equipos pueden ser hornos continuos o por lote, la elección depende básicamente de los volúmenes de producción, por lo que en este proyecto se eligió un horno por lote.

Enfriamiento

Regularmente se hace a temperatura ambiente en bandas transportadoras, con un tiempo que varía de 1.5 a 2 veces el tiempo de horneado (Davidson, 2019; Zhou & Hui, 2014).

El enfriamiento tiene una doble función tecnológica, permitiendo reducir el gradiente de humedad que se ha generado tras del horneado desde el centro de la galleta hasta la superficie, impidiendo así que se agriete la galleta una vez empacada (Davidson, 2019; Zhou & Hui, 2014).

Envasado

Existen diversos aspectos a considerar para la elección adecuada del empaque (Zhou & Hui, 2014):

- Debe ser una barrera eficiente contra la humedad y olores externos
- Impermeable a grasa y aceite.
- Prevenir el paso de rayos ultravioleta.
- Proteger físicamente a la galleta para el transporte

Para las galletas finas y contemplando los aspectos anteriores, se elige una bobina de polietileno impresa que no permite el paso del oxígeno, con lo que nos es posible envasarlo en atmosfera modificada con la inyección de nitrógeno gaseoso.

Diagrama de bloques

Un diagrama de bloques de un sistema es una representación gráfica de las funciones/etapas que se llevan a cabo, mostrando las relaciones existentes entre estas. A diferencia de una representación matemática puramente abstracta, un diagrama de bloques tiene la ventaja de indicar en forma más realista el flujo del sistema (NOM-147-SSA1-1996, 1997).

El bloque es un símbolo para representar la operación los cuales se conectan mediante flechas para indicar la dirección del flujo, de manera que este se limita en la dirección de las flechas. Por tanto, un diagrama de bloques muestra explícitamente un flujo unilateral de manera que contiene información relacionada con el comportamiento dinámico, pero no incluye información de la construcción física del sistema (NOM-147-SSA1-1996, 1997).

Diagrama de flujo de proceso

Es utilizado generalmente para trabajo de diseño y estudios de proceso, debe estar diseñado de tal manera que destaquen de inmediato las corrientes y las operaciones del proceso, se debe indicar también la dirección del flujo (Rase & Barrow, 1973).

Es frecuente representar también las características fundamentales de los equipos de proceso y a menudo se utilizan símbolos convencionales para representar equipos, tales como intercambiadores de calor, básculas, tamices, entre otros (Rase & Barrow, 1973).

Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda (OIT, 2014). Para González (2019), al cursograma analítico se le conoce como diagrama de flujo o curso de proceso, debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento. Los cursogramas analíticos son de dos tipos: de producto o material y operativos o de persona (Niebel & Freivalds, 2001). Adicionalmente, para su construcción se usa una simbología internacionalmente aceptada para representar las operaciones efectuadas (Baca, Evaluación de proyectos, 2013).

Tabla 1. Simbología de cursograma analítico

Simbología	Descripción
Operación 	Significa que se efectúa un cambio o transformación en algún componente del producto.
Transporte 	Movilización de algún sitio a otro de algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora.
Demora 	Indica demora en el desarrollo de los hechos. Puede ser trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo de cualquier objeto.
Almacenamiento 	Depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización.
Inspección 	Acción de controlar que se efectúe correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el cursograma analítico debe contener la siguiente información (González, 2019):

1. El nombre del producto, material o equipo representando.
2. El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término.
3. El lugar en que se efectúa la operación.
4. El número de referencia del diagrama de la hoja, y el número de hojas.
5. El nombre del observador.
6. La fecha del estudio.

7. La descripción de los símbolos empleados.
8. Un resumen de las distancias, tiempo y, si se juzga conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales, para poder comparar los métodos antiguos con los nuevos.

En el apartado 3.2.2 Etapas de proceso se puede constatar la realización del cursograma analítico aplicado al proceso de elaboración de galleta fina.

2.3.2.3 Materias primas e insumos

Harina de trigo

La harina de trigo se define como a la obtenida de la molienda del trigo del grano maduro, entero, quebrado, sano y seco del género *Triticum*, L; de las especies *T. vulgare*, *T. compactum* y *T. durum* o mezclas de éstas, limpio, sano en el que se elimina gran parte del salvado y germen y el resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada (NOM-247-SSA1-2008, 2009).

Por su composición, es la harina con mayor versatilidad para la industria panadera y galletera, para medir su calidad se consideran aspectos tales como; pureza de la extracción, ausencia de toxinas o microorganismos que pudieran excretarlas, propiedades tecnológicas (como la extensibilidad) y la presencia de ciertos compuestos nutricionales (NMX-F-006-S-1983, 1983).

En la harina de trigo la proteína es el principal determinante de su uso tecnológico gracias a las propiedades y porcentaje del gluten pues ello determina la fuerza de la harina; una masa hecha con harina fuerte tiene un alto contenido de proteínas lo que le permite gran absorción de agua generando una masa extensible, mientras que una harina débil con un bajo contenido proteico produce una masa corta, es decir, menos compacta y consistente (NMX-F-006-S-1983, 1983; Chopra & Meindl, 2008).

La fuerza y elasticidad del gluten están determinadas en gran medida por la formulación de la harina y los procesos de mezcla. En presencia de agua, las proteínas de este (gliadina y glutenina) se combinan para formar gluten mediante largas cadenas, que tienen fuerza y elasticidad simulando una banda elástica, que le brinda resistencia y elasticidad a la masa (NMX-F-006-S-1983, 1983).

La galleta fina se elabora con harina de trigo baja en proteínas (7% –9%), denominada harina de trigo galletera, en adición con un mayor contenido de grasa, la cual, recubre las partículas de harina, lo que inhibe la hidratación de las proteínas y la formación de la red de gluten. Los tiempos de mezcla más cortos también resultan en un menor desarrollo de las cadenas de gluten y, por lo tanto, las galletas tienen una textura más “corta” o blanda (Chopra & Meindl, 2008).

Por otra parte, el almidón es el principal componente de la harina de trigo, representa casi todo el contenido de carbohidratos y alrededor del 80% del contenido total de energía de la harina de trigo. Está formado por cadenas de amilosa y amilopectina (NMX-F-006-S-1983, 1983).

A su vez se encuentra formando estructuras en forma de gránulos altamente estructurados de manera que es insoluble en agua a temperatura ambiente (alrededor de los 25°C), sin embargo, al someterse a temperaturas más elevadas comienza a hidratarse, hasta llegar a un volumen máximo aproximadamente de los 60 a los 70 ° C por lo que la hinchazón es irreversible al romperse parcialmente el granulo de almidón, a esto se le denomina gelatinización, es decir, a la dispersión de la amilosa y la amilopectina en la solución. En la galleta, es común que la gelatinización sea parcial, la cual contribuye a su rigidez y textura, así como a la dextrinización y, por lo tanto, a la coloración. Sin embargo, en galletas con formulaciones altas en azúcar y grasa como la que se plantea en el presente proyecto, se inhibe la gelatinización del almidón, lo que puede deberse a la

competencia por el agua, lo anterior ayuda a producir galletas cortas y suaves (NMX-F-006-S-1983, 1983; Chopra & Meindl, 2008).

Azúcar

El azúcar común (sacarosa) es un carbohidrato derivado de la caña de azúcar o la remolacha azucarera. Es un disacárido compuesto por dos monosacáridos, una molécula de glucosa unida a una molécula de fructosa. El azúcar se utiliza en formulaciones de galletas en forma granulada o en polvo (NMX-F-006-S-1983, 1983).

El azúcar da dulzura, pero también es importante para desarrollar la textura de la galleta pues los cristales de azúcar sin disolver dan una textura crujiente al fundirse durante la cocción y se enfrían, mientras que el azúcar disuelto tiende a inhibir la gelatinización del almidón y la formación de gluten y crea una galleta con una textura más friable (NMX-F-006-S-1983, 1983; Chopra & Meindl, 2008).

Grasas vegetales

Las grasas son un ingrediente de vital importancia para lograr la textura deseada en la galleta. En gran medida depende de ello el proceso de la masa para darle forma a la galleta, las saladas y las masas de galletas duras y dulces que se laminan y cortan, tienen un contenido de grasa del 10% al 22% y las masas para galletas extruidas del 25% al 60% (Chopra & Meindl, 2008).

Las grasas de origen vegetal típicas son líquidas a temperatura ambiente y se funden en un amplio rango de temperaturas. La mayoría de las grasas utilizadas en la fabricación de galletas se derriten por debajo de 36.9 ° C, y esto evita una sensación cerosa en la boca (NMX-F-006-S-1983, 1983; Chopra & Meindl, 2008).

Las formulaciones con contenido alto porcentaje en grasa como en el caso de la galleta fina formulada requieren poca agua para producir una masa cohesiva, suave y corta.

Huevo

La clara de huevo se ha utilizado para enriquecer proteínas en productos de panadería, pero su principal función es ser un emulsificante gracias a la lecitina, pues permite que las materias primas para hornear hidrofílicas e hidrofóbicas interactúen entre sí (Chopra & Meindl, 2008).

De manera general, los emulsionantes se utilizan para ayudar en la aireación (espumación), dispersión, lubricación, mezcla, absorción de agua, retención de gases y aglomeración de ingredientes para hornear. También modifican la viscosidad, acondicionan la masa, aumentan el volumen del pan e inhiben la cristalización (retrogradación) del almidón en el pan. Por lo tanto, los emulsionantes alimenticios son ingredientes vitales en la cocción (Chopra & Meindl, 2008).

2.3.2.4 Maquinaria, equipo, utensilios y vehículos

Para que una empresa logre sus objetivos es necesario que cuente con una serie de recursos que contribuyan a su adecuado funcionamiento (Münch, 2014). Entre dichos recursos se deben considerar la maquinaria, equipo, utensilios y vehículos. Es durante la etapa de planificación en que se determinan las decisiones sobre los recursos materiales, particularmente, se dictan las especificaciones de máquinas, equipos y utensilios (Vaughn, 2004). A continuación, se enlistan algunos factores que Baca (2013) sugiere que se deben considerar durante la toma de decisión sobre la maquinaria y equipo:

- Proveedor

- Precio
- Dimensiones
- Capacidad
- Flexibilidad
- Mano de obra necesaria
- Costo de mantenimiento
- Consumo de energía
- Infraestructura necesaria
- Equipos auxiliares
- Costo de fletes y seguros
- Costo de instalación y puesta en marcha
- Refacciones

Finalmente, en la sección 3.2.4 de este documento, se puede observar la selección de la maquinaria y equipo necesarios para la elaboración y distribución de galleta fina.

2.3.2.5 Mano de obra

El factor humano es uno de los elementos más fundamentales en las actividades de la empresa, porque es por medio de las personas como la dirección puede controlar la utilización de sus recursos (OIT, 2014). Para Münch (2014), es el activo más valioso pues posee características como: posibilidad de desarrollo, creatividad, ideas, imaginación, experiencia, habilidades, etc. Cabe señalar que para Baca (2013), el factor humano se divide en mano de obra directa e indirecta. La mano de obra directa son los obreros o trabajadores que realizan actividades directas para la transformación de la materia prima en producto terminado (Roca Mendoza, 2004). La mano de obra indirecta son aquellos miembros de la organización que no intervienen directamente en la transformación de la materia prima (Granados, Latorre, & Ramírez, 2005). Finalmente, para determinar el número de operarios se utilizará la siguiente fórmula:

$$No. de operarios = \frac{Tiempo\ ciclo}{Tiempo\ takt}$$

Donde el tiempo ciclo es el tiempo que duran todas las operaciones y se calcula sumando el tiempo de ciclo individual de cada operación en un proceso determinado (Socconini, 2008). Mientras que el tiempo takt es el tiempo al que el sistema productivo debe adaptarse para lograr la producción deseada (Chiarini, 2013); y se determina dividiendo el tiempo disponible entre el número de piezas a fabricar. En el apartado 3.2.5 de este documento se observa se observa la determinación de la mano de obra para la elaboración de galleta fina.

Balanceo de línea de producción

La mano de obra deber ser balanceada a lo largo del proceso para que el sistema productivo pueda lograr la producción deseada, pues resulta tener a la mano de obra esperando o apresurada es algo que se debe evitar (Chiarini, 2013). En este balance se analiza el porcentaje de tiempo que se utilizan los equipos y el porcentaje de tiempo efectivo de trabajo de cada obrero (Baca, 2013). De acuerdo con González (2019) los casos típicos en el balanceo de líneas de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operadores necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a las mismas.

En conclusión, el balanceo de líneas de ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad (González, 2019).

2.3.2.6 Capacidad instalada

Balance de Materia

Para procesos donde no hay transformación química (secado, evaporación) se toman en cuenta balances simples de materia los cuales consideran la *ley de la conservación de la masa* (Geankopolis, 1998) .De la cual se obtiene la Ecuación general de balance:

$$\text{Entradas} = \text{salidas} + \text{acumulación}$$

Método de solución para un balance de materia

1. Trazar un diagrama simple del proceso que incluya las corrientes de entrada y salida.
2. Escribir las ecuaciones involucradas.
3. Seleccionar una base de cálculo.
4. Resolver el balance con incógnitas para encontrar los valores de las mismas mediante despejes.

Capacidad instalada

La capacidad instalada del proceso se define con la tasa máxima de producción en un periodo de tiempo (Qi, Shen, & Runliang, 2013). Para Sapag (2007), el tamaño de un proyecto está asociado con su capacidad instalada y se expresa en número de unidades de producción por año. De hecho, se pueden enlistar 3 tipos de capacidad instalada:

- capacidad de diseño: tasa de actividad en condiciones normales de operación;
- capacidad del sistema: tasa de actividad máxima posible con los recursos trabajando de manera integral;
- capacidad real: media anual de actividad efectiva, con base en variables internas y externas.

En conclusión, el aprovechamiento de la capacidad instalada depende de la utilización de la infraestructura para generar los bienes para los que fue diseñada (Mejía, 2013).

2.3.2.7 Planificación de la producción

La planificación de la producción es el conjunto de planes sistemáticos y acciones encaminadas a dirigir la producción, considerando los factores cuánto, cuándo, dónde y a qué costo (Velázquez Mastretta, 1996). En efecto, las actividades de planificación de la producción aseguran que la fabricación tenga posibilidades de empezar de acuerdo con lo programado, y de continuar hasta que el trabajo esté terminado (Vaughn, 2004). Además de las materias primas, maquinaria e insumos necesarios para producir; Velázquez-Mastretta (1996), indica que es necesario establecer un horario destinado a las actividades productivas que requiere la planta. Por lo anterior, es necesario contar con un Control de la Actividad de Producción (CAP) que se encarga de vigilar la actividad de fabricación de un producto (Chapman, 2006). De hecho, el mismo Chapman (2006) sugiere que es posible establecer una estimación de cuándo debe finalizarse el proceso de fabricación de algún producto en un centro de trabajo determinado; para ello, existen dos métodos:

- Programación inversa. Inicia el cálculo a partir del momento que la tarea se vence, y utiliza la información del tiempo de espera para retroceder y calcular cuándo llega la tarea al centro de trabajo.

- Programación directa. Inicia cuando la tarea se libera al centro de producción, y se calcula cuando deberá ser completada ahí; para finalizar con una estimación del momento en que termina todo el trabajo.

Ahora bien, para la realización de la programación es relevante considerar el tipo de capacidad con la que cuenta la planta. Esta capacidad puede ser infinita, en la que se supone que el centro de trabajo cuenta con una capacidad ilimitada (Chapman, 2006); o puede ser finita, que supone que la planta cuenta con una capacidad conocida, finita y sujeta a medición (IfM, 2019). Finalmente, la planificación de la producción puede ser representada gráficamente utilizando diagrama de carga o diagrama de Gantt (Velázquez Mastretta, 1996). En el apartado 3.2.8 se observa la planificación de producción aplicada a la elaboración de galleta fina.

2.3.2.8 Distribución de planta

La disposición de las áreas de una empresa es un aspecto que se debe considerar desde la etapa de planeación de esta. Según Vaughn (2004), para lograr una adecuada distribución de las secciones de una fábrica y sus instalaciones de producción es necesario considerar desde la etapa de planificación la ubicación de las áreas y las máquinas; pues la forma en que la maquinaria, el equipo y el material están dispuestos en el área de trabajo determina la disposición en esa área (OIT, 2014). La propia Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2014), asevera que la disposición se suele determinar al comienzo de las operaciones, es decir, cuando una fábrica empieza a funcionar. De hecho, el objetivo de una distribución de planta efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada al menor costo (Niebel & Freivalds, 2001). Por lo anterior, se debe buscar que la disposición de las instalaciones en la organización coadyuve a aumentar la eficiencia y productividad de las operaciones.

Un enfoque sistemático para la distribución de planta se denomina planeación sistemática de la distribución (SLP por sus siglas en inglés) cuyo objetivo es localizar dos áreas con alta frecuencia de interrelaciones lógicas cercanas una de la otra (Niebel & Freivalds, 2001). Para Baca (2014) el SLP parte de un problema ya planteado de diseño de distribución y forma una estructura de pasos que describe las fases de análisis del problema, búsqueda y desarrollo de diseños alternativos y la evaluación de dichas alternativas. De acuerdo con Baca (2013) y Niebel y Freivalds (2001) el procedimiento a seguir en la aplicación de SLP es el siguiente:

1. Conocer los datos PQRST. P es la letra inicial de producto, esto es, primero es necesario conocer el producto cuyas instalaciones de producción se van a distribuir. La letra Q es la inicial de cantidad que se pretende elaborar. La letra R es la inicial de la palabra ruta o secuencia de las actividades para la elaboración del producto. La letra S es la inicial de suministros de suministros que requiere el proceso productivo. Finalmente, T es la inicial de tiempo que toma la elaboración de un lote de producción.
2. Conocer flujo de materiales y relación entre actividades. Esto se debe conocer desde el momento en que, mediante el uso de un diagrama de flujo. Se describió todas las secuencias de las actividades del proceso de producción.
3. Elaborar diagrama de relaciones de las actividades. Se realiza con base en un código de cercanía y en un conocimiento casi perfecto del proceso de producción, pues se deberá estar consciente de poder justificar por qué dos áreas deberán estar necesariamente una al lado de la otra, o bien totalmente alejadas una de la otra.

Tabla 2. Códigos de orden de proximidad

Letra	Orden de proximidad	Color de línea
A	Absolutamente necesaria	Black
E	Especialmente importante	Blue
I	Importante	Green
O	Ordinaria o normal	Yellow
U	Sin importancia	White
X	Indeseable	Red

Fuente: Elaboración propia

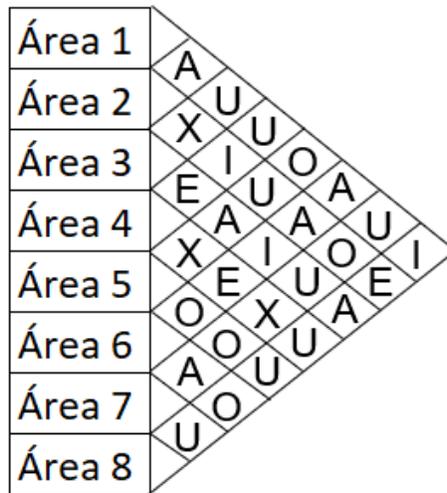


Ilustración 4. Diagrama de correlación de áreas
Fuente: Elaboración propia

4. Calcular áreas necesarias. El siguiente paso es calcular las áreas necesarias para cada una de las actividades listadas en el diagrama de relación de áreas, y se compara el total contra el área realmente disponible dentro de la planta. En proyectos para plantas totalmente nuevas no deberá haber restricciones en este aspecto.
5. Elaborar diagrama o croquis. El siguiente paso es hacer una aproximación hacia la distribución de planta, traduciendo las relaciones mostradas en el diagrama de correlación de áreas a un croquis o diagrama que muestre la distribución de las áreas de acuerdo con el código de cercanía expresado mediante el código de líneas.

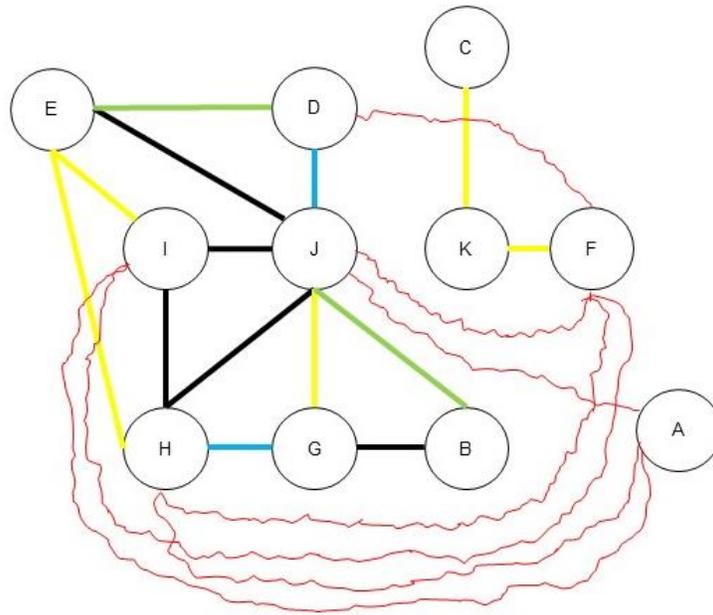


Ilustración 5. Diagrama de distribución de áreas
Fuente: Elaboración propia

6. Consultar propuesta de distribución. El último paso es consultar la propuesta de distribución con todas las áreas y hacer los ajustes necesarios a fin de obtener la distribución definitiva.

Por último, en la sección 3.2.8 de este proyecto se realiza la distribución de la planta en la que se elabora el producto propuesto, con el enfoque SLP.

2.3.2.9 Localización de la planta

Para Ballou (2004) la ubicación de instalaciones fijas a lo largo de la red de la cadena de suministros es un importante problema de decisión que da forma, estructura y configuración al sistema completa de la cadena de suministros. De hecho, cambios en la concentración de mercados, nuevas fuentes de materias primas, fluctuaciones en la demanda local de trabajo, variaciones en la estructura impositiva y otras influencias pueden hacer necesarios reexámenes periódicos de las decisiones de ubicación (Vaughn, 2004). De acuerdo con Baca (2014), el problema de localización es bastante complejo pues existen muchos factores que hacen a cada distribución ventajosa o desventajosa con respecto a otras. Algunos de los factores a considerar son los siguientes:

- Infraestructura. En el caso del transporte, los costos de adquisición y expedición de productos, y los costos de organización y servicio, en el caso de infraestructura de comunicaciones.
- Recursos naturales. De la disponibilidad de recursos dependen en gran medida los costos de abastecimiento.
- Impuestos y servicios. Es importante integrar el impacto de impuestos en los que se incurre al operar en una región específica, además del costo actual y a largo plazo de los servicios.
- Recursos humanos. Una región será mejor candidata si cuenta con abundancia de mano de obra barata y capacitada.

- Condiciones de la demanda. La cercanía de los mercados de consumo implica la disminución de costos de distribución, así como el mantener o aumentar el número de clientes.
- Condiciones de los proveedores. La cercanía de los proveedores implica la disminución de costos de abastecimiento.
- Condiciones de la competencia. Ubicarse cerca de la competencia permite echar mano de las mismas fuentes de recursos materiales, humanos, tecnológicos o de información.
- Históricos. Se deben considerar las ventajas generadas en algunas regiones con respecto a ramas industriales específicas.
- Idiosincrasia. Las ventajas y desventajas que surgen al ubicarse en una sociedad con diferente idioma y cultura representan costos en términos del proceso de adaptación organizacional.
- Normatividad. Es relevante considerar la legislación local que pueda restringir o fomentar las operaciones de la empresa.
- Condiciones macroeconómicas. El tipo de cambio, tasa de interés y la balanza comercial de un país o región son algunos parámetros que proporcionan una ventaja ante la posible ubicación.

Uno de los métodos que toma en cuenta los factores mencionados anteriormente es el método cualitativo por puntos. Este método consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización, lo que conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios (Baca, 2013). Enseguida, se enlistan una serie de pasos a seguir para jerarquizar los factores cualitativos:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa (la sumatoria de los pesos deberá ser 1). El peso asignado dependerá del criterio del investigador.
3. Asignar una escala común a cada factor y elegir cualquier mínimo.
4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
5. Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación.

Tabla 3. Ejemplo de ponderación por puntos

Factor relevante	Peso asignado	Sitio 1		Sitio 2	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Materia prima	0.30	4.0	1.2	5.0	1.5
Mano de obra	0.30	7.5	2.25	7.0	2.1
Costo de insumos	0.20	7.0	1.4	5.5	1.1
Costo de vida	0.10	5.0	0.5	8.0	0.8
Cercanía de clientes	0.10	9.0	0.9	8.0	0.8
Suma	1.00		6.25		6.30

Fuente: Elaboración propia

En la sección 3.2.9 de este documento es posible constatar la aplicación del método cualitativo por puntos para determinar la localización óptima de la planta.

2.3.2.10 Organigrama

De acuerdo con Münch (2014), los organigramas son representaciones gráficas de la estructura formal de una organización lineo funcional, que muestran las interrelaciones, las funciones, los

niveles jerárquicos, las obligaciones y la autoridad existentes dentro de ella. Los organigramas pueden ser verticales u horizontales; de hecho, los verticales son más centralizadores y poseen muchos niveles jerárquicos, mientras que los horizontales son menos centralizadores y poseen menos niveles jerárquicos (Hernández Orozco, 2007). Finalmente, existe el organigrama mixto que combina el vertical, así como el horizontal; y se utiliza por razones de espacio (Münch, 2014).

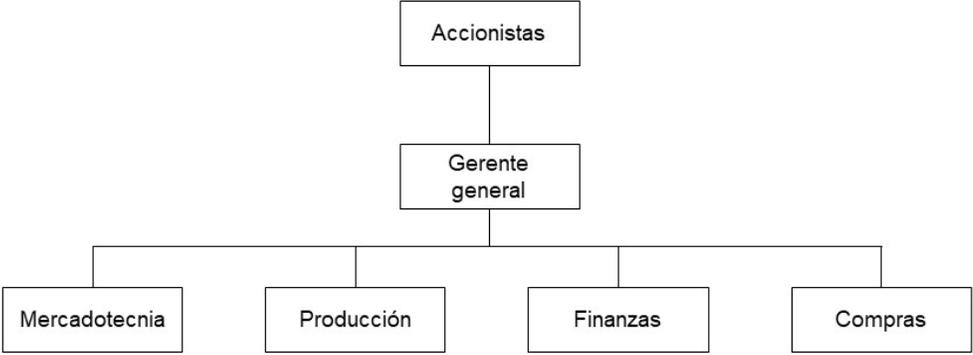


Ilustración 6. Organigrama vertical
Fuente: Elaboración propia

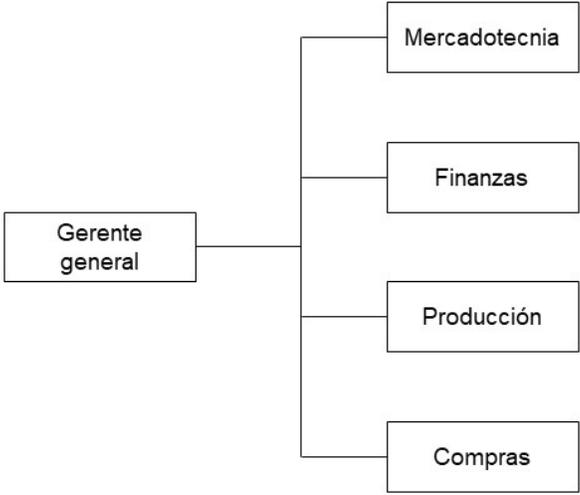


Ilustración 7. Organigrama horizontal
Fuente: Elaboración propia

2.3.2.11 Logística de distribución

La transportación representa el elemento individual más importante en los costos de logística para la mayoría de las empresas (Ballou, 2004); asimismo, se trata de una operación esencial dentro de la consecución de la compraventa (Lacalle, 2013). Tradicionalmente las actividades relacionadas con el transporte incluyen la selección del modo, el tamaño del envío, el establecimiento y la programación de las rutas de transporte (Baca, y otros, 2014). En efecto, la capacidad de las organizaciones de optimizar sus rutas de distribución es un elemento clave de la gestión logística (Brain Trust, 2009). Ahora bien, el problema de rutas de vehículos consiste en diseñar rutas óptimas de distribución y/o recolección desde uno o varios depósitos hasta la ubicación de ciertos clientes

distribuidos geográficamente (Antún, Lozano, Hernández, & Hernández, 2005). Finalmente, la solución de este tipo de problema requiere tiene que considerar los siguientes aspectos:

1. cada cliente sea visitado exactamente una vez,
2. todas las rutas de los vehículos se inicien y terminen en el depósito, y
3. la capacidad de los vehículos, la duración de las rutas y las ventanas de tiempo.

Uno de los modelos que permite dar solución y que considera los 3 aspectos mencionados es el Problema del Agente Viajero (TPS por sus siglas en inglés). El objetivo de este modelo es hallar una ruta para un agente que comienza desde un punto de origen, visita un conjunto establecido de ubicaciones y regresa al punto de origen de forma que la distancia total del recorrido es minimizada y cada ubicación es visitada una vez (Gutin & Punnen, 2007). Existen distintos métodos (Salazar, 2016) para dar solución a este modelo de problema, en la siguiente tabla se hace una breve descripción de 3 de ellos:

Tabla 4. Métodos para solucionar Problema de Agente Viajero

Método	Descripción
Fuerza bruta	Este no implica la aplicación de algoritmo alguno, sólo consiste en la exploración de todos los recorridos posibles y en la selección del que represente el menor recorrido posible.
Vecino más cercano	Es un algoritmo heurístico. El método consiste en seleccionar el nodo de origen, evaluar y seleccionar el vecino más cercano. Luego, se debe evaluar y seleccionar el vecino más cercano al nodo seleccionado previamente. Las iteraciones se repiten hasta que se consideran todos los nodos existentes. Cabe señalar que este método no asegura la solución óptima.
Branch and Bound	Este método nos proporciona una solución óptima del TPS al calcular la solución del modelo mediante el uso del algoritmo simplex. Para su aplicación es conveniente el uso de software como WinQSB o Microsoft Excel.

Fuente: Elaboración propia

En el apartado 3.2.11 de este documento se resuelve el problema de distribución de galleta fina con el uso del Problema del Agente Viajero.

2.3.3 Laboratorio

El servicio de análisis de laboratorio es fundamental para el control de calidad en la elaboración de alimentos, dando prioridad a la prevención de los riesgos químicos y biológicos derivados de la contaminación o el manejo inadecuado de los alimentos. De forma general, un laboratorio de control de alimentos debe de contar con servicios de análisis fisicoquímicos y microbiológicos aplicados por un personal calificado para su correcta ejecución con el objetivo de emitir resultados confiables. En el diseño del laboratorio se deben tener en cuenta las técnicas aplicadas para asignar el nivel de bioseguridad adecuado, por ejemplo, un agente patógeno del grupo de riesgo 2 en general requerirá instalaciones, equipo y procedimientos de nivel de bioseguridad 2, para trabajar sin riesgo. Para esto se toman en cuenta los siguientes factores: la Patogenicidad del microorganismo, su modo de transmisión, así como la disponibilidad local de medidas preventivas y de tratamientos eficaces (OMS, 2005).

De acuerdo con esto, el diseño de nuestro laboratorio se propone de la siguiente manera:

Infraestructura

Tomando como referencia la norma NOM-007-SSA3-2011 (2010) y según las especificaciones de la OMS, el nivel de bioseguridad del laboratorio se propone que sea BSL-2 cumpliendo con los siguientes aspectos:

- Paredes techos y suelos: Lisos, fáciles de limpiar, impermeables a líquidos y resistentes a productos químicos.
- Superficies de trabajo impermeables, resistente a desinfectantes y reactivos utilizados
- Con iluminación adecuada a las actividades.
- Mobiliario robusto, con espacio entre mesas armarios y muebles.
- Equipo e instalaciones para manipulación y almacenamiento seguros de reactivos.
- En cada área de laboratorio se debe contar con lavabo, con agua corriente e instalada cerca de la salida.
- Puertas con mirillas y debidamente protegidas contra el fuego.
- Disponer de autoclave u otro medio de descontaminación.
- Duchas de emergencia y lavabos de ojos.
- Un botiquín equipado
- Sistema de ventilación que introduzca aire del exterior sin recirculación
- Suministro de energía eléctrica, agua y gas.

Bioseguridad e higiene

- El índice de superficie libre por trabajador no podrá ser menor de dos metros cuadrados.
- Todo el personal del laboratorio deberá adoptar las medidas preventivas para su protección en el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias tóxicas o residuos peligrosos biológico-infecciosos tomando en cuenta los requisitos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.
- El responsable sanitario deberá informar al personal sobre los riesgos que implica el uso y manejo de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes y en su caso, fuentes de radiación ionizante; así como del material infectocontagioso y los inherentes a los procesos de las muestras, con el fin de que cumplan con las normas de seguridad correspondiente y utilicen el equipo de protección personal.
- El área de microbiología que procese cultivos de bacterias, hongos o virus, por el alto riesgo biológico de infecta contagiosidad, deberá contar con campana de bioseguridad.

Plan de muestreo

El muestreo consiste en separar una serie de muestras representativas del lote para someterlas a análisis. El plan de muestreo que se lleva a cabo es un tipo de muestreo simple de lote por lote, por atributos, realizado por el personal de laboratorio. Es el tipo más común de muestreo. Con este método se inspecciona una cantidad predeterminada de unidades (la muestra) de cada lote. Si la cantidad de unidades no conformes es menor que el mínimo indicado, se acepta el lote. De lo contrario, el lote no se acepta. El muestreo de aceptación se puede usar ya sea para la cantidad de unidades no conformes, o para no conformidades por unidad. Los muestreos de aceptación se establecen por severidad (críticos, mayores y menores) o con base en un demérito por unidad. Un solo plan de muestreo se define por el tamaño **N** del lote, el tamaño **n** de la muestra, y el número **c** de aceptación. Por ejemplo: En un lote de 9000 unidades se inspeccionan 300 unidades. Si en la muestra de 300 unidades se encuentran dos o menos unidades no conformes, el lote se acepta. Si en la muestra de 300 unidades se encuentran tres o más unidades no conformes, no se acepta el lote (Besterfield, 2009). Lo más probable es que el muestreo de aceptación se use en una de las cinco situaciones siguientes:

1. Cuando la prueba es destructiva (como la prueba de un fusible eléctrico, o una prueba de tensión), y es necesario el muestreo; si se probaran todas, se destruirían en la prueba.

2. Cuando el costo de una inspección al 100% es alto en relación con el costo de pasar una unidad no conforme.

3. Cuando hay muchas unidades iguales por inspeccionar, y entonces el muestreo obtendrá con frecuencia resultados tan buenos, si no es que mejores, que la inspección del 100%.

Esto se debe a que, con la inspección manual, la fatiga y el tedio causan mayor porcentaje de material no conforme aprobado, que el que se obtendría, en promedio, usando un plan de muestreo.

4. Cuando no se dispone de información sobre la calidad del productor, como gráficas X y R, p o c, y no se dispone de Cpk.

5. Cuando no se dispone de inspección automática.

Para nuestros fines, el muestreo para análisis fisicoquímico y microbiológico se realiza de la siguiente manera:

100 g masa saliendo de la mezcladora o en la extrusora.

N=3, 000 g

n=300 g

c= 1

10 galletas por fila entrando a banda de enfriamiento o a envasadora.

N= 3769 galletas

n=30 galletas

c1=6

10 paquetes saliendo de la envasadora

N=60 paquetes

n=6

c1=2

En el apartado 3.3.1 se encuentra el plan de muestreo que se propone para el análisis durante el proceso de producción de galleta fina así como de producto terminado.

Análisis

Las técnicas de análisis fisicoquímico y microbiológico propuestas son las siguientes:

A) Análisis Químico

1.- Índices de peróxido

Con base a la norma NMX-F-154-SCFI-2010 (2010), este método se basa en la determinación en la solución de prueba de la cantidad de peróxidos contenidos por medio de una titulación. El índice de peróxido indica los miliequivalentes de oxígeno en forma de peróxido por kilogramo de grasa o aceite. (IP)

2.- Ácidos grasos libres

Con base a la norma NMX-F-101-SCFI-2012 (2012), los ácidos grasos libres, son ácidos grasos que tienen un grupo ácido pero que no están unidos a un alcohol. Este método se basa en la titulación de los ácidos grasos libres, con un álcali.

3.- Porcentaje de Humedad (%Humedad)

Con base a la norma NMX-F-428-1982 (1982), la humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pasar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

4.- Densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen y mide el grado de compactación de un material o sustancia.

5.- Determinación de pH

Como lo establece la norma NMX-F-317-S-1978 (1978)., el método a que esta Norma se refiere se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

B) Análisis Físico

1.- Color.

De manera visual y comparativa con un Pantone®, se verifica que color obtenido después del horneado, sea el correcto, el cual debe estar en la gama de Amarillo PMS 1205 a 1215.

2.- Dimensiones.

El producto terminado debe cumplir con las especificaciones de dimensiones antes mencionadas (véase tabla 1). Para lo cual es necesario medir las dimensiones al pasar por la banda de enfriamiento, en el producto terminado, de este modo también se puede establecer el índice de relación entre calibre y diámetro. El índice de relación entre el diámetro el calibre de la galleta representa una medida de calidad, por lo tanto, se utiliza para obtener mejores galletas (Mudgil, Barak, & Khatkar, 2017).

Para que el cumplimiento de las especificaciones se lleve a cabo, es necesario revisar los insumos y materias primas para el envasado correcto, por ejemplo:

1. La bobina debe ser evaluada, midiendo su anchura, longitud y espesor.
2. La charola debe ser pesada en la balanza.

C) Análisis microbiológicos

1.- Coliformes totales en placa

Los organismos coliformes totales constituyen un grupo heterogéneo de bacterias gram negativas, en forma de bacilo, aerobias o anaerobias facultativas, no esporuladas que son capaces de fermentar la lactosa produciendo ácido y gas en un lapso de 48 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado principalmente por cuatro géneros: *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Escherichia*. El recuento de estos microorganismos es usado como indicador de las condiciones higiénicas en la

elaboración de alimentos, así como la calidad sanitaria del agua (Camacho, Giles, Ortegón, Palao, Serrano, & Velázquez, 2013). Es importante mencionar que la detección de coliformes totales no se asocia necesariamente a una contaminación fecal, ya que algunos géneros de bacterias coliformes se llegan a encontrar de forma natural en el medio ambiente y por lo tanto su presencia no siempre indica que se trate de bacterias patógenas (Barrera Escorcía, Fernández Rendón, Wong Chang, & Ramírez Romero, 2013).

El método propuesto para el recuento de estas bacterias se basa en la Norma oficial mexicana NOM-113-SSA1-1994 (1994), bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa, en el cual se determina las UFC/g usando el medio de cultivo Agar bilis y rojo violeta el cual permite evidenciar características específicas que presentan este tipo de bacterias.

2.- Coliformes fecales por técnica del NMP (*Escherichia coli*)

Los coliformes fecales forman parte del grupo de los coliformes totales, sin embargo, los coliformes fecales poseen un intervalo de temperatura de hasta 45°C, razón por la cual también son conocidos como coliformes termotolerantes. La presencia de este grupo se asocia directamente con la contaminación fecal, siendo *Escherichia coli* la más representativa de este grupo en más del 90% de los casos (Larrea Murrell, Rojas Badía, Romeu Álvarez, Rojas Hernández, & Heidrich Pérez, 2013).

Escherichia coli

E.coli es un microorganismo de la familia Enterobacteriaceae. Forma parte de la microbiota intestinal del ser humano, por lo que se excreta en heces, siendo una de las bacterias indicadoras de contaminación fecal más utilizadas (Larrea Murrell, Rojas Badía, Romeu Álvarez, Rojas Hernández, & Heidrich Pérez, 2013). La mayoría de las cepas no causan daño al ser humano, sin embargo, se han descrito cepas patógenas en base al antígeno somático y flagelar (O:H) clasificándolas en seis grupos: Enterotoxigénica (ETEC), Enterohemorrágica (EHEC), Enteroinvasiva (EIEC), Enteropatógena (EPEC), Enteroagregativa (EAEC) y Adherencia difusa (DAEC). El cuadro clínico depende de la cepa que este causando el daño, en el cual puede haber síntomas como diarrea, cólicos, diarrea con sangre, fiebre y vomito (Rodríguez Ángeles, 2002).

La técnica que se propone para la identificación de coliformes fecales es la del número más probable (NMP) basada en la Norma oficial mexicana NOM-210-SSA1-2014 (2013) , Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos, la cual consiste en realizar diluciones seriadas de una muestra inoculándolas en un caldo de cultivo. Su presencia se comprueba mediante el desarrollo bacteriano y la producción de gas a partir de la fermentación de la lactosa cuando son incubados a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ a las 24 o 48 horas. Se analizan el número de tubos positivos de cada dilución para estimar el NMP de microorganismos presentes haciendo uso de tablas estadísticas.

3.- Recuento de hongos filamentosos y levaduras

Los hongos son organismos eucariontes ampliamente distribuidos en la naturaleza. Se nutren por absorción de sustancias orgánicas y para su desarrollo necesitan carbohidratos como fuente de carbono, nitrógeno (proteínas), agua, así como iones inorgánicos, entre otros. También pueden almacenar ácidos grasos, acilgliceroles y glucógeno en vacuolas. La mayoría de los hongos crecen entre 0 y 55°C teniendo un rango ideal entre 20 y 30°C, además de ser organismos acidófilos, es decir, se desarrollan mejor en un pH de 5.6-6.8. Desde el punto de vista macroscópico y microscópico

se clasifican en dos grupos: Mohos que dan colonias filamentosas en los medios de cultivo con crecimiento a una temperatura óptima de 28°C y levaduras, las cuales forman colonias cremosas similares a las bacterianas, con temperaturas de crecimiento entre 20-48°C con un rango ideal de 30-37°C (Bonifaz, 2012). Además de las alteraciones que provoca la presencia de mohos y levaduras en los alimentos, el principal peligro radica en la producción de metabolitos secundarios (micotoxinas), las cuales son perjudiciales para el ser humano cuando este las ingiere (Peruzzo & Pioli, 2016). Las principales micotoxinas estudiadas para la inocuidad alimentaria son las aflatoxinas, las cuales son producidas por géneros de hongos como *Aspergillus*, *Penicilium* y *Fusarium*.

La técnica propuesta para el recuento de hongos filamentosos y levaduras se basa en la Norma oficial mexicana NOM-111-SSA1-1994 (1995), la cual consiste en hacer diluciones de la muestra inoculándolas en un medio específico para su desarrollo (PDA) e incubándolas a 25 ± 2°C y 35°C ± 2°C obteniendo colonias características de estos microorganismos.

4.- Investigación de *Salmonella* en 25 g

Salmonella es una bacteria gram negativa móvil con flagelos peritricos que producen abundante ácido sulfhídrico (H₂S), fermenta glucosa y manosa sin producir gas, pero no fermentan lactosa ni sacarosa, entre otras características bioquímicas. Se diferencian dos especies: *S. enterica* y *S. bongori* siendo *S. enterica* la especie más patógena por sus diversos serotipos descritos a la fecha. Esta bacteria representa uno de los patógenos transmitidos por alimentos más importantes en el mundo (Barreto, Castillo Ruiz, & Retamal, 2016). Los principales serotipos patógenos para el ser humano son: *Salmonella* Typhi, *Salmonella* Choleraesuis, *Salmonella* Paratyphi y *Salmonella* Enteritidis causando generalmente 3 cuadros clínicos: Fiebre tifoidea, Bacteriemia con infecciones focales y enterocolitis. Las manifestaciones clínicas dependen del serotipo que este causando el daño y pueden ser: cefalea, malestar general, estreñimiento, mialgia, vómito, diarrea abundante e incluso esplenomegalia y hepatomegalia (Brooks, Carroll, Butel, Morse, & Mietzner, 2011).

La técnica propuesta para el aislamiento de *Salmonella* se basa en la NOM-210-SSA1-2014 (2013), la cual, para fines del presente trabajo se divide en 3 etapas:

- Pre-enriquecimiento: Su propósito es permitir la detección de un número bajo de *Salmonella* así como facilitar una buena recuperación de la bacteria.
- Enriquecimiento en medios selectivos: En esta etapa se usan medios diseñados para promover el desarrollo de *Salmonella* inhibiendo el crecimiento de biota acompañante como gram positivos y otras bacterias sensibles mediante la adición de diversas sustancias como antibióticos o colorantes.
- Aislamiento en medios de cultivo selectivo y diferencial: El propósito de esta etapa es obtener colonias aisladas de la bacteria con características propias dependiendo del medio en que hayan sido sembradas.

5.- Recuento de *Bacillus cereus*

Bacillus cereus es una bacteria en forma de bacilo gram positiva, anaerobio facultativo y formador de esporas las cuales son resistentes a condiciones adversas como altas temperaturas, deshidratación y radiación, además de producir diversas toxinas perjudiciales para el ser humano. Esta bacteria se encuentra en el ambiente de forma habitual y según la bibliografía, los alimentos más susceptibles de ser contaminados incluyen harinas, carnes, leches, quesos, verduras, pescados, arroz y sus derivados. El principal daño que produce *B. cereus* en el hombre es una

gastroenteritis caracterizada por un cuadro emético o un cuadro diarreico, que dependiendo de la dosis se pueden presentar síntomas como náuseas, vómito, dolor abdominal, diarrea, entre otros. Se ha reportado que la dosis mínima infectiva es de 10^5 a 10^8 UFC por gramo de alimento. De manera general, el almacenamiento de los alimentos a temperaturas inferiores a 4°C , así como una cocción mayor a 100°C son medidas recomendadas para tratar de disminuir los riesgos de una posible intoxicación (Sánchez, Correa, & Castañeda Sandoval, 2016).

En los apartados 3.3.2 y 3.3.3 se especifican los análisis de materia prima y producto terminado así como los medios de cultivo necesarios para la realización de las técnicas microbiológicas propuestas.

2.3.4 Mapa general de la empresa

Se define como una aproximación que define la organización como un sistema de procesos interrelacionados (Martínez & Cegarra, 2014), este permite a la organización observar como sus actividades están relacionadas. Asimismo, debe permitir la identificación del ciclo de actividades principales que desarrolla una organización y que puedan ser identificadas como procesos (Medina, 2005). Finalmente, los procesos pueden tipificarse de la siguiente forma (Pérez, 2009):

- Procesos operativos. Combinan y transforman recursos para obtener el producto.
- Procesos de apoyo. Proveen personal y recursos físicos para el resto de los procesos.
- Procesos de gestión. Mediante el proceso administrativo aseguran el funcionamiento del resto de los procesos.
- Procesos de dirección. Son de carácter transversal a todo el resto de los procesos de la organización.

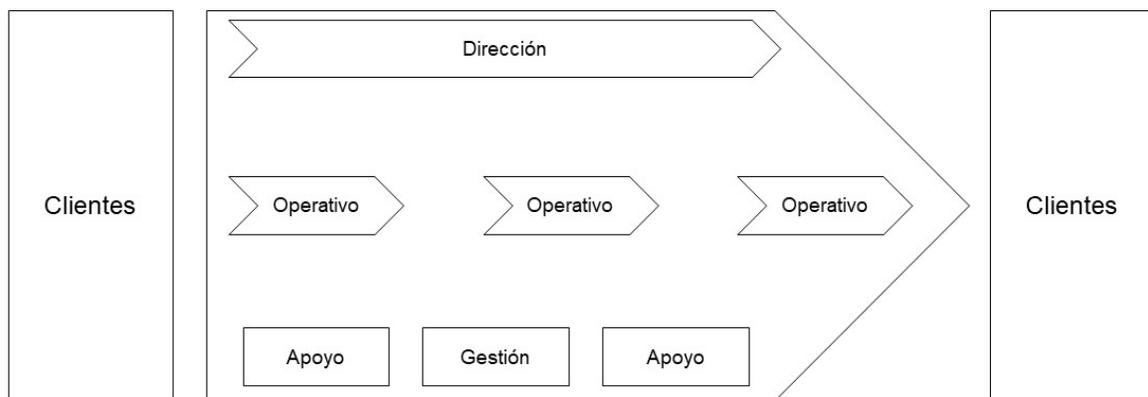


Ilustración 8. Mapa general de la empresa
Fuente: Elaboración propia

En el apartado 3.4 del proyecto se puede observar el mapa general de la empresa tipo que se dedica a la elaboración y distribución de galleta fina.

Capítulo III Evaluación técnica del proceso de elaboración y distribución de galleta fina

En esta sección se definen los criterios técnicos que permiten el adecuado funcionamiento del proceso de elaboración de galleta fina. En adición, se hace uso de técnicas de ingeniería a fin de evaluar los criterios que se han definido. En este sentido, se definen y evalúan los siguientes factores: materia prima, insumos, maquinaria, equipo, mano de obra, capacidad productiva, localización de la planta, distribución de la planta, laboratorio, así como la logística de distribución. Esta sección del documento es de vital importancia para entender los prerrequisitos y el plan HACCP propuestos en el siguiente Capítulo.

3.1 Cadena de suministro

En la ilustración 9, se puede observar el origen de las materias primas que se requieren para la producción de galleta fina, el cual debe ser rastreable para pasar, posteriormente, a manos de distribuidores quienes se encargan de la venta al consumidor final. Es relevante indicar que en este caso el cliente de la empresa encargada de fabricar galletas es un grupo empresarial poseedor de cafeterías situadas en la zona metropolitana de la Ciudad de México al que se le tiene que distribuir el producto terminado a 9 bodegas utilizando el modo de transporte terrestre.

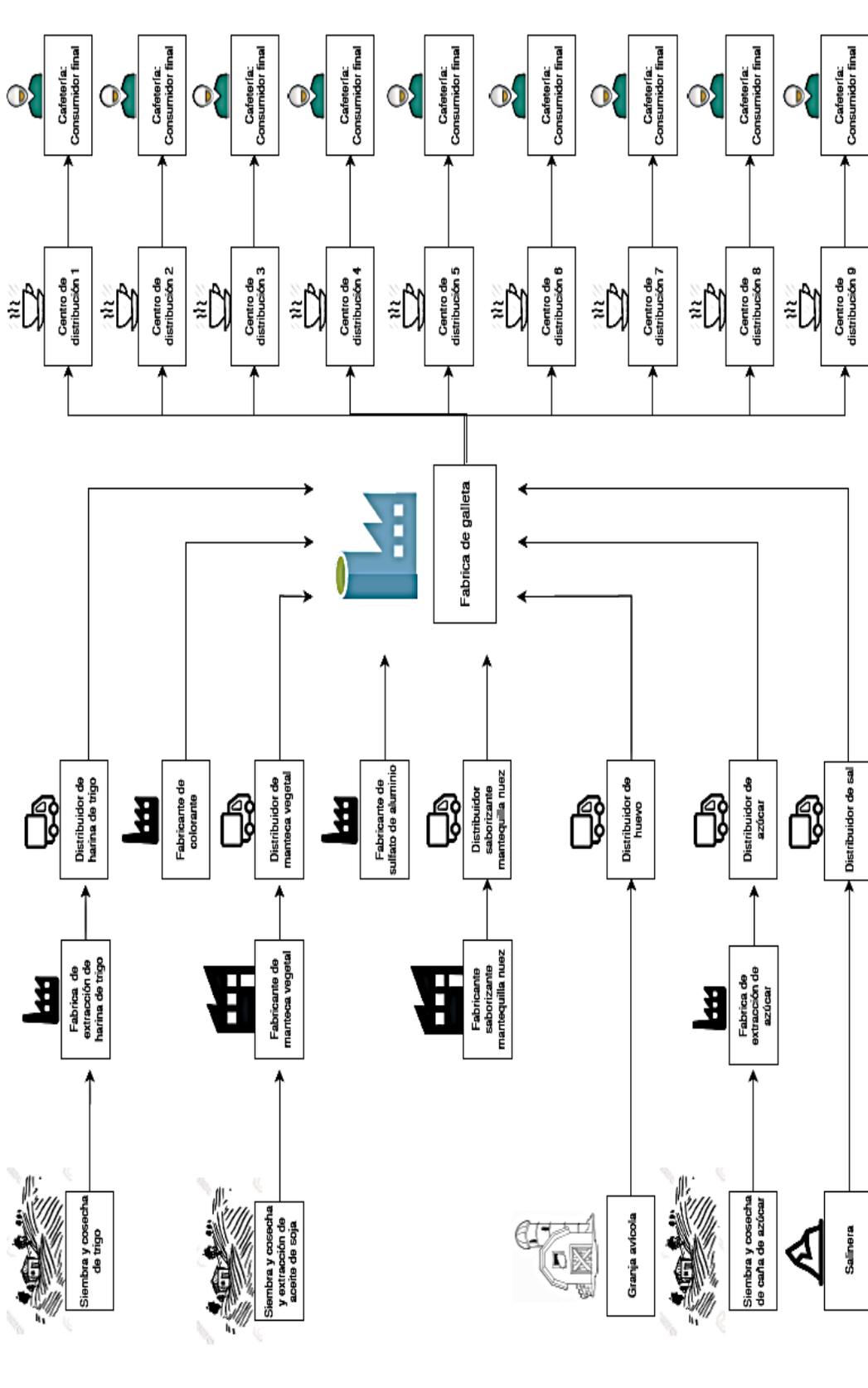


Ilustración 9. Cadena de suministro.
Fuente: Elaboración propia

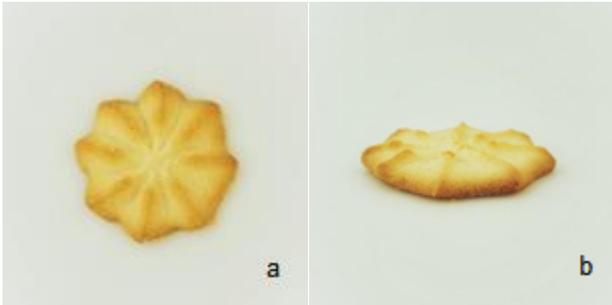
3.2 Ingeniería de procesos

En este apartado del análisis del documento se definen las especificaciones del producto a fabricar, la materia prima e insumos necesarios para su elaboración, así como el conjunto de actividades para lograrlo al igual que la maquinaria apropiada para el proceso. Adicionalmente, se establecen las necesidades respecto a la mano de obra del proceso productivo, la localización y la distribución de la empresa. Finalmente se propone la red de distribución del producto y las características del laboratorio que permitirá realizar pruebas al alimento a lo largo del proceso productivo.

Lo anterior, sin excepción, será controlado desde el punto de vista de inocuidad con el prerrequisito correspondiente (ver capítulo IV) y una etapa en específico del proceso con en plan HACCP.

3.2.1 Especificaciones de producto

Tabla 5. Especificaciones de la galleta fina

<p>Basadas en NMX-F-006-1983 Alimentos. Galletas y NOM-247-SSA1-2008 Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.</p>
<p>Descripción</p>
<p>Galleta fina elaborada con harina de trigo en forma de estrella.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ilustración 10. Galleta Fina en forma de estrella. a: Vista superior. b: Vista lateral Fuente: Elaboración propia</p>
<p>Especificaciones Físicoquímicas</p>
<p>% Humedad = 1.8 - 2 % Cenizas = 1.2 – 1.5 % Proteínas = 6 - 7 % Fibra Cruda = 0.5 - 0.9 % Lípidos = 40-45. % Carbohidratos = 45 -48. pH = 6.5 - 7</p>
<p>Especificaciones microbiológicas</p>
<p>Coliformes Totales = 15 UFC/g <i>E. coli</i> = Negativo Hongos < 10 UFC <i>Salmonella</i> spp.= Ausencia en 25g</p>
<p>Continúa</p>

Especificaciones de la galleta fina
Especificaciones físicas
Peso por pieza: 7 ± 0.5 g Diámetro: 5 ± 0.2 cm 546- Espesor: 1 ± 0.1 cm
Especificaciones organolépticas
Sabor: Nuez Olor: Nuez Color: Amarillo (pantone PMS 1205 a 1215)
Especificaciones de empaque y almacenamiento
<p>a) Empaque primario: Paquete con 10 piezas en charola de polipropileno negra cubierta con bobina de polietileno de baja densidad impresa impermeable al oxígeno. Inyectado con nitrógeno gaseoso hasta alcanzar una concentración de oxígeno de $2.5 \pm 0.5\%$.</p> <div data-bbox="443 898 1279 1203" data-label="Image"> </div> <p>Ilustración 11. Representación de un paquete de galletas con 10 piezas y sus dimensiones. Fuente: Elaboración propia.</p> <p>b) Empaque secundario: Caja de cartón con 60 paquetes cada una.</p> <div data-bbox="443 1339 1166 1612" data-label="Image"> </div> <p>Ilustración 12. A la izquierda de cartón y sus dimensiones. A la derecha, acomodo de 60 charolas en la caja de cartón.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p> <p>c) Almacenamiento: En anaques de 3.00 m x 0.40m x 2.00m, lo que permitirá tener 40 cajas por anaquel. Condiciones: En un lugar fresco y seco a no más de 30°C. Vida de anaquel 6 meses.</p>

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Etapas de proceso

Diagrama de flujo

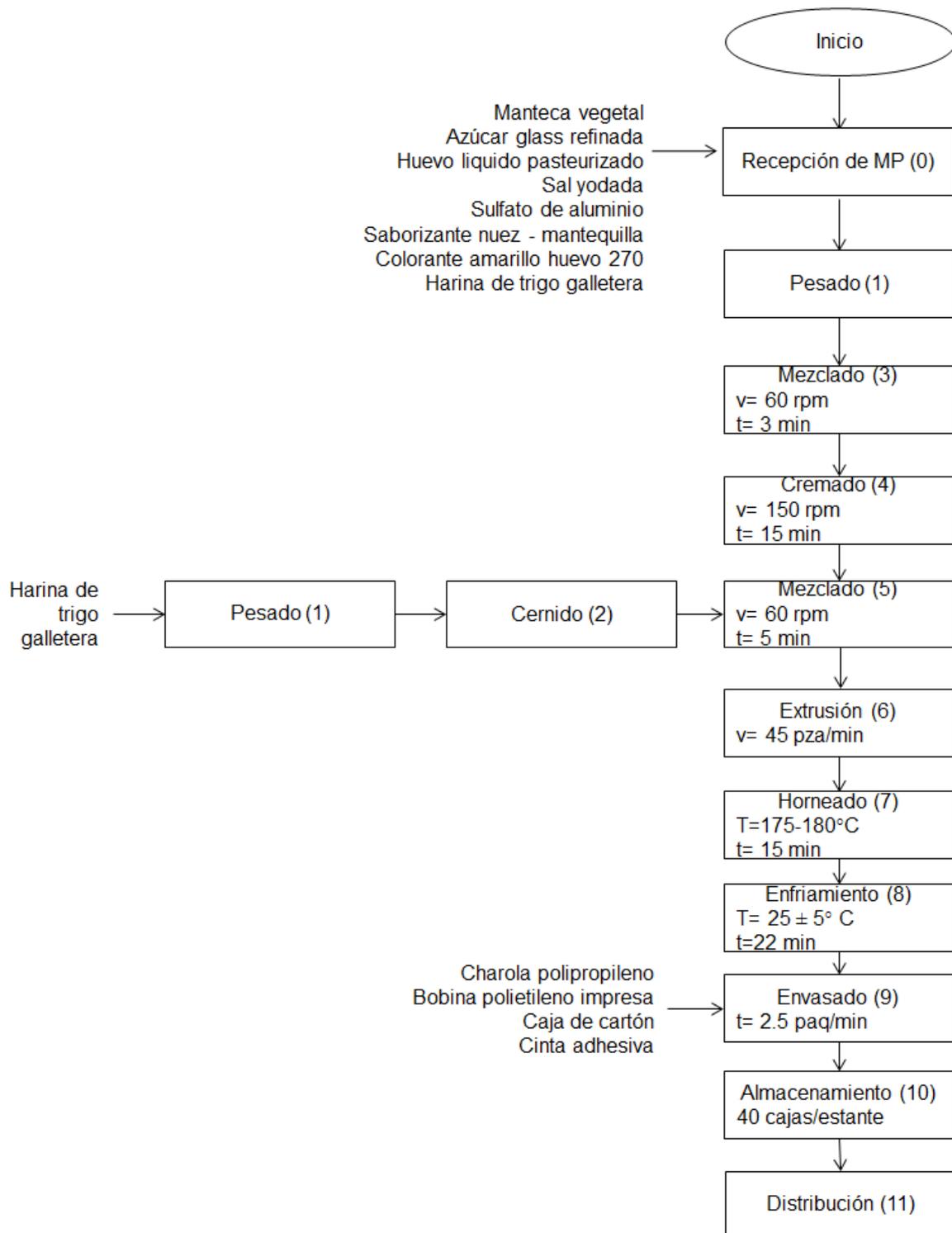


Ilustración 13. Diagrama de flujo
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de flujo de proceso

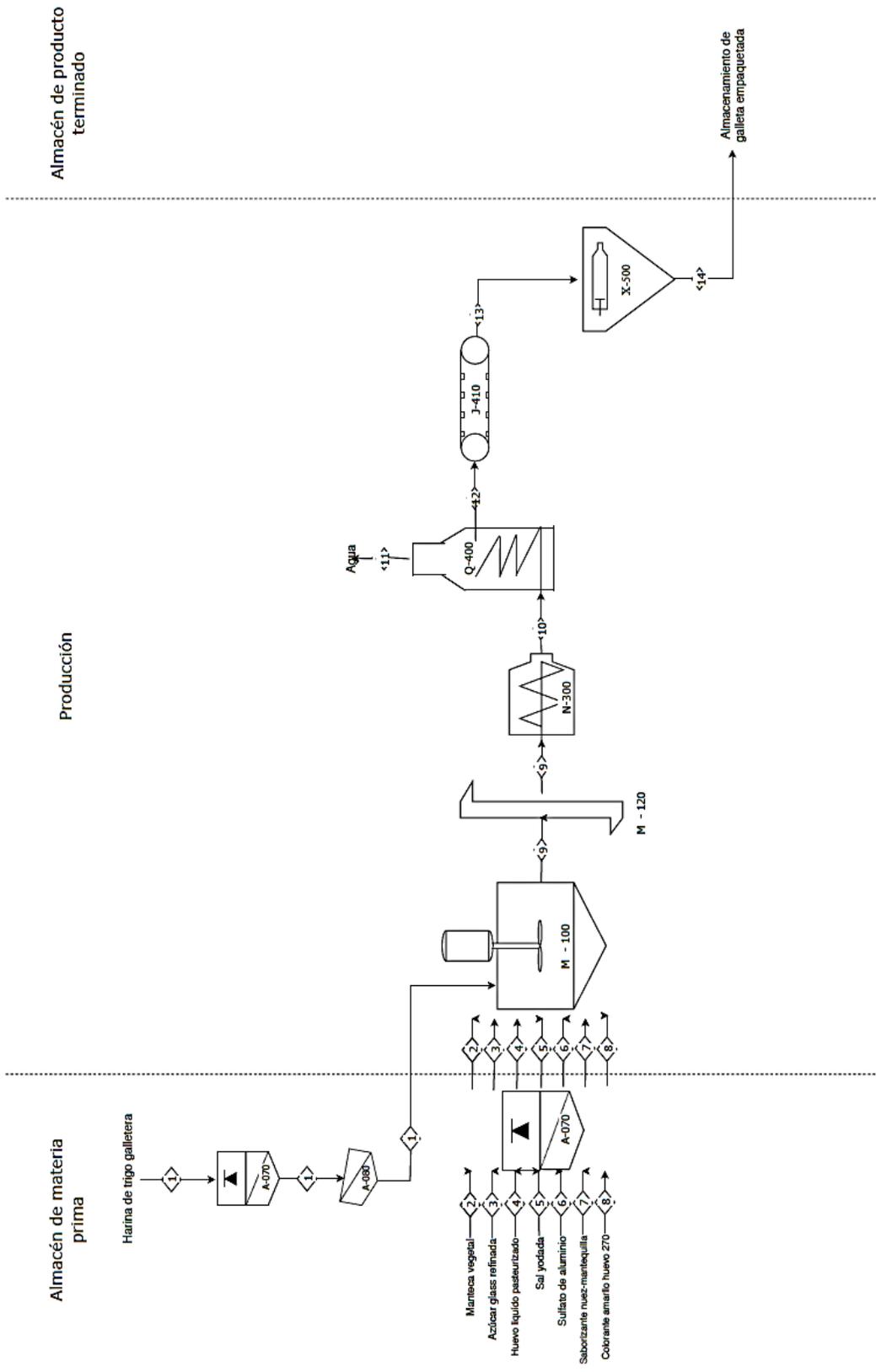


Ilustración 14. Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Claves establecidas para el equipo en el diagrama de flujo y sus especificaciones

Clave	Equipo	Características
A-070	Báscula	Capacidad: 30-600 kg Precisión: 0.05 a 0.1 Kg Voltaje 220 v
A-080	Cernidora de harina	Capacidad: 40 Kg Material: Inox 430 Dimensiones: 0.90 m x 0.70 m x 0.10 m Potencia: 0.5 HP
M-100	Mezcladora planetaria	Capacidad: 50 kg Velocidad: 100-550 rpm Potencia: 2.2 kW Voltaje: 400/50/3 v Dimensiones: 0.60 x 92 x 1.33 m
M-120	Elevador	Capacidad: 1,200 Kg Altura de descarga: 2,400-1,200 Kg Voltaje: 220-480 v Dimensiones: 3.03 x 1.85 x 1.77 m
N-300	Extrusor	Capacidad de producción: 45 pza/min Capacidad de alimentación: 50 Kg Número de extrusores: 7 Dimensiones: 1.15 x 1.38 x 1.41 m
Q-400	Horno	Número de cámaras: 4+4 Dimensión de las cámaras: 2.48 x 2.58 m Potencia: 7.8 kW
J-410	Banda transportadora	Velocidad: 0.13-53 m/min Ancho de la banda: 0.60 m Voltaje: 320 - 415 v Dimensiones: 3.02 x 0.81 x 0.16 m
X-500	Envasadora	Capacidad de empaquetado: 48 paquetes/minuto Número de envases simultáneos: 4 Voltaje: 400 v

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se muestran los flujos por lote que se representan en el diagrama de flujo de proceso como las corrientes numeradas del 1-13, de manera tal que en la corriente final se obtienen 26.383 kg de galleta horneada, equivalente a 3769 galletas por lote.

Tabla 7. Corrientes del proceso de elaboración de galleta fina.

Materia prima o producto	Número de corriente (kg/lote)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Harina de trigo galletera	12.608												
Manteca vegetal		10.716											
Azúcar glass refinada			3.152										
Huevo líquido pasteurizado				3.707									
Sal yodada					0.315								
Sulfato de aluminio						0.063							
Saborizante mantequilla-nuez							0.245						
Colorante amarillo huevo no. 5								0.005					
Masa									30.811				
Masa extruida										30.811			
Agua											4.428		
Galleta horneada												26.383	
Galleta empaquetada													26.383

Fuente: Elaboración propia

Cursograma analítico

CURSOGRAMA ANALITICO					Operario/Material/Equipo					
Diagrama		1 hoja de 1			Resumen					
Producto : Galleta fina					Actividad		Actual	Propuesto	Economía	
					Operación	○	10			
					Inspección	□	0			
					Espera	D	0			
					Transporte	⇨	4			
Actividad: Elaboración de lote de 30.81 kg de galleta fina					Almacenamiento	▽	1			
Método:		Actual/Propuesto			Distancia (metros)		12.50			
Lugar: Planta de elaboración					Tiempo (s)		15240.00			
Operario (s): Diversos (5)			Ficha no:		Costo					
Compuesto por:			Fecha:		Mano de obra					
Aprobado por:			Fecha:		Material					
					TOTAL					
#	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	⇨	▽	
1	Trasladar materia prima a mezcladora	30.81 kg	2.50	480.0				●		
2	Mezclar ingredientes 1	30.81 kg		180.0	●					
3	Creinar ingredientes	30.81 kg		900.0	●					
4	Agregar harina	30.81 kg		180.0	●					
5	Mezclar ingredientes 2	30.81 kg		300.0	●					
6	Trasladar mezcla a elevador	30.81 kg	1.50	480.0				●		
7	Verter mezcla en extrusor	30.81 kg		60.0	●					
8	Extruir galletas	30.81 kg		4680.0	●					
9	Trasladar galletas a horno en rack carro espigero	30.81 kg	3.00	300.0				●		
10	Hornear galletas	30.81 kg		900.0	●					
11	Trasladar galletas a enfriamiento en rack carro espigero	30.81 kg	3.00	900.0				●		
12	Enfriar galletas en banda transportadora	30.81 kg		1200.0	●					
13	Colocar galletas en charolas	30.81 kg		3600.0	●					
14	Envasar galletas	30.81 kg		600.0	●					
15	Trasladar galletas a almacén de producto terminado	30.81 kg	2.50	240.0				●		
16	Almacenamiento de producto terminado	30.81 kg		240.0					●	
	TOTAL		12.50	15240.0						

Ilustración 15. Cursograma analítico. Fuente: Elaboración propia

A partir de la información que se presenta en el diagrama de flujo de proceso y el cursograma analítico, se puede observar que el proceso de elaboración de galleta fina está integrado por diversas actividades. Esta información sirve como referencia para determinar las materias primas e insumos, la maquinaria y equipo, así como la mano de obra necesaria a lo largo del proceso. Además, el análisis de las etapas del proceso es relevante para la elaboración del plan HACCP pues el conocimiento del conjunto de actividades que se llevan a cabo es fundamental al momento de

analizar peligros y determinar puntos críticos de control del proceso de elaboración de galleta fina. Finalmente, el análisis de peligros y la determinación de puntos críticos de control se realizan en el Capítulo IV del presente proyecto.

3.2.3 Materias primas e insumos

Materia Prima

Tabla 8. Especificaciones de harina de trigo

Harina de trigo galletera.	
Basado en NOM-247-SSA1-2008 Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.	
Descripción del producto: Polvo de color blanco amarillento, olor y sabor característico	
Fisicoquímicas	
%Proteínas	8.5-9.5
%Lípidos	1.5-1.7
%Carbohidratos	72-75
%Fibra Dietética	1.4-1.6
%Humedad	13.5-14.5
%Cenizas	0.18-0.2
Microbiológicas	
Hongos	300 UFC/g máx
Mesofílicos aerobios	25,000 UFC/g máx
Coliformes Totales	100 UFC/g máx
Físicas	
Materia extraña	Ausente

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Especificaciones de Manteca Vegetal

Manteca Vegetal	
Basada en NMX-F-373-SCFI-2011 ALIMENTOS. MANTECA VEGETAL. FOODS. VEGETABLE GREASE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.	
Descripción del producto: Producto semisólido de aspecto grasoso, de color blanco, exento de olores extraños, sabor característico.	
Fisicoquímicas	
%Lípidos	99.8-99.99
%Humedad	0.01-0.02
Contaminante Químico	Libre de cualquier contaminante químico
Ácidos Grasos Libres	0.05 máx
Valor de peróxido	1.7-2 meq/Kg
Físicas	
Materia extraña	Ausente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Especificación del azúcar glass refinada

Azúcar Glass Refinada Basado en NMX-F-003-SCFI-2003 Industria azucarera especificaciones azúcar (sacarosa) calidad refinada. Normas mexicanas. Dirección General de normas.	
Descripción del producto: Polvo blanco cristalino, muy soluble en agua y de aroma dulce.	
Fisicoquímicas	
%Carbohidratos	99.95-99.98
%Humedad	0.02-0.05
Microbiológicas	
Hongos	< 10 UFC/g máx
Mesofílicos aerobios	20 UFC/g máx
Levaduras	< 10 UFC/g máx
<i>E. coli</i>	<3 NMP/g
Físicas	Materia extraña: Ausente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Especificaciones de huevo líquido pasteurizado

Huevo Líquido Pasteurizado Basada en NOM-159-SSA1-2016 Productos y servicios. Huevo y sus productos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Método de prueba.	
Descripción del producto: Huevo fresco de gallina sin cascarón sometido a un proceso de pasteurización	
Fisicoquímicas	
%Proteínas	12.3-12.5
%Lípidos	8.2-8.5
%Carbohidratos	0.7-0.9
%Fibra Dietética	0.5-0.9
%Humedad	77.3-77.5
%Cenizas	0.02-0.04
Microbiológicas	
Mesofílicos aerobios	50,000 UFC/g máx
Salmonella spp	Ausente en 25g
Coliformes Totales	< 3 NMP/mL
Físicas	Materia extraña: Ausente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Especificaciones de Sal Yodada

Sal Yodada	
Basada en NOM-040-SSA1-1993 Productos y servicios. Sal yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias.	
Descripción del producto: Cloruro de sodio en cristales incoloros, solubles en agua y de sabor salado franco adicionado de 30 ± 10 mg/kg de ion yodo.	
Fisicoquímicas	
%Humedad	0.02-0.03 máx
%Cenizas	99.97-99.98
Materia extraña	Exento de materia extraña
Yoduro de Sodio	24-35 mg/Kg
Yoduro de Potasio	24-35 mg/Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Especificaciones de Sulfato de Aluminio

Sulfato de Aluminio	
Descripción del producto: polvo color blanco a crema, sin olor, 50% soluble en agua	
Fisicoquímicas	
%Humedad	0.02-0.03 máx
%Cenizas	99.97-99.98
Materia extraña	Exento de materia extraña
pH	3-4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Especificaciones del saborizante

Saborizante	
Descripción del producto: Sustancia líquida incolora con sabor a mantequilla y nuez.	
Fisicoquímicas	
%Humedad	99.5-99.9
%Cenizas	0.16
Materia Extraña	Ausente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Especificaciones del colorante

Colorante	
Descripción del producto: Sustancia en polvo de color amarillo huevo 270.	
Fisicoquímicas	
%Humedad	65-69
%Cenizas	31-35
Materia Extraña	Ausente

Fuente: Elaboración propia

Insumos

Tabla 16. Especificaciones de charola

Envase primario: Charola	
Descripción del producto: Charola termoformada de color negro que contendrá 10 galletas	
Material: Polipropileno	
Dimensiones: 14 x 6.6 x 6 cm	
Espesor: 0.15mm	
Peso: 10 g	

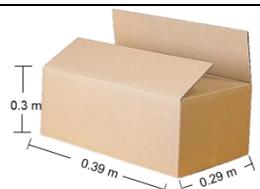
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Especificaciones de la bobina plástica impresa

Envase primario: Bobina impresa	
Descripción del producto: Bobina de polietileno impresa para sellar las charolas. De color negro y resistencia a las condiciones de envasado al vacío.	
Material: Polietileno	
Ancho: 6.8 cm	
Espesor: 0.0006m	
Peso: 60Kg	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Especificaciones de caja de cartón

Envase secundario: cajas de cartón	
Descripción del producto: caja de cartón café de doble kraft	
Resistencia: 11Kg/cm ²	
Ancho: 29.5 cm	
Alto: 30 cm	
Largo: 39.5cm	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Especificaciones de la cinta adhesiva

Descripción del producto: Cinta adhesiva de alta resistencia	
Material: Polipropileno	
Adhesivo: Caucho sintético	
Dimensiones: 5.0 cm x 66 m	
Transparente	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Especificaciones del nitrógeno gaseoso.

Descripción del producto: Nitrógeno líquido grado alimenticio	
Pureza: 99%	
Volumen: 148 L	
Dimensiones del tanque: 1.52 x 0.51 m	
Flujo: 9 m ³ /h	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Especificaciones de rollo de película estirable

Descripción del producto: Rollo de película estirable (stretch o playo) manual	
Dimensiones: 0.45 x 20.32 m	
Calibre 50	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4 Maquinaria, equipo, utensilios y vehículos

En esta sección se establece la maquinaria, equipo y vehículos que se emplearán en el proceso de elaboración y distribución de galleta fina. El contenido se puede observar en las tablas 22, 23, 24, 25 y 26 que encuentran a continuación.

Tabla 22. Maquinaria, equipo y vehículos del almacén de materia prima

Área: Almacén de materia prima.	
Equipo	Características
 <p>Báscula industrial Marca: Antonio Arisó</p>	<p>Capacidad: 30-600 kg Precisión: 5-100 g Voltaje: 220 v</p>
 <p>Cernidora de harina Marca: Verduzco</p>	<p>Capacidad: 40 Kg Material: Inox 430 Dimensiones: 0.90 x 0.70 x 1.0 m Potencia: 0.5 HP</p>
 <p>Contenedor plástico grado alimenticio S-19502 Marca: Uline</p>	<p>Capacidad: 45 kg Dimensiones exteriores: 0.45 x 0.28 x 0.20 m Material: Polipropileno. Embone o estibe.</p>

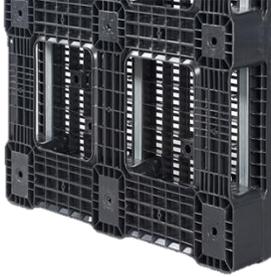
Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Almacén de materia prima.	
Equipo	Características
 <p>Carro transportador H-7425 Marca: Uonline</p>	<p>Capacidad: 270 kg (6 contenedores de 45 kg) Dimensiones exteriores: 0.068 x 0.50 x 1.78 m Material: aluminio Peso: 9.97 kg Ruedas giratorias de poliuretano de 0.127 m</p>
 <p>Contenedor plástico grado alimenticio Marca: Amprofrasca</p>	<p>Capacidad: 240 mL Dimensiones: 0.088 x 0.040 m Material: Polipropileno</p>
 <p>Mesa de trabajo Marca: San-Son</p>	<p>Dimensiones 0.70 x 2.9 x 0.90 m Material: Acero inoxidable</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Almacén de materia prima.	
Equipo	Características
 <p>Tarima de Plástico Marca: Alma de Acero</p>	<p>Carga dinámica: 1,700 Kg Carga estática: 15,000 kg Dimensiones: 1.01 m x 1.21 m x 0.15 m Material: Polietileno de Alta densidad</p>
 <p>Refrigerador ARR-23-PE Marca: ASBER</p>	<p>Capacidad: 621 L Dimensiones: 0.69 x 0.82 m x 1.99 m Material: Acero inoxidable Temperatura de trabajo: 0 a 8 °C Voltaje: 115 v Potencia: ¼ HO Sello de puerta magnético Control electrónico de temperatura con visor digital</p>
 <p>Escoba 3104 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 23.5 x 3.4 x 17.9 cm Longitud del filamento: 7.5 cm Temperatura de trabajo: hasta 121 °C Material: teleftalato de butileno y polipropileno Color: violeta Escoba estrecha de cerdas suaves eficaz para el barrido de partículas finas o ligeras en zonas secas</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Almacén de materia prima.	
Equipo	Características
 <p>Recogedor 989855</p>	<p>Dimensiones: 30.0 x 41.0 cm x 62.0 cm</p> <p>Altura del mango: 125.0 cm</p> <p>Material: Polipropileno</p> <p>Color: violeta</p>
 <p>Bote de basura KA120</p> <p>Marca: Vikan</p>	<p>Capacidad: 120 L</p> <p>Dimensiones: 54.5 x 74.5 x 92.0 cm</p> <p>Material: Polietileno de alta densidad</p> <p>Color: violeta</p>
 <p>Cubeta 5680</p> <p>Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 3.30 cm x 32.5 x 34.0 cm</p> <p>Capacidad: 12 L</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y acero inoxidable</p> <p>Color: amarillo</p> <p>Resistente a soluciones químicas de limpieza</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Almacén de materia prima.	
Equipo	Características
 <p>Jalador 7755 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 70.0 x 11.0 x 3.7 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y goma.</p> <p>Color: violeta</p> <p>Es excelente para todo tipo de suelos.</p>
 <p>Rack Picking Marca: Mecalux</p>	<p>Dimensiones: 1.50 m x 0.40 m x 1.80 m</p> <p>Alto de piso: 0.5 m (3 pisos)</p> <p>Material: Acero inoxidable</p> <p>Uso: Anaquel de insumos</p>
 <p>Rack Picking Marca: Mecalux</p>	<p>Dimensiones: 1.50 m x 0.40 m x 2.30 m</p> <p>Alto de piso: 0.50 m (4 pisos)</p> <p>Material :Acero inoxidable</p> <p>Uso: Anaquel de materia prima</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Maquinaria, equipo y utensilios del área de producción

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Mezcladora K40 Marca: RAM</p>	<p>Capacidad: 50 kg Dimensiones: 0.60 x 0.92 x 1.33 m Potencia: 2.2 kW Velocidad: 100-550 rpm Voltaje: 400/50/3 v</p>
 <p>Sistema de levantamiento BLT 240 F automático Marca: Mixer</p>	<p>Altura de descarga: 2.40-3.50 m Capacidad de carga: 1200 kg Dimensiones: 3.03 x 1.85 x 1.77 m Voltaje: 220-480 v</p>
 <p>Extrusora CLASSIC 66 Marca: Polin</p>	<p>Capacidad de alimentación: 50 kg Capacidad de producción: 45 pzas/min Dimensiones: 1.15 x 1.38 x 1.41 m Número de extrusores: 7</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Charola para galletas Marca: Eurobakery</p>	<p>Charola 0.4 x 0.4 m</p> <p>Acero inoxidable Color Acero</p> <p>Con bordes que evitan el goteo</p>
 <p>Rack carro espigero de 36 charolas</p> <p>Marca BAZAC</p>	<p>Cantidad de niveles: 36</p> <p>Dimensión de charola: 0.040 x 0.080 m</p> <p>Dimensiones: 1.8 x 1.02 x 0.65 m</p> <p>Material: Acero inoxidable</p>
 <p>Horno ELETTRDRAGO AVANT marca Polin</p>	<p>Número de cámaras: 4</p> <p>Dimensión de cámaras: 1.24 x 2.58 m</p> <p>Potencia 28 kW</p> <p>Dimensiones: 1.87 x 3.22 x 2.20 m</p> <p>Capacidad para 18 charolas de 0.40 x 0.40 m c/u por cámara. (72 charolas por las 4 cámaras que es igual a 3,528 galletas)</p> <p>Alarma audiovisual para anunciar cuando la temperatura de horneado sale del rango establecido</p>
 <p>Banda transportadora M1950-CD</p> <p>Marca: Monk</p>	<p>Ancho de banda: 600 mm</p> <p>Dimensiones: 3.02 x 0.81 x 0.16 m</p> <p>Longitud de banda 3.00 m</p> <p>Motor: 320 V o 415 v</p> <p>Velocidad: 0.13 a 53 m/min</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Envasadora TS500 Marca VC999</p>	<p>Capacidad de empaquetado: 48 paquetes por minuto Dimensiones: 1.66 x 1.22 x 0.849 m Número de envases simultáneos: 4 Voltaje: 400 v</p>
 <p>Mesa de trabajo Marca: San-Son</p>	<p>Dimensiones 0.70 x 2.9 x 0.90 m Material: Acero inoxidable</p>
 <p>Carro contenedor frente abierto Marca: CARTCO</p>	<p>Agarradera de tubo de 1" Capacidad de carga de 453 kg Dimensiones: 1.52 m x 0.91 m x 1.2.2 m Paredes de lámina de acero calibre-14</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Rasqueta 4061 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 10.2 x 15.0 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: polipropileno</p> <p>Color: azul</p>
 <p>Fibra 5524 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 25.0 x 12.5 x 2.6 cm</p> <p>Temperatura de trabajo -20 a 100°C</p> <p>Material: Poliéster</p> <p>Color: azul</p>
 <p>Cepillo de mano 3087 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 26.5 x 5.0 x 9.5 cm</p> <p>Longitud del filamento: 2.3 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno, poliester</p> <p>Color: azul</p> <p>Este pequeño y ligero cepillo incorpora un cabezal ancho y un mango angular ergonómico. Su diseño permite elevar la mano del usuario de la superficie de limpieza, reduciendo así el riesgo de lesiones. Adecuado para la limpieza de superficies.</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Escoba 3104 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 23.5 x 3.4 x 17.9 cm</p> <p>Longitud del filamento: 7.5 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: hasta 121 °C</p> <p>Material: Teleftalato de butileno y polipropileno</p> <p>Color: azul</p> <p>Escoba estrecha de cerdas suaves eficaz para el barrido de partículas finas o ligeras en zonas secas.</p>
 <p>Recogedor 80201 Marca: FBK</p>	<p>Dimensiones: 29.5 x 42.0 cm x 55.0 cm</p> <p>Altura del mango: 112.0 cm</p> <p>Material: Polipropileno y aluminio</p> <p>Fácil de limpiar, sin esquinas.</p> <p>Color: Azul</p> <p>Con un borde afilado para facilitar la recogida eficaz de partículas.</p>
 <p>Jalador 7755 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 70.0 x 11.0 x 3.7 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y goma.</p> <p>Color: azul</p> <p>Es excelente para todo tipo de suelos.</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Producción	
Equipo	Características
 <p>Cubeta 5680 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 3.30 cm x 32.5 x 34.0 cm</p> <p>Capacidad: 12 L</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y acero inoxidable</p> <p>Color: azul</p> <p>Resistente a soluciones químicas de limpieza</p>
 <p>Bote de basura KA120 Marca: Vikan</p>	<p>Capacidad: 120 L</p> <p>Dimensiones: 54.5 x 74.5 x 92.0 cm</p> <p>Material: Polietileno de alta densidad</p> <p>Color: azul</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Equipo y utensilios del almacén de producto terminado

Área: Almacén de producto terminado	
Equipo	Características
 <p>Rack Picking Marca: Mecalux</p>	<p>Capacidad: 8 cajas por piso, 40 cajas por anaquel</p> <p>Dimensiones: 3.00 m x 0.40m x 2.00m</p> <p>Alto de piso: 0.35 m (5 pisos)</p> <p>Material :Acero inoxidable</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Área: Almacén de producto terminado	
Equipo	Características
 <p>Escoba 3104 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 23.5 x 3.4 x 17.9 cm</p> <p>Longitud del filamento: 7.5 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: hasta 121 °C</p> <p>Material: Teleftalato de butileno y polipropileno</p> <p>Color: amarillo</p> <p>Escoba estrecha de cerdas suaves eficaz para el barrido de partículas finas o ligeras en zonas secas</p>
 <p>Recogedor 989855</p>	<p>Dimensiones: 30.0 x 41.0 cm x 62.0 cm</p> <p>Altura del mango: 125.0 cm</p> <p>Material: Polipropileno</p> <p>Color: amarillo</p>
 <p>Bote de basura KA120 Marca: Vikan</p>	<p>Capacidad: 120 L</p> <p>Dimensiones: 54.5 x 74.5 x 92.0 cm</p> <p>Material: Polietileno de alta densidad</p> <p>Color: amarillo</p>
 <p>Cubeta 5680 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 3.30 cm x 32.5 x 34.0 cm</p> <p>Capacidad: 12 L</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y acero inoxidable</p> <p>Color: amarillo</p> <p>Resistente a soluciones químicas de limpieza</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Área: Almacén de producto terminado	
Equipo	Características
 <p>Jalador 7755 Marca: Vikan</p>	<p>Dimensiones: 70.0 x 11.0 x 3.7 cm</p> <p>Temperatura de trabajo: -20 a 80°C</p> <p>Material: Polipropileno y goma.</p> <p>Color: amarillo</p> <p>Es excelente para todo tipo de suelos.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Equipo del área de logística
Área: Logística

Área: Logística	
Equipo	Características
 <p>Vehiculo</p>	<p>Zona de carga: 1.94 m3</p> <p>Autonomía: 145 km</p> <p>Tipo de motor: Eléctrico</p> <p>Velocidad máxima: 50 km/h</p> <p>Carga máxima: 610 kg</p>
 <p>Barra estabilizadora de carga CB1085 Marca: Kinedyne</p>	<p>Material: Acero galvanizado</p> <p>Peso: 5.2 kg</p> <p>Longitud: ajustable hasta 2.66 m</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Equipo de protección

Equipo	Características
 <p>Cofia Blanca plisada Marca: MC disponibles</p>	<p>Material: Polipropileno, no tejida. Longitud de cofia extendida: 5.3 cm. Color: Blanco. Doble liga elástica de ajuste. Paquete con 100 piezas.</p>
 <p>Bota de seguridad blanca Marca: V-PRO</p>	<p>Material: Microfibra y suela de poliuretano. Evita la penetración y absorción de agua, con puntera de acero comfortable, flexible y ergonómico. Propiedades antideslizantes, antiestáticas, y de resistencia a la abrasión.</p>
 <p>Uniforme de dos piezas Marca: Velilla</p>	<p>Material: 65% poliéster, 35% algodón. Prendas sin botones Camisola sanitaria disponible con cuello de pico, manga larga, tres bolsillos interiores. Pantalón con goma elástica en el interior de la cinturilla y un bolsillo interior en la parte delantera derecha</p>
 <p>Cubre bocas Marca: Protec</p>	<p>Material: Polipropileno, dos capas. Dimensiones: 16.5 x 12.5 cm Piezas por paquete: 150. Con ajuste elástico a la cabeza Antiestático No estéril</p>
 <p>Casco de seguridad Marca: 3M™</p>	<p>Material: Polietileno de alta densidad Cumple con la Norma Nacional Americana para la protección industrial de la cabeza ANSI/ISEA Z89.1-2009 como casco Tipo I (Reduce la fuerza de impacto de golpe encima de la cabeza), clase C (No brinda protección contra contactos de riesgos eléctricos) Con suspensión tipo matraca de cuatro puntos. Color blanco. Confort optimizado con tres niveles de ajuste. Diseño compacto y liviano, sin ventilación Almohadilla de confort para la frente</p>

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Mano de obra

La siguiente tabla se construye con base en el cursograma analítico y las máquinas seleccionadas para la elaboración de galleta fina, y a partir de ella se calculan las necesidades de mano de obra.

Tabla 27. Actividades necesarias para la elaboración de galleta fina

Actividad	Descripción	Equipo utilizado	Capacidad del equipo	Tiempo ciclo x lote (s)	Frecuencia por turno	Tiempo ciclo x 3 lotes (s)
1	Traslado de materia prima a mezcladora	Carro contenedor	454 kg	480	3	1440
2	Mezclado de ingredientes 1	Mezcladora	50 kg 100-550 rpm	180	3	540
3	Cremado de ingredientes	Mezcladora	50 kg 100-550 rpm	900	3	2700
4	Vaciado de harina	Manual	-	180	3	540
5	Mezclado de ingredientes 2	Mezcladora	50 kg 100-550 rpm	300	3	900
6	Traslado de mezcla a elevador	Carro mezcladora	1200 kg	480	3	1440
7	Vertido de mezcla en extrusor	Sistema de levantamiento	1200 kg Altura de descarga 2400-3500 mm	60	3	180
8	Extrusión de galletas	Extrusora	7 extrusores 45 pzas/min	4680	3	14040
9	Traslado de galletas a horno en rack carro espigero	Rack carro espigero	36 niveles 72 charolas de 40x40 cm	300	3	900
10	Horneado de galletas	Horno	8 cámaras (4+4) Dimensión de cámaras 1240x1290 mm 9 charolas de 40x40 cm en una cámara	900	3	2700
11	Traslado de galletas a enfriamiento en rack carro espigero	Rack carro espigero	36 niveles 72 charolas de 40x40 cm	900	3	2700
12	Enfriado de galletas en banda transportadora	Banda transportadora	Longitud 3000 mm Velocidad 0.13 a 53 m/min	1200	3	3600
13	Acomodo de galletas en charolas	Manual	-	3600	3	10800
14	Envasado de galletas	Envasadora	48 paquetes por minutos 4 envases simultáneos	600	3	1800
15	Traslado de galletas a almacén de producto terminado	Carro contenedor	454 kg	240	3	720
16	Almacenamiento de producto terminado	Manual	-	240	3	720
TOTAL				15240		45720

Fuente. Elaboración propia

Para determinar el número de trabajadores se emplea ecuación 1. El tiempo ciclo corresponde al tiempo necesario para fabricar 3 lotes de 26.383 kg con base en la velocidad de operación de las máquinas y equipos.

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo ciclo}}{\text{Tiempo takt}} \dots 1$$

Para calcular el tiempo takt para lograr la producción diaria de 79.149 kg se divide el tiempo disponible por día entre el número de piezas a fabricar, tal como se muestra en la ecuación 2.

$$\text{Tiempo takt} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{No. piezas a fabricar}} \dots 2$$

El tiempo disponible por día se puede mostrar en la tabla 21.

Tabla 28. Tiempo disponible por día

Concepto	Valor
Jornada laboral	480 minutos (8 horas)
Tiempo de comida y descanso	30 minutos
Tiempo de limpieza de máquinas	30 minutos
Tiempo disponible por día	420 minutos

Fuente: elaboración propia

En segundos el tiempo disponible por día corresponde a:

$$420 \text{ minutos} \left(\frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minutos}} \right) = 25200 \text{ segundos}$$

Sustituyendo en la ecuación 2, se tiene que el tiempo takt es:

$$\text{Tiempo takt} = \frac{25200 \text{ s}}{3 \text{ lotes}} = 8400 \frac{\text{s}}{\text{lote}}$$

A continuación, se muestra el cálculo del número de trabajadores realizando la sustitución en la ecuación 1.

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo ciclo}}{\text{Tiempo takt}} = \frac{45720 \text{ s}}{8400 \text{ s/lote}} = 5.44 \text{ trabajadores}$$

Por lo tanto, se requieren 6 trabajadores para producir diariamente los 3 lotes de 26.383 kg cada uno. Es decir, 79.149 kilogramos de galleta.

Balanceo de línea de producción

En la operación que consta de 16 actividades se quieren asignar a 5 estaciones de trabajo en las que estarán distribuidos los operarios (Tabla 29). Las actividades no pueden variar de acuerdo con el proceso. Por lo tanto, a cada estación de trabajo deberá de asignarse, aproximadamente, el siguiente tiempo de operación:

$$\frac{15240 \text{ segundos}}{5 \text{ estaciones}} = 3048 \text{ segundos/estación}$$

Tabla 29. Balanceo de línea de producción

Estación	Elementos	Descripción	Tiempo elemental x lote (segundos)	Tiempo acumulado x estación
1	1	Traslado de materia prima a mezcladora	480	480
	2	Mezclado de ingredientes 1	180	660
	3	Cremado de ingredientes	900	1560
	4	Vaciado de harina	180	1740
	5	Mezclado de ingredientes 2	300	2040
	6	Traslado de mezcla a elevador	480	2520
	7	Vertido de mezcla en extrusor	60	2580
2	8	Extrusión de galletas	4680	4680
3	9	Traslado de galletas a horno en rack carro espiguero	300	300
	10	Horneado de galletas	900	1200
	11	Traslado de galletas a enfriamiento en rack carro espiguero	900	2100
	12	Enfriado de galletas en banda transportadora	1200	3300
4	13	Acomodo de galletas en charolas	3600	3600
5	14	Envasado de galletas	600	600
	15	Traslado de galletas a almacén de producto terminado	240	840
	16	Almacenamiento de producto terminado	240	1080
		Total	15240	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los trabajadores estarán asignados en la línea de producción como se puede mostrar en la tabla 30.

Tabla 30. Número de operadores en la línea de producción

Estación	Área	Número de operadores
1	Traslado de materia prima y mezclado	1
2	Extrusión	1
3	Horneado y enfriamiento	1
4	Acomodo de galletas en charolas	2
5	Envasado y traslado a almacén de producto terminado	1
	Total	6

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Capacidad instalada

Balance de Materia

Se muestra en la tabla 31 la composición química de la materia prima utilizada para elaborar la galleta, así como la formulación para 30.81kg de masa considerada en la elaboración de 1 lote, con tales datos se obtendrá la composición de la masa antes de entrar a la etapa de horneado.

Tabla 31. Composición química de la materia prima

Materia Prima	%Proteínas	%Lípidos	%Carbohidratos	%Fibra Dietética	%Humedad	%Cenizas
Harina de trigo galletera	9.00	1.60	73.32	1.50	14.38	0.20
Manteca vegetal	0.00	99.98	0.00	0.00	0.02	0.00
Azúcar glass refinada	0.00	0.00	99.98	0.00	0.02	0.00
Huevo	12.37	8.42	0.89	0.87	77.40	0.05
Sal yodada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	99.98
Sulfato de aluminio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	99.98
Saborizante mantequilla-nuez	0.00	0.00	0.00	0.00	99.84	0.16
Amarillo huevo 270	0.00	0.00	0.00	0.00	68.94	31.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Formulación para un lote de galletas.

Materia Prima	Cantidad Total(kg)
Harina de trigo galletera	12.608
Manteca vegetal	10.716
Azúcar glass refinada	3.152
Huevo	3.707
Sal yodada	0.315
Sulfato de aluminio	0.063
Saborizante mantequilla-nuez	0.245
Amarillo huevo 270	0.005
Total en kg	30.811

Fuente: Elaboración Propia

De manera que para saber la cantidad de proteína total en la harina:

$$12.608 \text{ kg harina} \left(\frac{9 \text{ kg proteína}}{100 \text{ kg harina}} \right) = 1.13 \text{ kg proteína}$$

$$3.707 \text{ kg huevo} \left(\frac{12.37 \text{ kg proteína}}{100 \text{ kg harina}} \right) = 0.458 \text{ kg proteína}$$

$$\text{Proteína total en la masa} = 1.13 \text{ kg} + 0.458 \text{ kg} = 1.593 \text{ kg}$$

Se realiza la misma operación para cada componente para saber la composición final de la masa antes del horneado (Tabla 33).

Tabla 33. Composición química de la masa antes de entrar al horneado

Componente	Total kg	Fración Kg componente/kg masa
Proteínas	1.593	0.052
Lípidos	11.228	0.364
Carbohidratos	12.428	0.403
Fibra Dietética	0.221	0.007
Humedad	4.933	0.160
Cenizas	0.407	0.013
Total	30.811	1.000

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, se realiza el balance de materia para la pérdida de agua en la etapa de horneado, el diagrama general de balance se muestra en la ilustración 16.

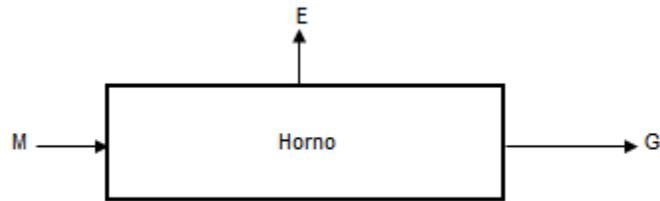


Ilustración 16 Diagrama de Balance
Fuente: Elaboración propia

Dónde:

M= masa sin hornear

E= Agua que se evapora

G=Masa horneada (galleta).

Con la nomenclatura anterior, se muestra a continuación la ecuación general de balance.

$$M = E + G \dots 1$$

De la ecuación 1, se conoce M = 30.811 kg, se desea determinar E y G.

El balance para el componente agua está determinado por:

$$Mh_m = Eh_e + Gh_g \dots 2$$

Dónde:

$$h_m [=] \text{fracción masa de agua en la entrada del horno} = 0.160 \text{ kg } \frac{\text{agua}}{\text{kg masa}}$$

$$h_e [=] \text{fracción masa de agua en la evaporación} = 1 \text{ kg } \frac{\text{agua}}{\text{agua}}$$

$$h_g [=] \text{fracción masa de agua en la galleta horneada} = 0.019 \text{ kg } \frac{\text{agua}}{\text{kg masa}}$$

Despejando "E" de ecuación 2:

$$E = \frac{Mh_m - Gh_g}{h_e} \dots \dots \dots Ec. 3$$

Sustituyendo $h_e = 1 \frac{kg \text{ agua}}{kg \text{ agua}}$ y despejando G de la ecuación 1 ($G = M - E$)

$$E = \frac{Mh_m - (M - E)h_g}{h_e}$$

$$E = \frac{Mh_m - Mh_g + Eh_g}{h_e}$$

$$E = \frac{M(h_m - h_g) + Eh_g}{h_e}$$

$$E = \frac{M(h_m - h_g)}{h_e} + \frac{Eh_g}{h_e}$$

$$E - \frac{Eh_g}{h_e} = \frac{M(h_m - h_g)}{h_e}$$

$$E(1 - \frac{h_g}{h_e}) = \frac{M(h_m - h_g)}{h_e}$$

$$E = \frac{M(h_m - h_g)}{1 - h_g}$$

$$E = \frac{(30.811 \text{ kg masa})(0.160 \text{ kg} \frac{\text{agua}}{\text{kg masa}} - 0.019 \text{ kg} \frac{\text{agua}}{\text{kg masa}})}{1 - 0.019 \text{ kg} \frac{\text{agua}}{\text{kg masa}}} = 4.428 \text{ kg agua}$$

Sustituyendo los datos conocidos obtenemos los kg de agua que se pierden durante el horneado:
E= 4.428 kg de agua.

Obteniendo G:

$$G = M - E = 30.811 \text{ kg masa} - 4.428 \text{ kg agua} = 26.383 \text{ kg de galletas}$$

De acuerdo con la especificación, cada galleta pesa 7.0 g, por lo que con esta formulación se producen un total de 3769 galletas por lote.

Derivado del balance, se hace el cálculo para los demás componentes, teniendo en cuenta la nomenclatura y datos iniciales especificados.

De la ecuación 2 y con las fracciones de cada componente mostrados en la tabla 33, se calcula la composición química de la galleta a la salida del horneado (G)

Por ejemplo, para conocer la fracción de proteína en la galleta horneada se tiene que:

$$Mp_m = Ep_e + Gp_g \dots \dots \dots Ec. 2$$

$$Mp_m = Ep_e + Gp_g$$

$$Gp_g = Mp_m - Ep_e$$

$$p_g = \frac{Mp_m - Ep_e}{G}$$

$$p_g = \frac{(30.811 \text{ kg masa})(0.052 \text{ kg } \frac{\text{proteína}}{\text{kg masa}}) + (4.42 \text{ kg agua})(0 \text{ Kg } \frac{\text{proteína}}{\text{kg agua}})}{26.383 \text{ kg masa horneada}} = 0.060 \frac{\text{kg proteína}}{\text{kg masa horneada}}$$

Se procede de la misma manera para calcular las fracciones restantes:

$$p_g = \frac{Mp_m}{G} = 0.060 \frac{\text{kg proteína}}{\text{kg masa horneada}}$$

$$l_g = \frac{Ml_m}{G} = 0.426 \frac{\text{kg lípidos}}{\text{kg masa horneada}}$$

$$c_g = \frac{Mc_m}{G} = 0.471 \frac{\text{kg carbohidrato}}{\text{kg masa horneada}}$$

$$f_g = \frac{Mf_m}{G} = 0.008 \frac{\text{kg fibra dietética}}{\text{kg masa horneada}}$$

$$o_g = \frac{Mo_m}{G} = 0.015 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg masa horneada}}$$

Tabla 34. Composición química de la galleta horneada

Componente	Total kg	Fracción Kg componente/kg masa
Proteínas	1.593	0.060
Lípidos	11.228	0.426
Carbohidratos	12.428	0.471
Fibra Dietética	0.221	0.008
Humedad	4.933	0.019
Cenizas	0.407	0.015
Total	30.811	1.000

Fuente: Elaboración propia

Capacidad de diseño

Para determinar la capacidad real del proceso se ejecutará un análisis del tiempo disponible con el que se cuenta para la fabricación de galleta fina. En la organización que se plantea, se trabajará de lunes a viernes con una jornada diaria de 8 horas. Cabe señalar que a los trabajadores se les dará la posibilidad de consumir su alimento en un período de 30 minutos. Lo anterior se establece con base en la Ley Federal del Trabajo en su artículo 69. Finalmente, los 7 días que se consideran festivos son los siguientes:

Tabla 35. Días festivos

Mes	Día
Enero	01
Febrero	05
Marzo	21
Mayo	01
Septiembre	16
Noviembre	20
Diciembre	25

Fuente: Elaboración propia

Entonces se determina el Tiempo Normal de Operación (TNO) considerando los siguientes datos sobre la jornada de trabajo.

Tabla 36. Jornada de trabajo

Concepto	Parámetro
Jornada de trabajo	8 horas
Número de turnos	1 (Diurno)
Horas laborales semanales	40 horas
Número de días laborales por semana	5 días
Número de días laborales por mes	22 días
Número de días de descanso por año	104 días
Número de días feriados por año	7 días
Número de días laborales por año	254 días

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, para determinar el Tiempo Normal de Operación (TNO) utilizamos la siguiente fórmula

$$TNO = \text{Días laborales} \left(\frac{\text{días}}{\text{año}} \right) \times \text{Jornada laboral} \left(\frac{h}{\text{día}} \right)$$

Al sustituir en la fórmula anterior tenemos,

$$TNO = 254 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 8 \frac{h}{\text{día}} = 2032 \frac{h}{\text{año}}$$

En adición, se determina el Tiempo Real de Operación (TRO) teniendo en consideración que los trabajadores tendrán 30 minutos de receso y 30 minutos al final de la jornada para realizar la limpieza de sus estaciones de trabajo. Por lo tanto, el TRO que se tiene al día es de 8 horas. Con esta información se establece nuevamente el TNO. Los cálculos son los siguientes:

$$TNO = 254 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 7 \frac{h}{\text{día}} = 1778 \frac{h}{\text{año}}$$

Para determinar la capacidad de diseño, se debe considerar que la mezcladora y la extrusora tienen la capacidad máxima de procesar 50 kilogramos de masa (Tabla 23). Procesar dicha cantidad de masa resulta en 6116 piezas de galleta fina o lo que es equivalente a 42.815 kg, considerando las pérdidas de humedad durante el horneado. Por lo tanto, en el caso de utilizar la capacidad máxima de los equipos y buscando elaborar 3 lotes diarios, tendríamos la siguiente producción anual.

$$\text{Cantidad de kilos por año} = 254 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 128.445 \frac{\text{kilos}}{\text{día}}$$

$$\text{Cantidad de kilos por año} = 32625.03 \frac{\text{kilos}}{\text{año}}$$

Capacidad real

Por otro lado, para determinar la capacidad real del proceso de elaboración de galleta fina se tiene que contemplar que la mezcladora y extrusora están siendo utilizadas al 61.6% de su capacidad, es decir, de los 50 kg masa que son capaces de procesar sólo se les están alimentando 30.81 kg. Los cuales, al finalizar el proceso de elaboración de galleta fina, se transforman en 26.383 kg de galleta por la pérdida de humedad en el horneado. Asimismo, se debe tomar en cuenta el número de días

laborales que se tienen al año, en este caso 254. Por lo anterior, la capacidad real de producción en un año es la siguiente:

$$\text{Cantidad de kilos por año} = 254 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 79.149 \frac{\text{kilos}}{\text{día}}$$

$$\text{Cantidad de kilos por año} = 20103.846 \frac{\text{kilos}}{\text{año}}$$

3.2.7 Planificación de la producción

Para realizar la planificación de la producción se consideran las 16 actividades que componen el proceso de elaboración de galleta fina, así como el tiempo necesario para cada una de ellas. Asimismo, se toman en cuenta las 7 horas (420 minutos) disponibles para dicho proceso y los 79.149 kilos de galleta que se requiere elaborar. Para realizar la planificación de la producción se contempla la capacidad finita que tiene la línea productiva. A fin de lograr que la producción se pueda completar en las 7 horas disponibles, esta se escalona en 3 lotes. En la tabla 37 se puede observar que la extrusora estará ocupada desde el minuto 43 y será desocupada después de 2 horas 1 minuto de iniciada la jornada. En ese momento el segundo lote de masa comenzará a ser extruido con el objetivo de que la extrusora permanezca con una producción constante. Después de 78 minutos, es decir, 3 horas 19 minutos de iniciada la jornada; se comenzará a extruir el tercer lote de masa. Como se puede observar en la tabla 39 la producción de la jornada finalizará a las 6 horas 50 minutos de haber iniciado la jornada de trabajo. Lo anterior, permite cumplir con el número de piezas a fabricar, así como respetar las restricciones de 30 minutos de comida y de 30 minutos de limpieza de los equipos.

Tabla 37. Programación de 1er lote

Programación de producción de primer lote de galleta fina				
#	Actividad	Duración (min)	Inicio	Fin
1	Trasladar materia prima a mezcladora	8	0:00:00	0:08:00
2	Mezclar ingredientes 1	3	0:08:00	0:11:00
3	Crema ingredientes	15	0:11:00	0:26:00
4	Agregar harina	3	0:26:00	0:29:00
5	Mezclar ingredientes 2	5	0:29:00	0:34:00
6	Trasladar mezcla a elevador	8	0:34:00	0:42:00
7	Verter mezcla en extrusor	1	0:42:00	0:43:00
8	Extruir galletas	78	0:43:00	2:01:00
9	Trasladar galletas a horno en rack carro espiguero	5	2:01:00	2:06:00
10	Hornear galletas	15	2:06:00	2:21:00
11	Trasladar galletas a enfriamiento en rack carro espiguero	15	2:21:00	2:36:00
12	Enfriar galletas en banda transportadora	20	2:36:00	2:56:00
13	Colocar galletas en charolas	60	2:56:00	3:56:00
14	Envasar galletas	10	3:56:00	4:06:00
15	Trasladar galletas a almacén de producto terminado	4	4:06:00	4:10:00
16	Almacenamiento de producto terminado	4	4:10:00	4:14:00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Programación de 2do lote

Programación de producción de segundo lote de galleta fina				
#	Actividad	Duración (min)	Inicio	Fin
1	Trasladar materia prima a mezcladora	8	1:18:00	1:26:00
2	Mezclar ingredientes 1	3	1:26:00	1:29:00
3	Creumar ingredientes	15	1:29:00	1:44:00
4	Agregar harina	3	1:44:00	1:47:00
5	Mezclar ingredientes 2	5	1:47:00	1:52:00
6	Trasladar mezcla a elevador	8	1:52:00	2:00:00
7	Verter mezcla en extrusor	1	2:00:00	2:01:00
8	Extruir galletas	78	2:01:00	3:19:00
9	Trasladar galletas a horno en rack carro espiguero	5	3:19:00	3:24:00
10	Hornear galletas	15	3:24:00	3:39:00
11	Trasladar galletas a enfriamiento en rack carro espiguero	15	3:39:00	3:54:00
12	Enfriar galletas en banda transportadora	20	3:54:00	4:14:00
13	Colocar galletas en charolas	60	4:14:00	5:14:00
14	Envasar galletas	10	5:14:00	5:24:00
15	Trasladar galletas a almacén de producto terminado	4	5:24:00	5:28:00
16	Almacenamiento de producto terminado	4	5:28:00	5:32:00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Programación de 3er lote

Programación de producción de tercer lote de galleta fina				
#	Actividad	Duración (min)	Inicio	Fin
1	Trasladar materia prima a mezcladora	8	2:36:00	2:44:00
2	Mezclar ingredientes 1	3	2:44:00	2:47:00
3	Creumar ingredientes	15	2:47:00	3:02:00
4	Agregar harina	3	3:02:00	3:05:00
5	Mezclar ingredientes 2	5	3:05:00	3:10:00
6	Trasladar mezcla a elevador	8	3:10:00	3:18:00
7	Verter mezcla en extrusor	1	3:18:00	3:19:00
8	Extruir galletas	78	3:19:00	4:37:00
9	Trasladar galletas a horno en rack carro espiguero	5	4:37:00	4:42:00
10	Hornear galletas	15	4:42:00	4:57:00
11	Trasladar galletas a enfriamiento en rack carro espiguero	15	4:57:00	5:12:00
12	Enfriar galletas en banda transportadora	20	5:12:00	5:32:00
13	Colocar galletas en charolas	60	5:32:00	6:32:00
14	Envasar galletas	10	6:32:00	6:42:00
15	Trasladar galletas a almacén de producto terminado	4	6:42:00	6:46:00
16	Almacenamiento de producto terminado	4	6:46:00	6:50:00

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente, la planificación de la producción se representa en un diagrama de Gantt de la siguiente forma.

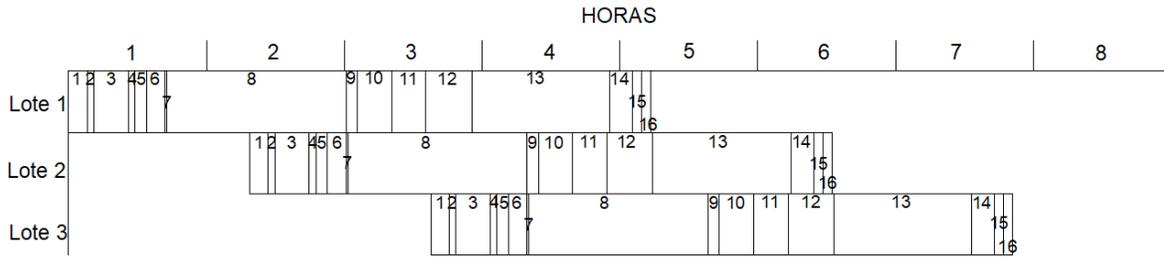


Ilustración 17. Diagrama de Gantt, plan de producción. Fuente: Elaboración propia

3.2.8 Distribución de la planta

En esta sección se aplica el método de distribución sistemática de las Instalaciones de la Planta (SLP por sus siglas en inglés) que consiste en obtener un diagrama de relación de actividades construido con un código. Este código representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra. Los códigos se observan en la tabla 30.

Tabla 40. Orden de proximidad

Letra	Orden de proximidad	Color de línea
A	Absolutamente necesaria	Negro
E	Especialmente importante	Cian
I	Importante	Verde
O	Ordinaria o normal	Amarillo
U	Sin importancia	Blanco
X	Indeseable	Rojo

Fuente: Elaboración propia

Distribución general de la planta

Asimismo, es necesario establecer las áreas de la planta con base en las operaciones requeridas para su funcionamiento.

Tabla 41. Áreas de la planta

Código	Área
1	Oficinas
2	Producción
3	Control de calidad (Laboratorio)
4	Almacén de materia prima
5	Embarque
6	Baños
7	Lavado de manos
8	Vestidores
9	Estacionamiento
10	Almacén de producto terminado
11	Comedor

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el diagrama de correlación de áreas con base en los códigos que se mencionaron previamente.

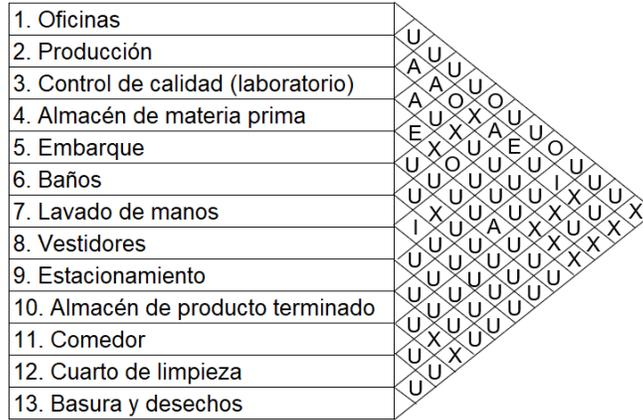


Ilustración 18. Diagrama de correlación de áreas de la planta. Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tiene el diagrama de correlación para la planta en general, se procede a desarrollar el diagrama de hilos.

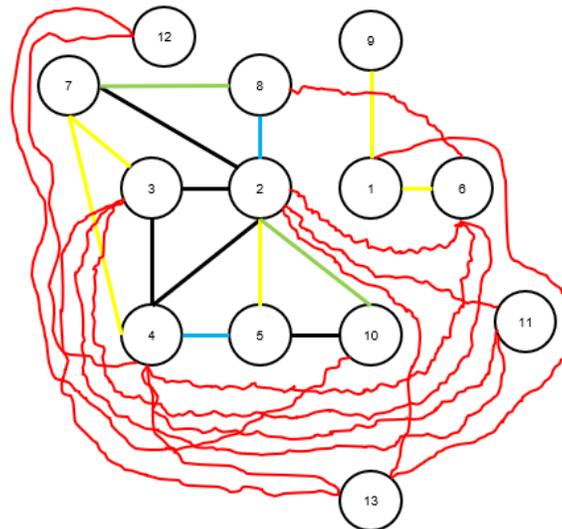


Ilustración 19. Diagrama de hilos de la planta. 1. Oficinas, 2. Producción, 3. Control de calidad, 4. Almacén de materia prima, 5. Embarque, 6. Baños, 7. Exclusa, 8. Vestidores, 9. Estacionamiento, 10. Almacén de producto terminado, 11. Comedor, 12. Cuarto de limpieza, 13. Basura y desechos

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se muestra el lay-out de la compañía, este incluye todas las áreas de la organización.

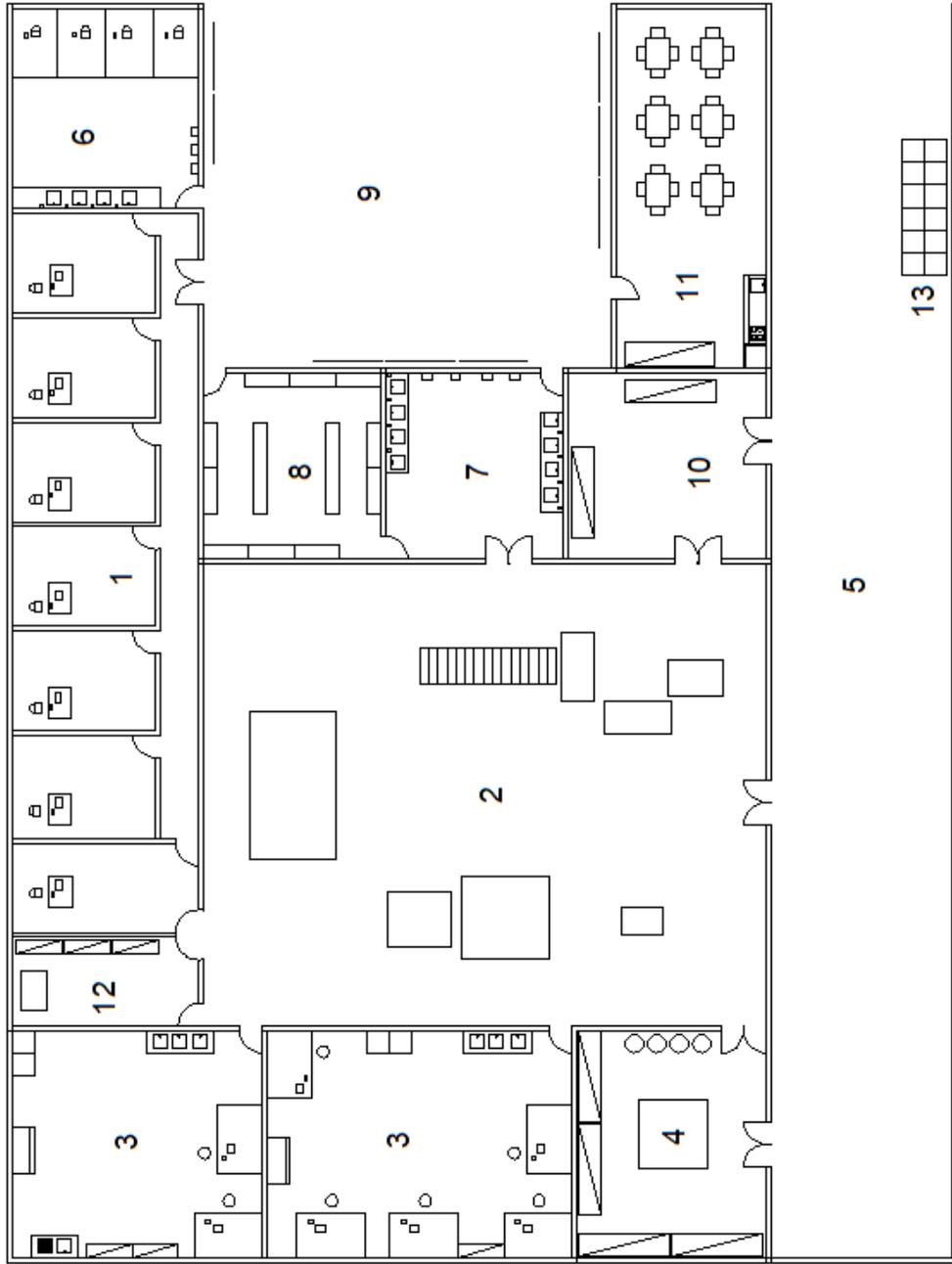
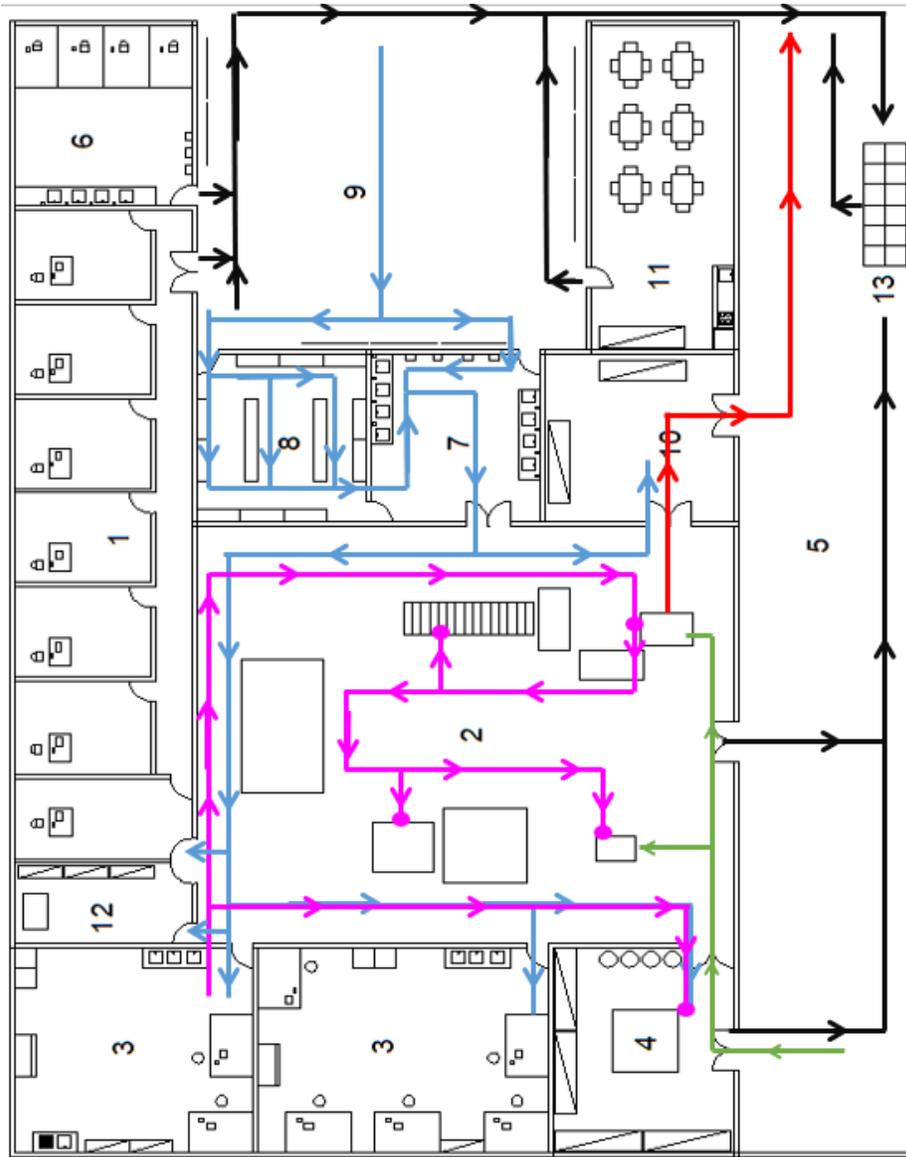


Ilustración 20. Lay-out de la planta, las dimensiones están en metros. 1. Oficinas 2. Producción 3. Control de calidad/laboratorio 4. Almacén de materia prima 5. Embarque 6. Baños 7. Exclusa 8. Vestidores 9. Estacionamiento 10. Almacén de producto terminado 11. Comedor. 12. Cuarto de limpieza 13. Área de basura y desechos
Fuente: Elaboración propia.



- Flujo de toma de muestras
- Flujo de materia prima
- Flujo de personal
- Flujo de producto terminado
- Flujo de desechos

Ilustración 21 Flujo de personal (azul), Materia prima (verde), toma de muestras (rosa) y de producto terminado (rojo), desechos (negro) Áreas: 1. Oficinas 2. Producción 3. Control de calidad/laboratorio 4. Almacén de materia prima 5. Embarque 6. Baños 7. Exclusa 8. Vestidores 9. Estacionamiento 10. Almacén de producto terminado 11. Comedor 12. Cuarto de limpieza 13. Área de basura y desechos
Fuente: Elaboración propia.

Distribución del área de producción.

A continuación, se utiliza el mismo método, pero aplicado al área de producción, es decir, equipos y áreas relacionadas directamente en el proceso productivo (almacén de materia prima y almacén de producto terminado).

Tabla 42. Áreas de producción

Código	Área / Equipo
2	Mezcladora
3	Extrusora
4	Horno
5	Banda de enfriamiento
6	Mesa de acomodo en charolas
7	Envasadora

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el diagrama de correlación, así como el diagrama de hilos.

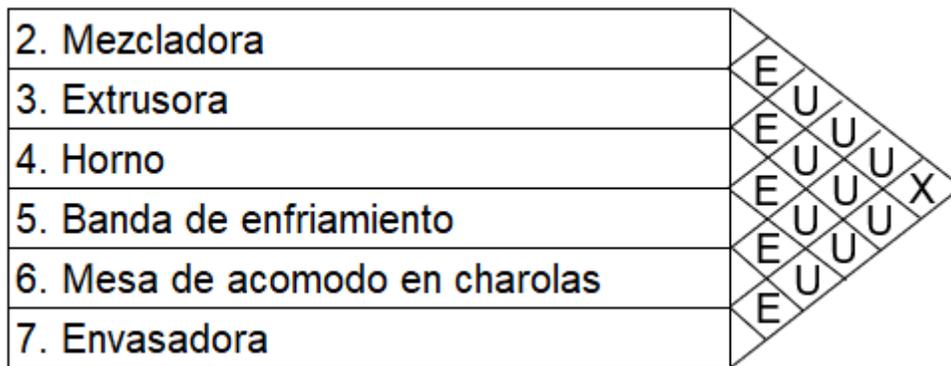


Ilustración 22. Diagrama de correlación de área de producción.

Fuente: Elaboración propia

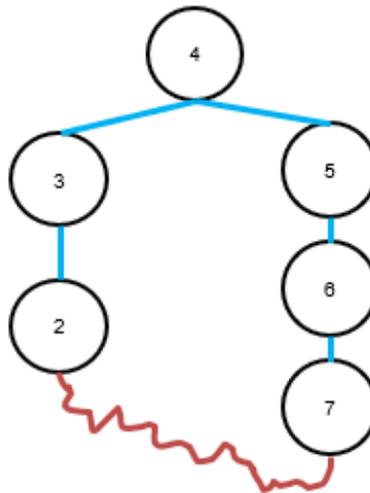


Ilustración 23. Diagrama de hilos de área de producción. 2. Mezcladora, 3. Extrusora, 4. Horno, 5. Banda de enfriamiento, 6. Mesa de acomodo en charolas, 7. Envasadora

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se puede observar la distribución de las máquinas en el área de producción. También se indica la superficie necesaria para alojar la maquinaria que se utiliza en el proceso de elaboración de galleta.

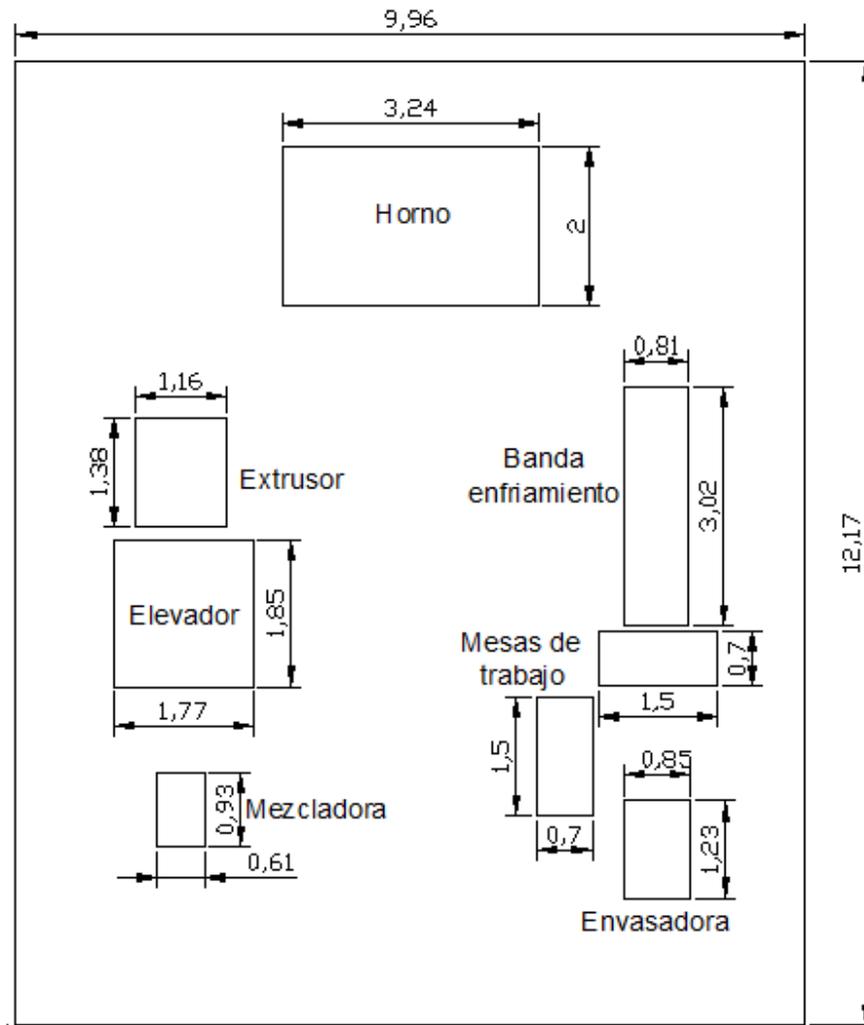


Ilustración 24 Lay-out del área de producción, dimensiones están en metros.
Fuente: elaboración propia.

Distribución de almacén de materia prima

En este almacén se realizan 2 actividades importantes:

- Almacenar la materia prima e insumos necesarios para la producción 1 semana continua.
- El pesado de las materias primas por lote, las cuales serán trasladadas al área de producción en contenedores y estos a su vez en carritos transportadores para su incorporación al proceso.

De acuerdo con la formulación de la Tabla 32, considerando además 15 lotes por semana tenemos lo siguiente:

Tabla 43. Cantidades utilizadas para el dimensionamiento del almacén de materias primas.

Materia Prima/Insumos	Presentación	Cantidad por lote	Cantidad por día (3 lotes)	Cantidad por semana (5 días)
Harina de Trigo Galletera	Sacos 44kg	12.608 kg	37.823 kg	189.113 kg = 5 sacos
Manteca Vegetal	Cuñete 25 kg	10.716 kg	32.149 kg	6.429 kg = 7 Cuñetes
Azúcar Glass Refinada	Sacos 25 kg	3.152 kg	9.456 kg	47.278 kg = 2 sacos
Huevo Líquido Pasteurizado	Garrafrones 13 kg	3.707 kg	11.120 kg	4.27 kg = 5 Garrafrones
Sal Yodada	Bolsas 1 kg	0.315 kg	0.946 kg	4.72 kg = 5 bolsas
Sulfato de Aluminio	Bote de 1 kg	0.063 kg	0.189 kg	0.945 kg = 1 bote
Saborizante Mantequilla-Nuez	Garrafron de 4 kg	0.245 kg	0.734 kg	3.668 kg = 1 bote
Colorante Amarillo Huevo 270	Bote 0.1 kg	0.005 kg	0.014 kg	0.07 kg = 1 bote
Charola de plástico	1 charola		1080 charolas	90 charolas
Bobinas de empaque	1 rollo de 60 kg		5.425 kg	1 rollo
Cajas de Cartón RM-220	1 Caja		18 cajas	90 cajas
Cinta adhesiva de alta resistencia	66 m		12.45 m	1 rollo
Nitrógeno líquido grado alimenticio	148 L		486 L	2430 L = 17 tanques

Fuente: Elaboración Propia

Los sacos de harina y azúcar se colocarán en tarimas de plástico separadas de acuerdo al siguiente esquema:

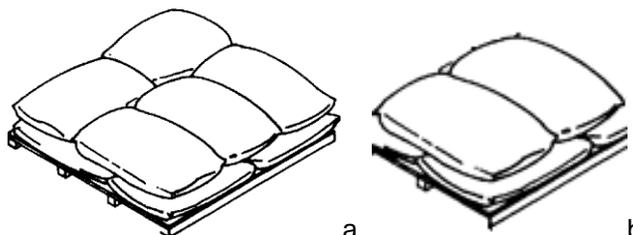


Ilustración 25. a) Acomodo de sacos de harina (1 cama).
b) Acomodo sacos de azúcar glass (1 cama)
Fuente: www.fao.org

Los cuñetes de manteca vegetal también serán acomodados en tarimas de plástico cubiendo 4 cuñetes por tarima, de acuerdo lo que se muestra a continuación:



Ilustración 26. Acomodo de cuñetes en tarimas de plástico
Fuente: es.uline.mx

El huevo líquido pasteurizado, la sal yodada, el sulfato de aluminio, el saborizante mantequilla-nuez y el colorante amarillo huevo 270 serán colocados en un anaquel de materia prima respetando el sistema PEPS. Además, se considera que el garrafón de huevo líquido pasteurizado abierto y no utilizado en su totalidad en el momento, será almacenado en un refrigerador.

Los insumos: charola de plástico, bobinas de empaque, cajas de Cartón RM-220 y la cinta adhesiva de alta resistencia se colocarán en el anaquel de insumos.

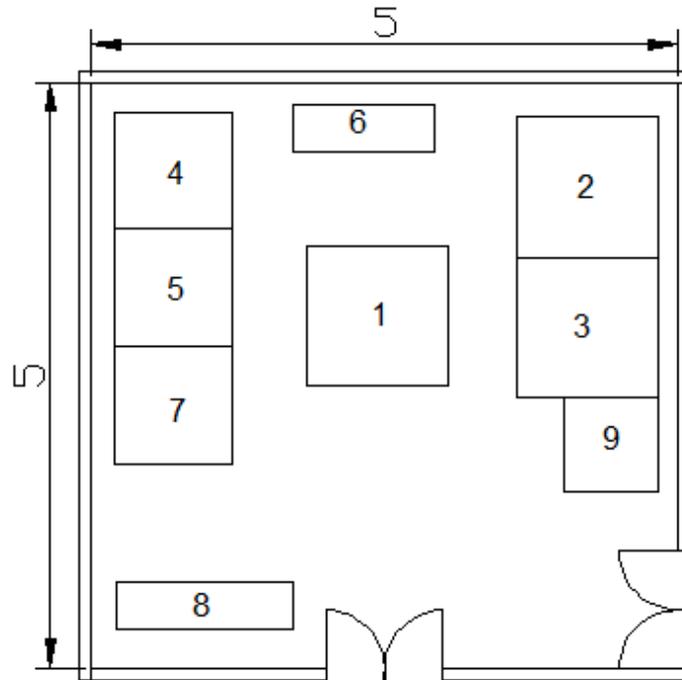


Ilustración 27. Distribución de almacén de materia prima, dimensiones están en metros. 1. Mesa de trabajo, 2. Sacos de harina, 3. Sacos de azúcar glass, 4. Báscula, material de medición, contenedores, 5. Anaquel de insumos 6. Refrigerador 7. Manteca vegetal, 8. Anaquel de materia prima, 9. Nitrógeno.
Fuente: Elaboración propia

Distribución de almacén de producto terminado

Para el dimensionamiento de este almacén se considera:

- a) Una semana de producción acumulada para distribución en las 9 bodegas equivalente a 90 cajas totales (18 cajas por día).
- b) Plan de contingencia equivalente a 30 cajas extra suponiendo crecimiento a futuro o disminución de la demanda temporal en la entrega de producto.

Por lo anterior la capacidad total del almacén es de 72,000 galletas = 7,200 paquetes = 120 cajas.

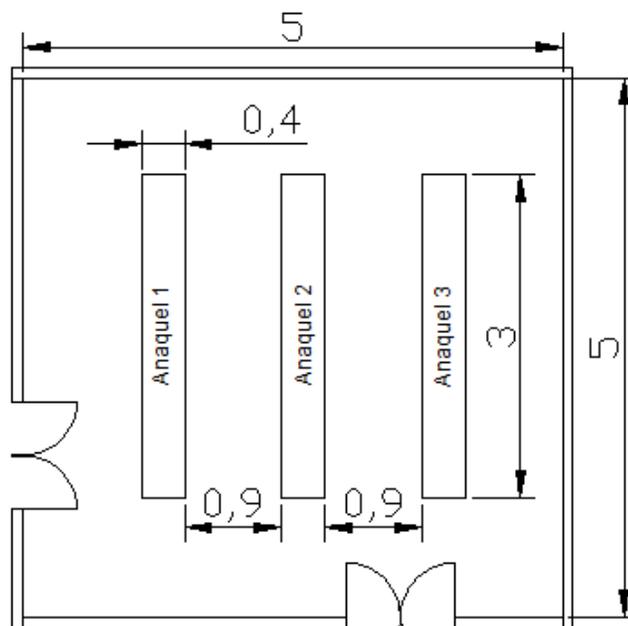


Ilustración 28. Distribución del almacén de producto terminado, dimensiones están en metros.
Fuente: Elaboración Propia

3.2.9 Localización de la planta

Enseguida, se proponen tres domicilios localizados en distintos puntos de la Ciudad de México.

Domicilio de propuesta 1

Dirección: Tamemes número 397 en la colonia Centra de Abastos, delegación Iztapalapa, cp. 09040 en la Ciudad de México.

Características: 748 m², estacionamiento para seis vehículos, electricidad trifásica, 6 metros de altura, techo de lámina, y con capacidad de entrada de tráiler.

Costo de renta: 70 mil pesos mensuales.

Domicilio de propuesta 2

Dirección: Batalla de Silao número LT865 en la colonia Leyes de Reforma 3^a sección, delegación Iztapalapa, cp. 09310 en la Ciudad de México.

Características: 800 m², estacionamiento para tres vehículos, electricidad trifásica, 6 metros de altura, techo de lámina, cuenta con oficinas y entrada para tráiler.

Costo de renta: 56 mil pesos mensuales

Domicilio de propuesta 3

Dirección: Avena número 210 en la colonia Granjas México, delegación Iztacalco, cp. 08400 en la Ciudad de México.

Características: 756 m², estacionamiento para 4 vehículos, electricidad trifásica, 7 metros de altura, techo de lámina, cuentas con oficinas y entrada para tráiler.

Costo de renta: 78 mil pesos mensuales.

Para determinar cuál es la mejor opción se utilizará el método de localización por puntos ponderados. Se requiere establecer los factores que benefician o perjudican la localización de la planta en esa ubicación y asignarles un peso. Los factores seleccionados y su ponderación son.

Tabla 44. Factores seleccionados y su valor

Factor	Peso
1 Disponibilidad de materia prima	0.25
2 Cercanía de clientes	0.25
3 Renta mensual	0.10
4 Disponibilidad de mano de obra	0.15
5 Vías de acceso	0.10
6 Estacionamiento	0.15

Fuente: Elaboración propia

Propuesta 1

Disponibilidad de materia prima

El domicilio está ubicado en Tamemes número 397 en la colonia Centra de Abastos y 5 de nuestros proveedores de materia prima están ubicados en la misma demarcación. Hay un sexto proveedor que también se localiza cerca del domicilio de la planta. El aspecto determinante es la cercanía con la Central de Abastos, lo que garantiza la disponibilidad de la materia prima.

Cercanía de clientes

La mayoría de los clientes de la organización están localizados en las delegaciones Coyoacán, Tlalpan, Benito Juárez, Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc. Por lo que la ubicación de este domicilio permite llegar con facilidad a ellos.

Renta mensual

La renta mensual de este domicilio es de 70 mil pesos mensuales.

Disponibilidad de mano de obra

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la industria de alimentos y bebidas en la Ciudad de México ocupa alrededor de 84'377 personas. Se considera que este parámetro permanece constante en toda la entidad.

Vías de acceso

El domicilio se encuentra entre las avenidas Tezontle y Eje 5 lo que facilita el acceso a la misma. Existen rutas de transporte público que circulan en la zona. No hay cercanía al sistema de transporte metro.



Ilustración 29. Croquis de ubicación de la propuesta 1.
Fuente: Google maps, Mapa de la Ciudad de México.

Estacionamiento

El domicilio cuenta con espacio para seis vehículos y un tráiler.

Propuesta 2

Disponibilidad de materia prima

El domicilio 2 está ubicada en la calle Batalla de Silao número LT865 en la colonia Leyes de Reforma 3ª sección. Sí bien es cierto que el domicilio se encuentra cerca de la Central de Abastos, es mayor el recorrido que se tiene que realizar.

Cercanía con los clientes

En este caso la cercanía con los clientes es similar a la que se tiene en el domicilio 1.

Renta mensual

La renta mensual de este inmueble es de 56 mil pesos mensuales.

Disponibilidad de mano de obra

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la industria de alimentos y bebidas en la Ciudad de México ocupa alrededor de 84'377 personas. Se considera que este parámetro permanece constante en toda la entidad.

Vías de acceso

El domicilio se encuentra cerca de las avenidas Javier Rojo Gómez, Canal del Moral y Eje 5. Existen rutas de transporte que transitan en la zona. No hay servicio de transporte metro en la cercanía.

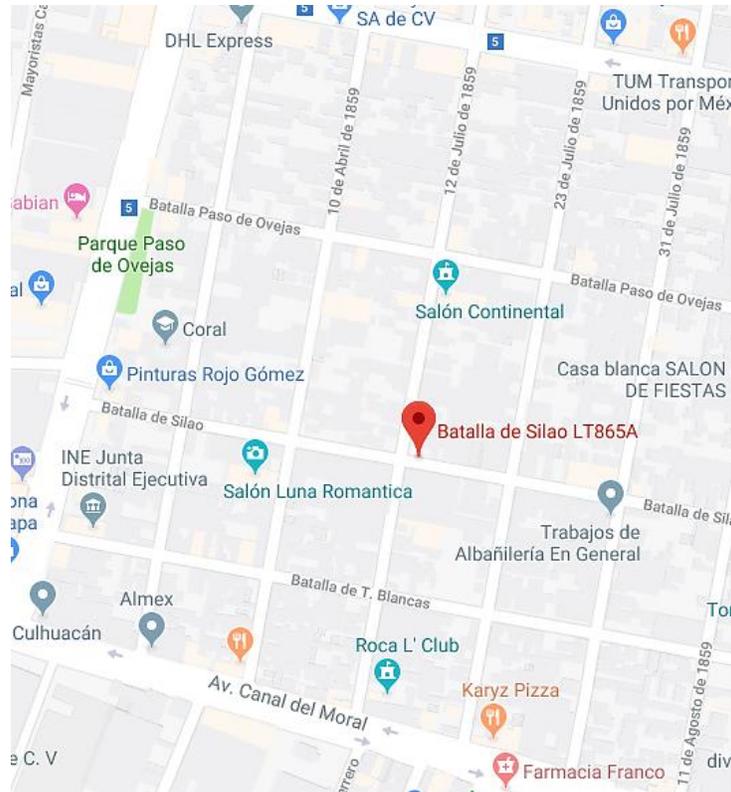


Ilustración 30. Croquis de ubicación de la propuesta 2.
Fuente: Google maps, Mapa de la Ciudad de México.

Estacionamiento

El domicilio de 800 m² cuenta con espacio para tres vehículos y para el acceso de un tráiler.

Propuesta 3

Disponibilidad de materia prima

El domicilio 3 está en la calle Avena número 182 en la colonia Granjas México. La distancia con respecto a los proveedores localizados en la zona de Central de Abastos es mayor que en las otras dos alternativas.

Cercanía de clientes

La cercanía con los clientes es similar a las otras dos opciones.

Renta mensual

El valor de la renta mensual es 78 mil pesos.

Disponibilidad de mano de obra

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la industria de alimentos y bebidas en la Ciudad de México ocupa alrededor de 84'377 personas. Se considera que este parámetro permanece constante en toda la entidad.

Vías de acceso

El domicilio 3 se encuentra cerca de las avenidas Viaducto Río de la Piedad y Francisco de Paso y Troncoso. Hay rutas de transporte público que circulan en la zona. A 10 minutos caminando se encuentra la estación del metro Coyuya.

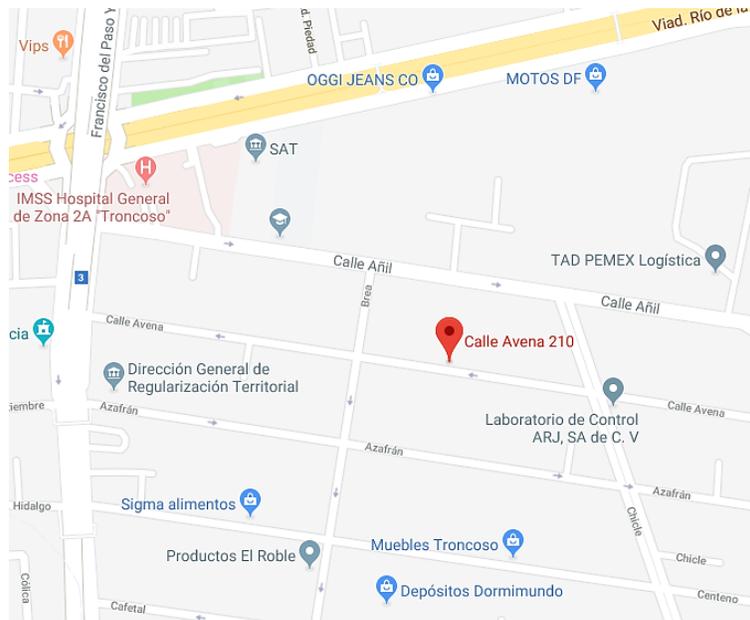


Ilustración 31. Croquis de ubicación de la propuesta 3.
Fuente: Google maps, Mapa de la Ciudad de México.

Estacionamiento

El inmueble tiene una capacidad para 4 vehículos y un tráiler.

Con la información anterior, se procede a calificar las 3 alternativas.

Tabla 45. Calificación de las tres propuestas

Factor	Peso	Calificación (0 a 10)			Calificación ponderada		
		Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
1	0.25	10	8	7	2.5	2.0	1.75
2	0.25	8	8	8	2.0	2.0	2.0
3	0.10	9	10	8	0.9	1.0	0.8
4	0.15	8	8	8	1.2	1.2	1.2
5	0.10	8	8	9	0.8	0.8	0.9
6	0.15	10	8	9	1.5	1.2	1.35
Total	1.00				8.9	8.2	8.0

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se puede concluir que el domicilio que pertenece a la propuesta 1 es el adecuado para el proyecto.

3.2.10 Organigrama

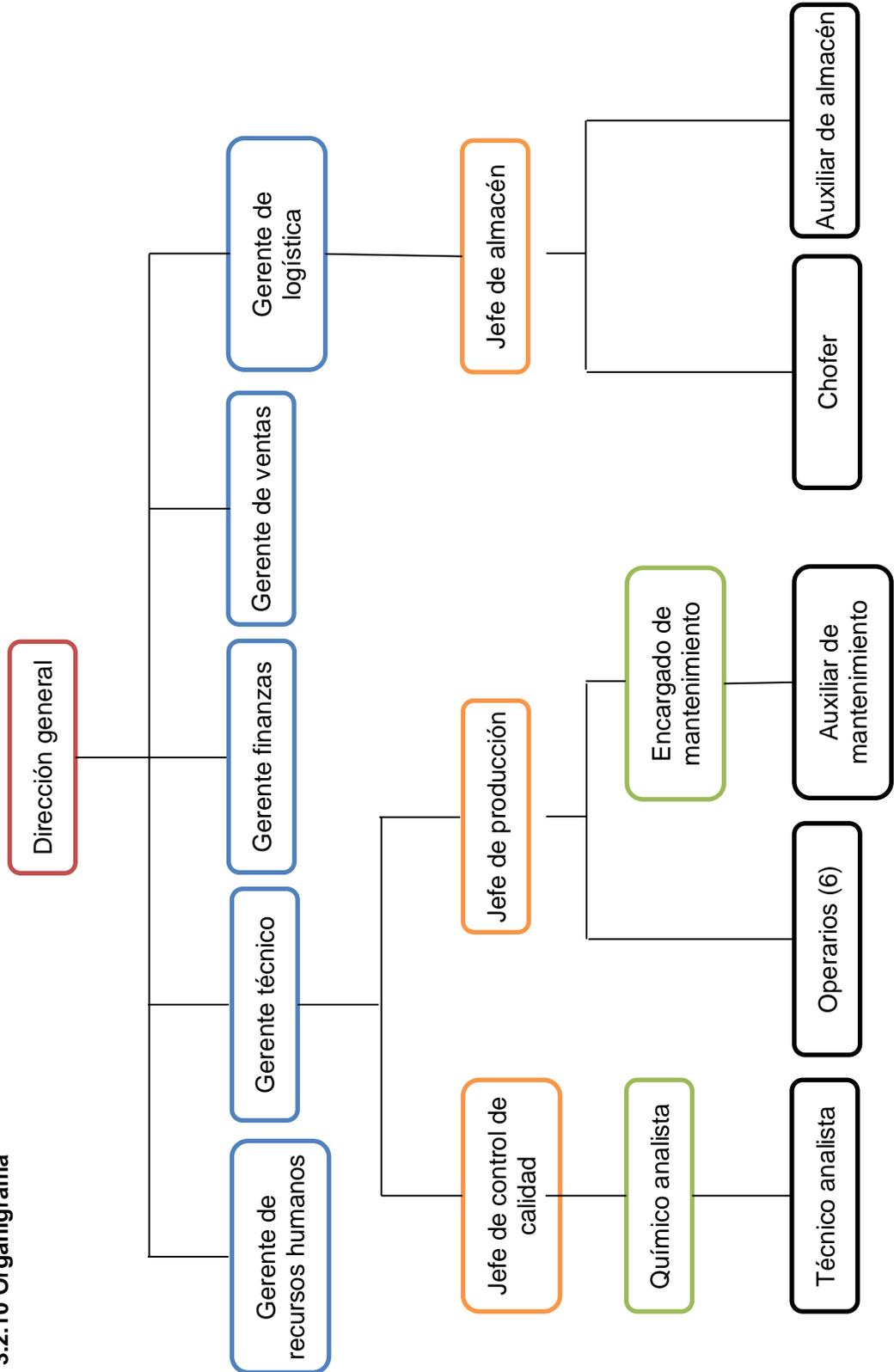


Ilustración 32. Organigrama de la empresa. Fuente: Elaboración propia

3.2.11 Logística y distribución

Es necesario establecer el tipo de vehículo que permitirá entregar de forma adecuada la mercancía a los clientes. Cabe señalar que en una jornada de trabajo la organización es capaz de fabricar 1'130 paquetes de galleta fina, los cuales serán empaquetados en cajas de cartón con una capacidad de 60 paquetes de galleta cada una. Es decir, que al finalizar la jornada de trabajo se habrán acumulado 18 cajas con producto terminado. La distribución del producto se realizará cada 2 días, por lo que se deberán transportar 36 cajas de producto terminado. Por lo anterior, se ha optado por seleccionar un vehículo que sea capaz de trasladar dicho volumen de mercancía. Asimismo, se ha seleccionado una alternativa que sea amigable con el medio ambiente. A continuación, se muestra una imagen del vehículo seleccionado, así como sus especificaciones.



Ilustración 33. Vehículo para distribución. Fuente: www.alke.eu

Tabla 46. Especificaciones del vehículo

Zona de carga	1.94 m ³
Autonomía	145 km
Tipo de motor	Eléctrico
Velocidad máxima	50 km/h
Carga máxima	610 kg

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la distribución de las cajas de galleta al interior de la zona de carga del vehículo se tiene que considerar que las dimensiones de la caja de carga 1.50 m (largo) x 1.23 m (ancho) x 1.05 m (alto), lo que equivale a un volumen de 1.94 m³. Por su parte, las cajas donde se transportará el producto terminado tienen dimensiones de 0.395 m (largo) x 0.295 m (ancho) x 0.30 m (alto), lo que representa un volumen de 0.0350 m³ cada una. Entonces, para saber si la zona de carga tiene las dimensiones necesarias para transportar las 34 cajas de galleta fina se divide el volumen de la zona de carga entre el volumen que ocupa cada caja.

$$\# \text{ cajas} = \frac{1.94 \text{ m}^3}{0.0350 \text{ m}^3} = 55.42 \text{ cajas}$$

Ahora bien, se observa que la zona de carga es capaz de transportar las 36 cajas que se requieren. A fin de realizar una adecuada distribución de las cajas de producto terminado se realiza una representación gráfica desde una perspectiva superior, frontal y lateral de la distribución de las cajas. Es importante indicar que el gráfico considera las dimensiones reales de la zona de carga y de las cajas de producto terminado. En las siguientes ilustraciones se puede observar la distribución propuesta en la que se establecen 2 niveles con 15 cajas de producto terminado cada uno, luego en

un tercer nivel se acomodan las 6 cajas restantes para tener un total de 36 cajas que deben ser transportadas a las bodegas del cliente.

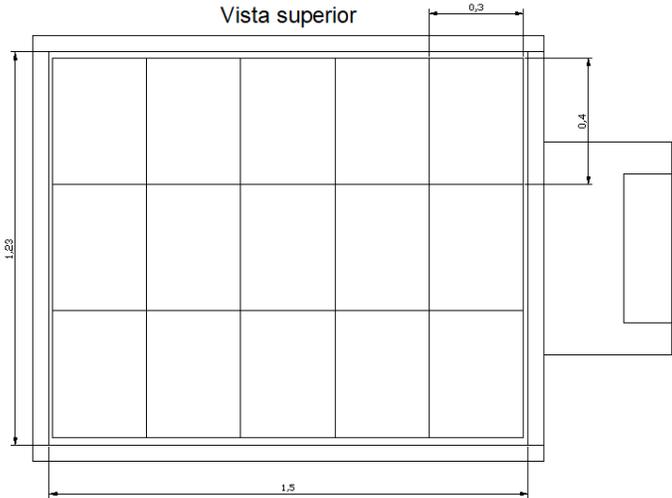


Ilustración 34. Distribución en la zona de carga. Vista superior. Fuente: Elaboración propia

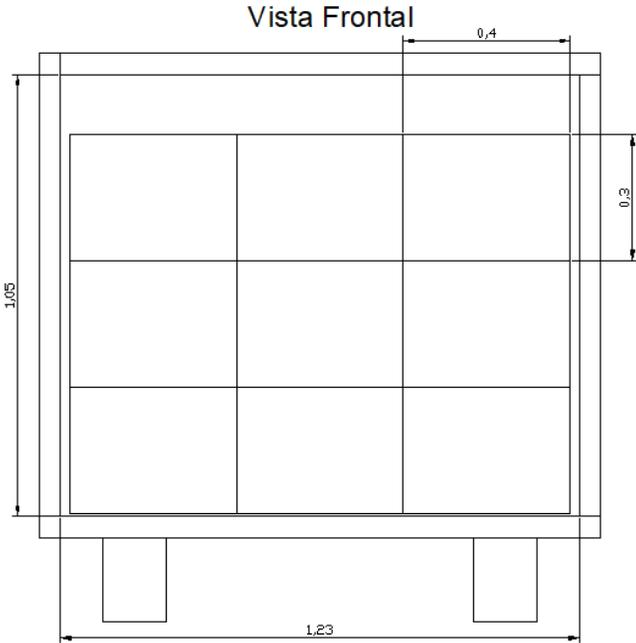


Ilustración 35. Distribución en la zona de carga. Vista frontal. Fuente: Elaboración propia

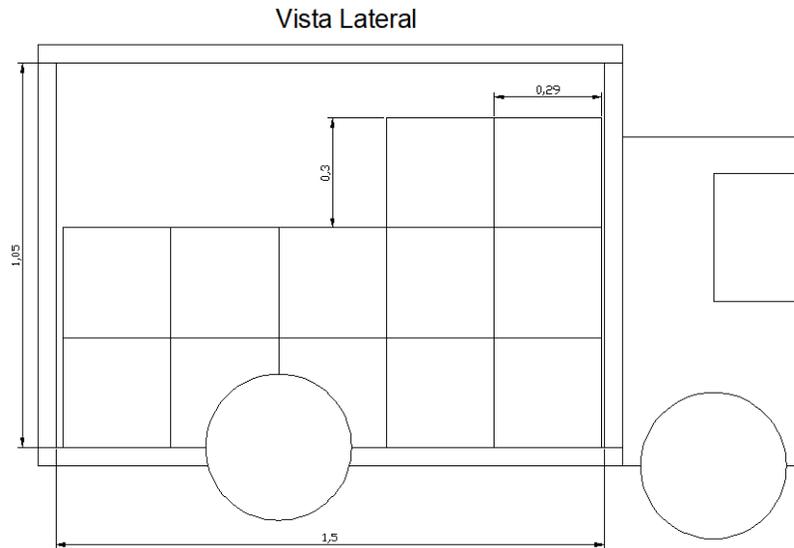


Ilustración 36. Distribución en la zona de carga. Vista lateral. Fuente: Elaboración propia

Para realizar la distribución de los paquetes de galleta fina el cliente cuenta con nueve bodegas cuya localización puede observarse en la tabla 36. Una vez recibiendo los paquetes en dichas ubicaciones, ellos se encargan de distribuirlos en sus cafeterías.

Tabla 47. Ubicación de bodegas del cliente

Número	Nombre	Domicilio
1	Insurgentes	Insurgentes Sur 1811 Guadalupe Inn 01020. Álvaro Obregón.
2	Valle	Parroquia No.204, Col. Del Valle. Benito Juárez.
3	Centenario	Centenario no. 91-b Col. Del Carmen Coyoacán. Coyoacán.
4	Santa Fe	Vasco de Quiroga 4001 Las Tinajas 05370. Cuajimalpa de Morelos.
5	Centro	Isabel La Católica No. 88 A-B Col. Centro, 06080. Cuauhtémoc.
6	Polanco	Av Ejército Nacional 418, Polanco, Chapultepec Morales, 11570. Miguel Hidalgo
7	Satélite	Circunvalación Poniente 34-A Ciudad Satélite, Naucalpan de Juárez
8	Tlalpan	Insurgentes Sur 4177 Santa Úrsula Xitla 14420. Tlalpan.
9	AICM 1	Capitán Carlos León Aeropuerto Int. de la Cd de México 15620. Venustiano Carranza.

Fuente: Elaboración propia

A fin de determinar la mejor ruta de distribución se empleará la técnica del problema del agente viajero (TSP por sus siglas en inglés). Para ello, es necesario construir una matriz de relación en la que se coloca la distancia existente entre cada uno de los puntos o nodos. En este caso las distancias están dadas en km y fueron obtenidas utilizando la herramienta Google Maps.

Tabla 48. Matriz de relación de nodos de la red de distribución

	1 Fábrica	2 Insurgentes	3 Valle	4 Centenario	5 Santa Fe	6 Centro	7 Polanco	8 Satélite	9 Tlalpan	10 AICM
1 Fábrica	0	13	14	10	27	11	18	28	20	8
2 Insurgentes	13	0	3	4	16	14	11	19	9	19
3 Valle	14	3	0	3	18	12	9	18	11	18
4 Centenario	10	4	3	0	21	11	12	21	11	16
5 Santa Fe	27	16	18	21	0	19	16	23	20	28
6 Centro	11	14	12	11	19	0	7	23	20	8
7 Polanco	18	11	9	12	16	7	0	12	23	16
8 Satélite	28	19	18	21	23	23	12	0	28	27
9 Tlalpan	20	9	11	11	20	20	23	28	0	25
10 AICM	8	19	18	16	28	8	16	27	25	0

Fuente: Elaboración propia

Luego, la técnica indica que es necesario tratar y analizar todas las posibles combinaciones que puedan darse entre los distintos nodos. Sin embargo, en este caso estamos tratando con 10 nodos distintos por lo que existen 362'880 posibles soluciones. Este valor se obtuvo realizando la siguiente operación,

$$\text{Número de rutas posibles} = (10 - 1)! = 362'880$$

Por lo anterior, se hace uso del complemento Solver de Microsoft Excel con el objetivo simplificar los cálculos y obtener la ruta óptima para distribuir los paquetes de galleta fina. Una vez realizado el procedimiento se tiene que la mejor ruta de reparto está dada por el siguiente modelo.

Tabla 49. Modelo de la ruta de reparto

Del nodo	Conectar a	Distancia (km)
1 Fábrica	4 Centenario	10
4 Centenario	3 Valle	3
3 Valle	2 Insurgentes	3
2 Insurgentes	9 Tlalpan	9
9 Tlalpan	5 Santa Fe	20
5 Santa Fe	8 Satélite	23
8 Satélite	7 Polanco	12
7 Polanco	6 Centro	7
6 Centro	10 AICM	8
10 AICM	1 Fábrica	8
Total (km)		103

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente la red de distribución estaría representada de la siguiente forma

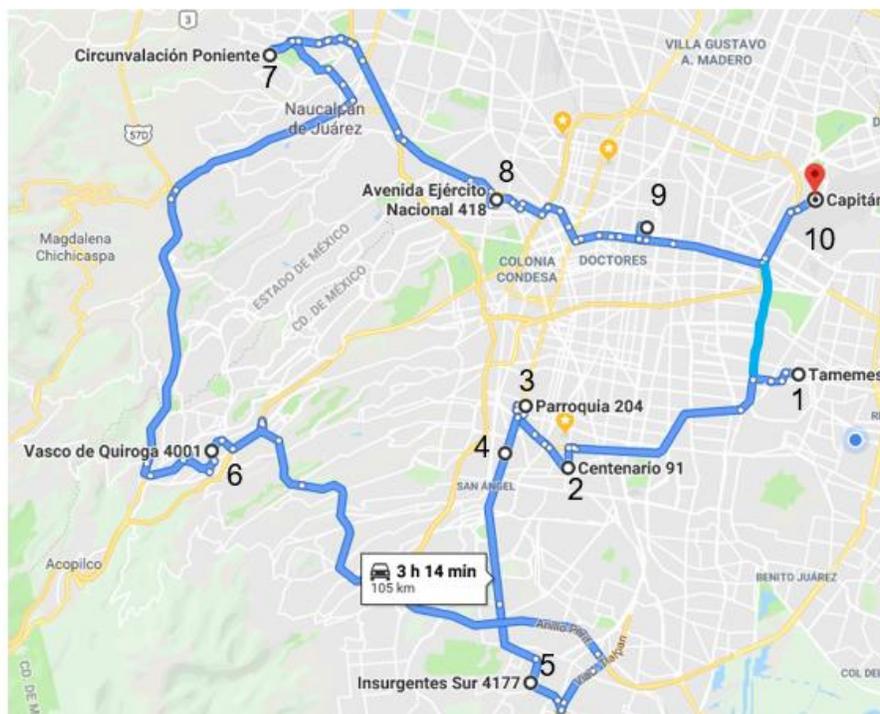


Ilustración 37. Red de distribución.
Fuente: Google Maps. Mapa de la Ciudad de México

3.3. Laboratorio

Se propone que en el laboratorio se realicen las técnicas fisicoquímicas y microbiológicas con base a la NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas (ver Tabla 5).

El análisis microbiológico, físico y químico del producto mediante técnicas cuantitativas debe desarrollarse con base a la siguiente secuencia:

- Acondicionamiento y preparación del área de trabajo.
- Preparación del material (medios de cultivo, reactivos, material a utilizar)
- Obtención y manejo de las muestras
- Acondicionamiento de las muestras
- Análisis de las muestras
- Obtención de resultados
- Interpretación y emisión del reporte

3.3.1 Plan de muestreo

Análisis durante el proceso de producción

En las tablas 50 y 51 se muestra el análisis en el proceso de producción y de materia prima así como la cantidad de muestra necesaria para su realización.

Tabla 50. Análisis en el proceso de producción

Etapa	Análisis	Cantidad de muestra
Mezcla de ingredientes	Densidad, pH y humedad	50 gramos
Masa saliendo de la extrusora	Densidad, pH y humedad	50 gramos
Galletas en banda transportadora	Color, Dimensiones, Peso, Humedad, pH	10 galletas (70 gramos)
Envase de galletas	Peso, Nitrógeno	10 paquetes (700 gramos)
Producto terminado	Coliformes totales en placa, Coliformes fecales (<i>E. coli</i>), Recuento de hongos, Investigación de <i>Salmonella</i> Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	70 gramos

Fuente: Elaboración propia

La selección de la muestra es de modo aleatorio en los diferentes puntos mencionados

Análisis de materia prima

Tabla 51. Análisis en materia prima

Materia prima	Análisis	Cantidad de muestra
Manteca vegetal	Índice de peróxidos y ácidos grasos libres	En base a la NMX-F-SCFI-2010 y NMX-F-101-SCFI-2012
Harina	Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	10 gramos
Empaque	Bobina y charola: Dimensiones y peso	10 Charolas y 10 bobinas

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Análisis del producto terminado y de materia prima

Análisis Físicos

Color: Se verifica de manera visual el color amarillo en la galleta, comparado con un Pantone (PM 1205 A 1215).

Dimensiones: Se realiza las mediciones del producto terminado: diámetro, grosor y factor de expansión (Diámetro/grosor) utilizando un vernier. Las dimensiones deben cumplir con las especificaciones establecidas.

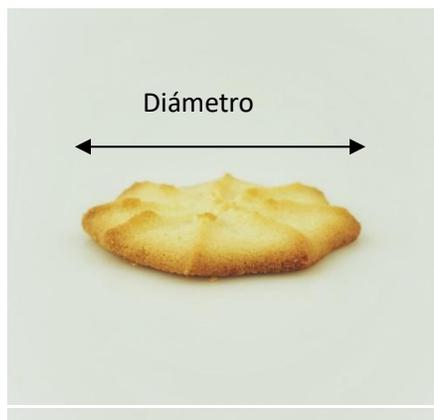


Ilustración 38. Diámetro de galleta fina.
Fuente: Elaboración propia

Análisis físico para el empaque

Se miden las dimensiones de la bobina (anchura, longitud y espesor), así como el peso de la charola de polietileno con la finalidad de verificar las especificaciones solicitadas a los proveedores, asegurando que el empaque no sufra ningún daño al realizarse el termosellado.

Al final, se analiza la cantidad de oxígeno residual en el producto envasado, con la ayuda de un analizador electrónico (Véase tabla 65). Para el asegurarse que el producto mantenga las características organolépticas especificadas.

Análisis Químicos

Apegándose al plan de muestreo antes mencionado, se realiza el análisis químico de las muestras obtenidas en línea, (masa, galleta, mezcla)

Densidad: De la masa obtenida de la extrusa (50g) se hace el cálculo de densidad. Con la siguiente fórmula: $d = m/v$

pH: Se acondiciona la muestra para la medida de pH con el potenciómetro.

% Humedad: Se mide el porcentaje de humedad por el método de secado en termobalanza.

Ácidos grasos libres: Para la determinación de ácidos grasos libres en la manteca vegetal se realiza con base a la norma NMX-F-101-SCF-2012.

Índice de peróxidos: Para la determinación de peróxidos en la manteca vegetal se realiza con base a la norma NMX-F-154-SCFI-2010.

Análisis Microbiológicos

1.- Producto terminado

Los análisis microbiológicos al producto terminado se plantean en base a las especificaciones marcadas en la NMX-F-006-1983 Alimentos. Galletas, los cuales son los siguientes:

- Coliformes totales en placa, en base a la Norma oficial mexicana NOM-113-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa
- Coliformes fecales por técnica del NMP (*Escherichia coli*), en base a la Norma oficial mexicana NOM-210-ssa1-2014, productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- Recuento de hongos en base a la Norma oficial mexicana NOM-111-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Investigación de *Salmonella* en 25 gramos en base a la Norma oficial mexicana NOM-210-ssa1-2014, productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- Recuento de *Bacillus cereus*

2.- Materia prima

Recuento de *Bacillus cereus* (Harina)

3.3.3 Medios de cultivo y reactivos

En las tablas 52-64 se muestran los medios de cultivo usados en cada técnica microbiológica así como la formulación en gramos por litro de cada medio.

A) Medios de cultivo

Tabla 52. Medios de cultivo usados en cada técnica microbiológica

Técnica	Medios de cultivo
Coliformes totales en placa	Agar bilis y rojo violeta
Coliformes fecales por técnica del NMP (<i>Escherichia coli</i>)	Caldo Lauril Sulfato, Caldo EC, EMB
Recuento de hongos filamentosos y levaduras	PDA
Investigación de <i>Salmonella</i> en 25 g	Caldo CST, Caldo Rappaport Vassiliadis, Caldo Mueller-Kauffmann, Agar Xilosa Lisina desoxicolato, Agar Sulfito de bismuto, Agar Verde brillante
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	KG

Fuente: Elaboración propia

Especificaciones de medios de cultivo. Fórmula en gramos por litro

Coliformes totales en placa

Tabla 53. Ficha técnica del Agar bilis y rojo violeta

Extracto de levadura	3.0 g
Mezcla de sales biliares	1.5 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Cristal violeta	0.002 g
Peptona de gelatina	7.0 g
Lactosa	10.0 g
Rojo neutro	0.03 g
Agar bacteriológico	15 g
pH	7.4 ± 0.2 a 25 °C

Fuente: MCD LAB

Coliformes fecales por técnica del NMP (*Escherichia coli*)

Tabla 54. Ficha técnica del Caldo Lauril Sulfato

Triptosa	20.0 g
Lactosa	5.0 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Lauril sulfato de sodio	0.1 g
Fosfato dipotásico	2.75 g
Fosfato monopotásico	2.75 g
pH	6.8 ± 0.2

Fuente: Britania

Tabla 55. Ficha técnica del Caldo EC

Tripteína	20.0 g
Lactosa	5.0 g
Sales biliares	1.9 g
Fosfato dipotásico	4.0 g
Fosfato monopotásico	1.5 g
Cloruro de sodio	5.0 g
pH	6.9 ± 0.2

Fuente: Britania

Tabla 56. Ficha técnica del medio EMB

Digerido pancreático de gelatina	10.0 g
Lactosa	5.0 g
Sacarosa	5.0 g
Fosfato dipotásico	2.0 g
Agar	13.5 g
Eosina	0.4 g
Azul de metileno	0.065 g
pH	7.2 ± 0.2

Fuente: BD

Recuento de hongos filamentosos y levaduras

Tabla 57. Ficha técnica del medio PDA

Infusión de papa	200.0 g
Glucosa	20.0 g
Agar	15.0 g
pH	5.6 ± 0.2

Fuente: Britania

Investigación de *Salmonella* en 25 g

Tabla 58. Ficha técnica del caldo CST

Tripteína	17.0 g
Peptona de soya	3.0 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Fosfato dipotásico	2.5 g
Glucosa	2.5 g
pH	7.3 ± 0.2

Fuente: Britania

Tabla 59. Ficha técnica del Caldo Rappaport Vassiliadis

Peptona de soya	4.5 g
Cloruro de magnesio (Hexahidratado)	29.0 g
Cloruro de sodio	8.0 g
Fosfato dipotásico	0.4 g
Fosfato monopotásico	0.6 g
Verde de malaquita	0.036 g
pH	5.2 ± 0.2

Fuente: Britania

Tabla 60. Ficha técnica del Caldo Mueller-Kauffmann

Tiosulfato de sodio	40.70 g
Carbonato de calcio	25.0 g
Bilis de buey	4.75 g
Cloruro de sodio	4.50 g
Peptona de carne	4.50 g
Extracto de levadura	1.80 g
Extracto de carne	0.90 g
pH	7.6 ± 0.2

Fuente: CONDA

Tabla 61. Ficha técnica del Agar Xilosa Lisina desoxicolato

Xilosa	3.5 g
L-Lisina	5.0 g
Lactosa	7.5 g
Sacarosa	7.5 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Extracto de levadura	3.0 g
Rojo de fenol	0.08 g
Desoxicolato de sodio	2.5 g
Tiosulfato de sodio	6.8 g
Citrato férrico de amonio	0.8 g
Agar	13.5 g
pH	7.4 ± 0.2

Fuente: BD

Tabla 62. Ficha técnica del Agar Sulfito de bismuto

Mezcla de peptonas	10.0 g
Indicador sulfito de bismuto	8.0 g
Extracto de carne	5.0 g
Dextrosa	5.0 g
Fosfato disódico	4.0 g
Sulfato ferroso	0.30 g
Verde brillante	0.025 g
Agar	20.0 g
pH	7.5 ± 0.2

Fuente: CONDA

Tabla 63. Ficha técnica del Agar Verde brillante

Extracto de levadura	3.0 g
Mezcla de peptonas	10.0 g
Lactosa	10.0 g
Sacarosa	10.0 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Rojo de fenol	0.08 g
Verde brillante	12.5 mg
Agar	20.0 g
pH	7.5 ± 0.2

Fuente: BD

Recuento de *Bacillus cereus*

Tabla 64. Ficha técnica del KG

Peptona	1.0 g
Extracto de levadura	0.5 g
Rojo de fenol	0.025 g
Emulsión de yema de huevo	100 mL
Sulfato de polimixina B	100,000 U
Agar	18.0 g
pH	6.8 ± 0.2

Fuente: Britania

B) Reactivos

A continuación, se enlistan los reactivos utilizados en cada técnica para el análisis de las muestras.

Análisis Químico

Técnica: Medición de pH

- Solución reguladora de pH 4
- Solución reguladora de pH 7
- Solución reguladora de pH 10

Técnica: Determinación de ácidos grasos

- Hidróxido de sodio
- Alcohol etílico de 95°
- Solución alcohólica indicadora de fenolftaleína al 1,0 %.

Técnica: Índice de peróxidos

- Ácido acético-isooctano
- Solución de yoduro de potasio (KI) saturada
- Solución de Tiosulfato de sodio 0.1 N
- Solución de Tiosulfato de sodio 0.1 N
- Dicromato de potasio
- Ácido clorhídrico concentrado
- Lauril sulfato de sodio

Análisis Microbiológico

Técnica: Tinción de GRAM

- Cristal violeta
- Lugol
- Alcohol-acetona
- Safranina

Técnica: Recuento de hongos filamentosos y levaduras

- Ácido tartárico

Técnica: Número más probable

- Agua peptonada 0.1%

3.3.4 Equipo, instrumentos y accesorios

En las tablas 65 y 66 se especifica el equipo y material de laboratorio necesario para llevar a cabo los análisis necesarios en la elaboración de galleta fina.

Tabla 65. Equipo de laboratorio

Equipo	Características
 <p>Incubadora microbiológica Marca: Heratherm</p>	<p>Uniformidad de temperatura de ± 0.6 ° C</p> <p>Rango de temperatura desde ambiente + 5 ° C hasta 75 ° C.</p> <p>Cámara de acero inoxidable resistente a la corrosión (AISI 430)</p> <p>Estabilidad de temperatura de ± 0.2 ° C</p> <p>Dimensiones exteriores: .738 x .64 x .955 m</p> <p>Dimensiones interiores: .589 x .464 x .708 m</p>
 <p>Autoclave Marca: phcbi</p>	<p>Capacidad: 75 litros Peso neto: 71 kg</p> <p>Impresora: Opcional</p> <p>Temperatura: Esterilización: 115-135 °C. Presión máxima: (0.235 MPa)</p> <p>Programas preestablecidos: Esterilización, Esterilización de instrumentos, Esterilización/mantener caliente (para medios de cultivo, reactivos y otros líquidos)</p> <p>Minutero</p> <p>Dimensiones exteriores: (W X F-B X H) (0.478 x 0.632 x 0.965 m)</p> <p>Dimensiones interiores: diámetro x profundidad (.370 x .640 m)</p>
 <p>Congelador Marca: VWR</p>	<p>Volumen: 168 L</p> <p>Intervalo de temperatura: -40 °C a -10°C</p> <p>Sistema de control de temperatura por microprocesador</p> <p>Monitor avanzado / sistema de alarma: indicadores audibles y visuales para mantener al operador informado sobre condiciones de sobre temperatura, fallas de energía, batería baja y puerta abierta.</p> <p>Dimensiones exteriores: (H x D x W) 1.978 H x .843 D x .845 W m</p> <p>Dimensiones interiores: (H x D x W) 1.308 H x .492 D x .572 W m</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Equipo de laboratorio	
Equipo	Características
 <p>Refrigerador de laboratorio de uso general Marca: Thermo Scientific</p>	<p>Filtro ULPA sumamente eficiente que crea una zona de trabajo ISO clase 3</p> <p>El área de trabajo está diseñada para asegurar la contención de derrames accidentales de líquido</p> <p>Velocidad de flujo de aire: 0.45 m/s</p> <p>Potencia: 115V 50/60Hz</p> <p>Dimensiones exteriores: 1.340 x .788 x 1.270 m</p> <p>Dimensiones interiores: 1.222 x .688 x .689 m</p>
 <p>Balanza Marca: PCE</p>	<p>Rango de pesado: 6000 g</p> <p>Capacidad de lectura: 1 g</p> <p>Peso: Aprox. 600 g</p> <p>Selección de diferentes unidades de pesado a través del teclado (g, kg, oz, lb)</p> <p>Posibilidad de alimentación con pilas</p> <p>Adaptador de red para 240 V de serie</p> <p>Dimensiones: 165 x .230 x .080 m</p>
 <p>Contador de colonias Marca: Scientific</p>	<p>Capacidad de conteo: 0-999 colonias</p> <p>Lupa: 3x</p> <p>Dimensión de la placa: hasta 155 mm</p> <p>Pantalla: LED</p> <p>Peso: 4.3 kg</p> <p>Alimentación: 110V, 60 Hz</p> <p>Dimensiones: .360 x .300 x .180 m</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Equipo de laboratorio	
Equipo	Características
 <p>Parrilla eléctrica de calentamiento y agitación Marca: Benchmark</p>	<p>Rango de Temperatura: 80-380°C</p> <p>Rango de velocidad: 60 a 1500 rpm</p> <p>Peso: 4 kg</p> <p>Voltaje: 120 60 Hz 500 W</p> <p>Dimensiones: .20 x .23 x .115 m</p> <p>Dimensiones de la plataforma: .18 x .18 m</p>
 <p>Baño maría Marca: Nahita</p>	<p>Capacidad: 5L</p> <p>Consumo:500 W</p> <p>Orificios:2</p> <p>Peso: 7 kg</p> <p>Alimentación: 220 V/ 50 Hz</p> <p>Temperatura máxima:100°C</p> <p>Dimensiones internas: 30 x 15 x 10 cm</p> <p>Dimensiones externas: 42 x 21 x 17 cm</p>
 <p>Termobalanza Marca: OHAUS</p>	<p>Capacidad: 110 g</p> <p>Capacidad de lectura: 0.01 g</p> <p>Ajustes de temperatura: 50-160°C</p> <p>Fuente de calor: infrarroja</p> <p>Tiempo de calentamiento: 15 min después del encendido</p> <p>Fuente de alimentación:220 VCA, 50/60 Hz</p> <p>Diámetro de la bandeja: 90 mm</p> <p>Dimensiones exteriores: 280 x 165 x 127 mm</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Equipo de laboratorio	
Equipo	Características
 <p>Potenciómetro Marca:HM</p>	<p>Rango de pH: 0.0 a 14.000 pH (Modo estándar) pH /CE / TDS / Temperatura, monitoreo continuo</p> <p>Exactitud pH: $\pm 0,02$ pH</p> <p>Temperatura: $\pm 0.5v$</p> <p>TDS: $\pm 0,2\%$</p> <p>CE: $\pm 0,2\%$</p>
 <p>Estante vitrina Marca: TECNOLAB</p>	<p>Puertas corredizas de cristal. Puertas abatibles de lámina. Puertas abatibles de cristal enmarcado</p> <p>Dimensiones: Profundidad de .375 m y una altura de 1.90 m. Medida de frente: 1 m</p>
 <p>Mesa de trabajo Marca: EMILAB</p>	<p>En perfil tubular de acero C.R. cal 18 de 1.50" x 1.50" con acabado en pintura epóxica</p> <p>Dimensiones: Ancho: .94 m, longitud: 1.50 m</p>
 <p>Microscopio Marca: VELAB</p>	<p>Oculares: WF 10X/18mm con ajuste de dioptrías en ambos oculare</p> <p>Cabeza: Binocular deslizante inclinada a 45°y giratoria 360° con ajuste de distancia interpupilar de 50-75 mm.</p> <p>Revólver: Cuádruple con anillo antiderrapante y tope</p> <p>Objetivos: 4X, 10X, 40X (retráctil) e inmersión 100X (retráctil)</p> <p>Platina: De doble placa con movimientos coaxiales X-Y, 140 x 132 mm, vernier, escala milimétrica, pinza y tope con ajuste de altura.</p> <p>Iluminación: LED con control de intensidad variable.</p> <p>Dimensiones: 198 x 380 x 266 mm (Base*Altura*Profundidad)</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Equipo de laboratorio	
Equipo	Características
 <p>Analizador de oxígeno Marca: ADO</p>	<p>Resolución: 0.1 % de oxígeno</p> <p>Precisión: $\pm 2\%$ de lectura</p> <p>Sensor: Célula electroquímica</p> <p>Peso: 450 g</p> <p>Energía: 2 pilas "AA"</p> <p>Dimensiones: 9 x 4 x 14 cm</p>
<p>Procedimiento de análisis</p>   <p>Medidor de peróxidos en Aceites</p>	<p>Rango: de 0.0 a 25.0 meq O₂/Kg</p> <p>Resolución: 0,5 meq O₂/ kg</p> <p>Método: Adaptación del método CE n. 2568/91</p> <p>Dimensiones: 224x87x77mm / 512g</p>

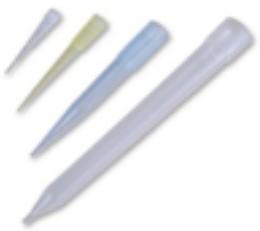
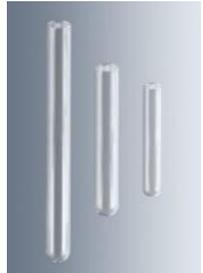
Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Material de laboratorio

Material	Características
 <p>Frascos de vidrio</p>	<p>Elevada resistencia a la temperatura, muy buena resistencia química, dilatación térmica mínima que proporciona alta resistencia a cambios de temperatura.</p> <p>Capacidad: 100 mL. Rosca: GL 45.</p> <p>Marca: VWR</p>
 <p>Tubos con tapón de rosca</p>	<p>Fabricados de vidrio boro silicato 3.3. Resistentes a los cambios de temperatura. Fondo redondo. Áreas mates blancas para rotular. Dimensiones: 150 x 16 mm. Capacidad: 20 mL.</p> <p>Marca: MARIENFELD</p>

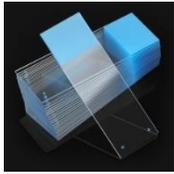
Fuente: Elaboración propia

Continua

Material de laboratorio	
Material	Características
 <p>Cajas de Petri estériles</p>	<p>Recipiente de uso microbiológico de forma circular de plástico cristalino, consta de dos placas una que funciona de tapa y otra de base. Diseñada para evitar la condensación al llenado y manejarse fácilmente, proveen una sujeción estable para apilarlas sin riesgo. Esterilizadas con rayos gamma. Fabricadas con poliestireno cristal virgen de grado médico. Dimensiones: 90 x 15 mm. 540 piezas por caja</p> <p>Marca: Sym Laboratorios</p>
 <p>Micropipetas de volumen variable</p>	<p>Rango de volumen: 100-1000 μL</p> <p>Inexactitud: (\pm) %: 2-0.6</p> <p>Imprecisión: (\pm) %: 0.7-0.2</p> <p>Punta: MJN015</p> <p>Marca: DIGIPETTE</p>
 <p>Puntas para micropipeta</p>	<p>Fabricadas de polipropileno</p> <p>Ref. MJN015</p> <p>Volumen: 100-1000 μL</p> <p>Marca: DIGIPETTE</p>
 <p>Tubos de ensayo</p>	<p>Vidrio borosilicato con borde recto, resistente a cambios rápidos de temperatura y calentamiento local. Distintas capacidades: Capacidad de 6 mL, longitud: 75 x 12 mm, pared: 0.6 mm. Capacidad de 10 mL, longitud: 100 x 13 mm, pared:0.6 mm, Capacidad de 14 mL, longitud:100 x 16 mm, pared:0.7 mm. Marca: MARIENFELD</p>

Fuente: Elaboración propia

Continúa

Material de laboratorio	
Material	Características
 <p>Tubos de ensayo Durham</p>	<p>Tubo de ensayo Durham de vidrio sodocálcico. Longitud: 35 mm. Diámetro exterior: 8 mm. Sin reborde. Envase: paquete de 300</p> <p>Marca: Fisher scientific</p>
 <p>Asa Bacteriologica</p>	<p>1 μL, paquete x 10, transparentes, calibradas y estériles. 10 μL, paquete x 10, azules, calibradas y estériles</p> <p>Marca: CITOPLUS</p>
 <p>Portaobjetos</p>	<p>Portaobjetos de 25x75mm. Superficie cargada (positivo) Grosor de 1 – 1.2mm. Superficie precargada positiva que proporcionan una adhesión excelente de tejido y células</p> <p>Marca: CIENTIFICA SENNA</p>
 <p>Rollo de papel Kraft</p>	<p>El papel kraft 100% natural tiene una resistencia muy superior a otros papeles gracias a que conservan la fibra natural de la madera. Se adapta a todas las formas. Ancho: 69 cm. Gramaje: 125 g/m². Peso: 22 kg</p> <p>Marca: COVERPACK</p>
 <p>Espátula para sembrar</p>	<p>Acero inoxidable 18/10, antimagnético</p> <p>Marca: VWR</p>
 <p>Mortero de porcelana</p>	<p>Alta resistencia química, dilatación de calor mínima, elevada resistencia contra cambio de temperatura. Diámetro interior: 63 mm, Altura interior: 41 mm, Capacidad: 70 mL</p> <p>Marca: MARIENFELD</p>
 <p>Vernier de precisión digital</p>	<p>Tipo electrónico. Rango: 0-6" / 150mm. Ancho de base: 4". Material: Acero inoxidable. Conversión de pulgadas a mm. Peso: 0.27 kg</p> <p>Marca: T&O</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Material de laboratorio	
Material	Características
 <p>Cristalizador de vidrio</p>	<p>Cristalizador de vidrio borosilicato.</p> <p>Medidas: 3140-70180ml 70x503140-80180ml</p> <p>Marca: Pyrex</p>
 <p>Micrómetro</p>	<p>Micrómetro, rango: 0 a 25 mm</p> <p>Mango ergonómico</p> <p>Marca: Mitutoyo</p>
 <p>Agua destilada</p>	<p>Conductancia específica a 25°C: Máximo $1.5 \times 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ($0.88 \times 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). Presentación: Garrafón de 20 litros.</p> <p>Marca: Wöhler</p>
 <p>Soporte universal</p>	<p>Base de color negro. Varilla de acero cromado Soporte con varilla de 500 mm de longitud: base rectangular dimensiones 100x175 mm. Soporte con varilla de 600 mm de longitud: base rectangular dimensiones 140x200 mm. Fabricado en chapa de acero con goma antideslizante.</p> <p>Marca: QuercusLab</p>
 <p>Bureta</p>	<p>Bureta llave vidrio, clase A, 50 mL. Graduación azul. Longitud: 780 mm. Graduación: 0.1 mL. Tolerancia: $\pm 0.05 \text{ mL}$</p> <p>Marca: ENDO glassware</p>
 <p>Matraz Erlenmeyer</p>	<p>Matraz Erlenmeyer de vidrio borosilicato de alta resistencia. Capacidades de: 0.5, 1, 2 y 4 L</p> <p>Marca: Pyrex</p>

Fuente: Elaboración propia

Continua

Material de laboratorio	
Material	Características
 <p>Pipetas serológicas estériles</p>	<p>Fabricadas de poliestireno transparente con escala impresa positiva y negativa, adaptándose a los más diversos usos.</p> <p>Capacidades de: 1 ml, 2 ml, 5 ml y 10 ml</p> <p>Marca: SARSTEDT</p>
 <p>Vaso de precipitado</p>	<p>Fabricados en vidrio borosilicato</p> <p>Gran resistencia al ataque químico y al choque térmico.</p> <p>Graduaciones en color blanco con zona de escritura y pico de vertido. Capacidades de 50, 100, 250 y 400 mL</p> <p>Marca: Pyrex</p>
 <p>Material de acero inoxidable esterilizable</p>	<p>Pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, cuchillos</p>

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Personal

El laboratorio de análisis debe contar con personal calificado y capacitado encargado de la realización de las diferentes pruebas para la liberación del producto.

- Un Químico analista, con experiencia en el área de microbiología y análisis fisicoquímicos en alimentos.
- Un técnico analista con experiencia en técnicas fisicoquímicas y microbiológicas de alimentos.
- Jefe de control de calidad: Químico con currículum orientado al laboratorio de microbiología de alimentos, que cuente con un mínimo de 3 años de experiencia comprobable en el área técnica

3.3.6 Distribución del laboratorio

Para realizar la distribución del laboratorio se empleará el método de Distribución Sistemática de las Instalaciones de la Planta (SLP por sus siglas en inglés). Los códigos de orden de proximidad que se emplean en el método, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 67. Orden de proximidad

Letra	Orden de proximidad	Color de línea
A	Absolutamente necesaria	Negro
E	Especialmente importante	Azul
I	Importante	Verde
O	Ordinaria o normal	Amarillo
U	Sin importancia	Blanco
X	Indeseable	Rojo

Fuente: Elaboración propia

El área de laboratorio se divide en dos secciones: Sección de Análisis fisicoquímicos y Microbiología. En la siguiente tabla se muestra las áreas que componen la sección fisicoquímica del laboratorio.

Tabla 68. Áreas de la sección de análisis fisicoquímicos

Sección de análisis fisicoquímicos	
Código	Área
1	Recepción de muestras
2	Análisis fisicoquímicos
3	Almacén de reactivos
4	Lavado de material
5	Conservación de muestras
6	Desechos
7	Lavado

Fuente: Elaboración propia

Luego se realiza el diagrama de correlación entre las áreas.

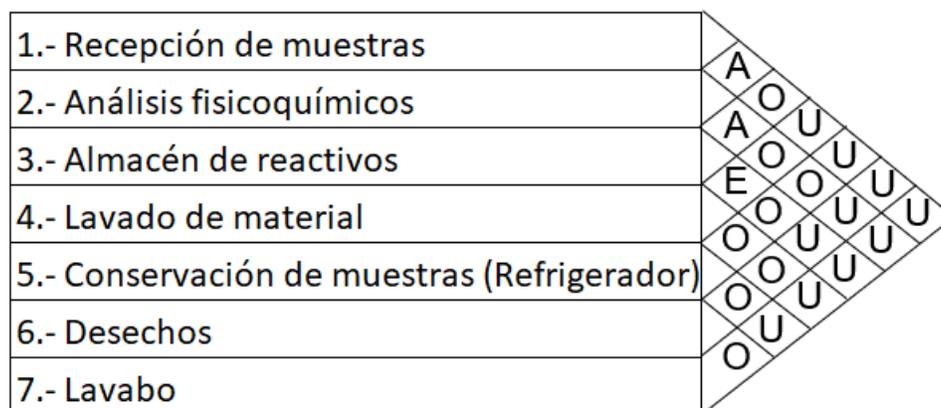


Ilustración 39. Diagrama de correlación de la sección de análisis fisicoquímicos.

Fuente: Elaboración propia

Enseguida se muestra el diagrama de hilos de la sección fisicoquímica del laboratorio.

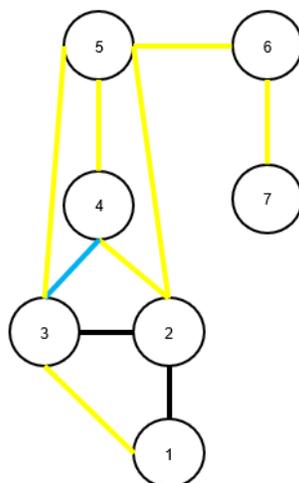


Ilustración 40. Diagrama de hilos de la sección de análisis fisicoquímicos.
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra las áreas que componen la sección microbiológica del laboratorio.

Tabla 69. Áreas de la sección de microbiología

Sección Microbiológica	
Código	Área
1	Recepción de muestras
2	Acondicionamiento de muestras
3	Área de siembra
4	Área de incubación
5	Esterilización/Inactivación
6	Desechos
7	Conservación de muestras
8	Lavabo

Fuente: Elaboración propia

Luego se realiza el diagrama de correlación entre las áreas.

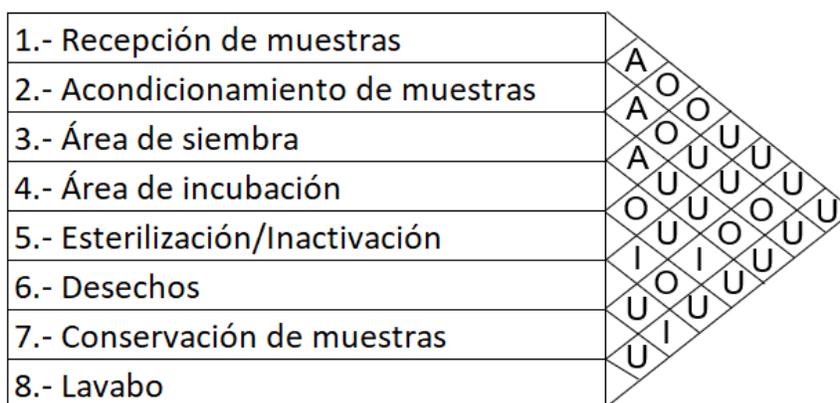


Ilustración 41. Diagrama de correlación de la sección de microbiología.
Fuente: Elaboración propia

Enseguida se muestra el diagrama de hilos de la sección microbiológica del laboratorio.

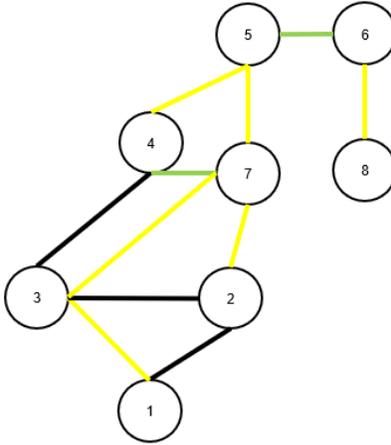


Ilustración 42. Diagrama de hilos de la sección de microbiología. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se establece el lay-out que contempla las secciones de análisis fisicoquímicos y microbiología del laboratorio. Cabe señalar que para realizar el diagrama se toma en cuenta las dimensiones de los equipos y de los espacios requeridos para cada área del laboratorio.

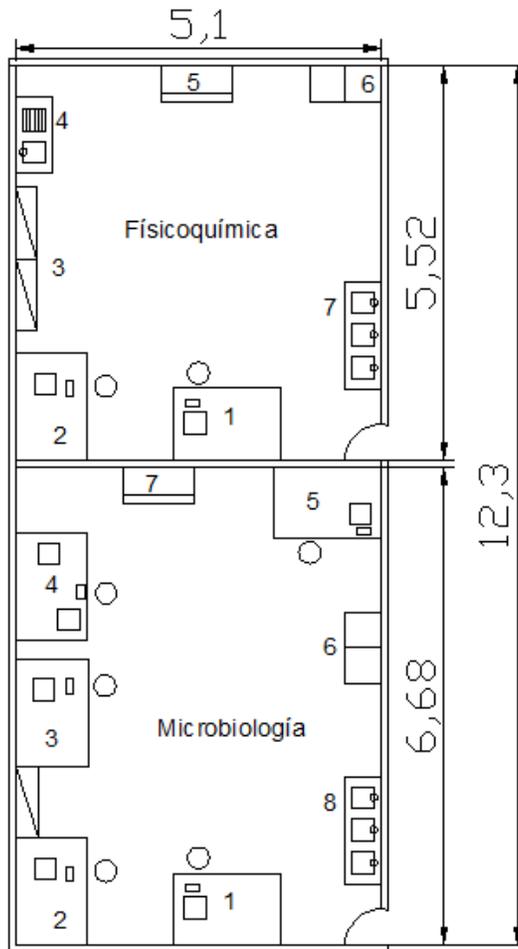


Ilustración 43. Lay-out del laboratorio. Fuente: Elaboración propia

3.4 Mapa general de la empresa

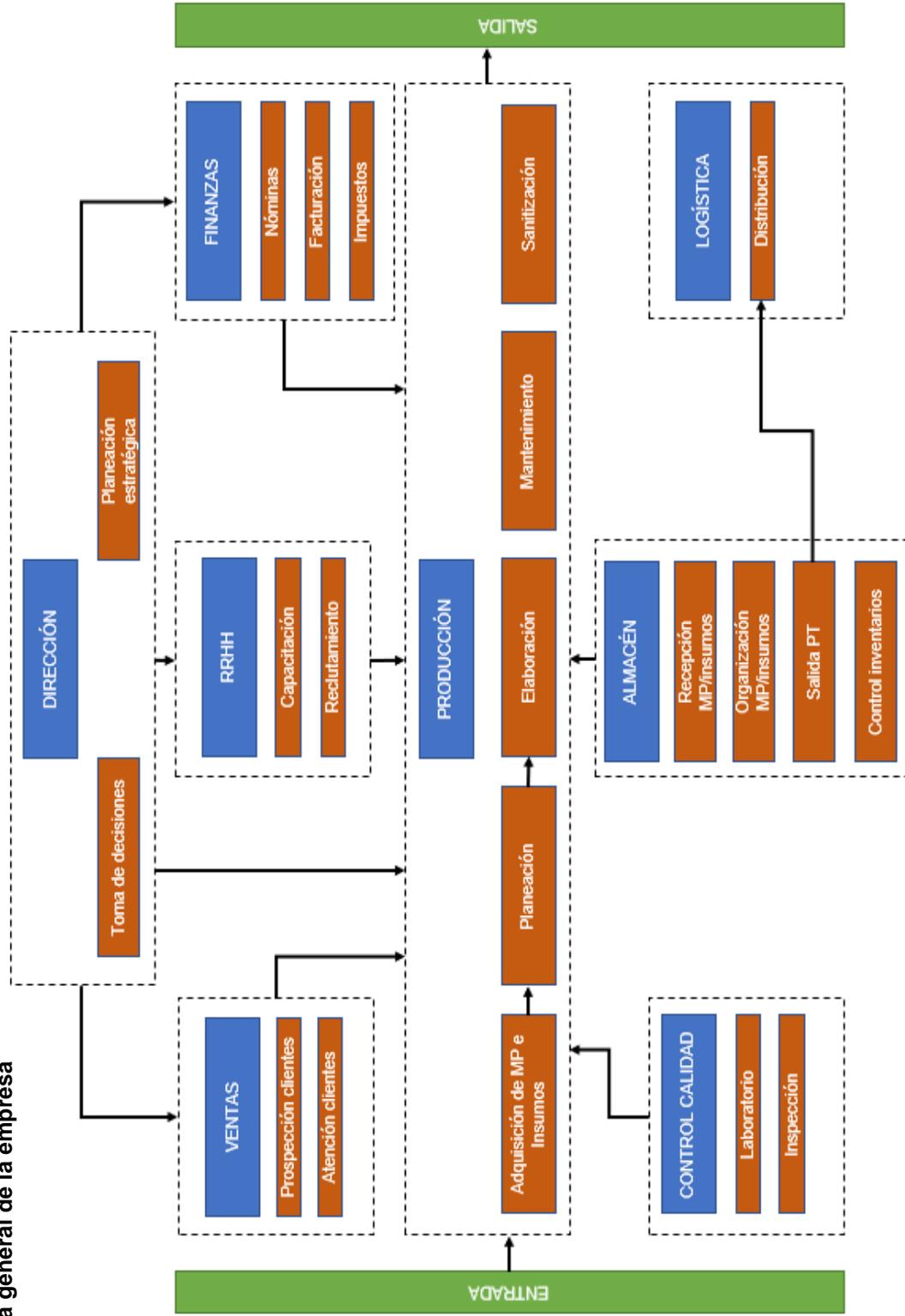


Ilustración 44. Mapa general de la empresa. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV Planificación de inocuidad para el proceso de elaboración y distribución de galleta fina

El diseño de dichos documentos fue con base en:

- 1) Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios
- b) Food and Drugs Administrations (FDA) en su apartado title 21--food and drugs, chapter i--food and drug administration, department of health and human services, subchapter b--food for human consumption, part 110 current good manufacturing practice in manufacturing, packing, or holding human food
- c) Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.
- d) Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2004, Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Contemplando los siguientes puntos:

- Instalaciones. Con este prerrequisito se controlarán todos los peligros relacionados a la infraestructura de la planta para preservar la inocuidad de la galleta desde la materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- Control de materias primas. Diseñado para asegurar la inocuidad desde la recepción de materia prima, así como su almacenamiento.
- Mantenimiento. Enfocado a las buenas condiciones de equipos y utensilios, disminuyendo así los peligros respecto a la inocuidad.
- Limpieza y sanitización. Con este prerrequisito se abarcan todos los aspectos de limpieza que aseguren la inocuidad de la galleta fina, desde equipos de limpieza, tipos de sanitizantes, frecuencia y tipos de limpieza, etc.
- Control de Plagas. Enfocado al control y erradicación de plagas ejecutado por un proveedor externo. De acuerdo a la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (2000) la zona Granjas de México en donde se encuentra la propuesta de ubicación de planta es una zona industrial por lo que en el desarrollo de este plan se consideran plagas presentes en zonas industriales.
- Higiene del Personal. Enfocado a las buenas prácticas higiénicas de todo el personal involucrado en el proceso de almacenaje, producción y distribución de materia prima y producto terminado.

Por último, se determinó mediante el análisis de puntos críticos de control que el horneado era la actividad más importante a controlar desde el punto de vista de inocuidad; planteando un plan HACCP donde el principal factor a controlar es la temperatura por el tiempo determinado. En esta parte el operario cada 5 minutos revisará la temperatura del horno en el lector correspondiente y si hubiera alguna anomalía se encenderá la alarma audiovisual del equipo para que esa variación de la temperatura pueda corregirse de manera inmediata.

4.1 Plan de Programas de Prerrequisito (PPR's)

Tabla 70. Prerrequisito de control de instalaciones

Objetivo	Alcance	Actividades	Ejecución	Vigilancia	Verificación	Medición	Criterios	Procedimientos	Instructivos	Registros
Garantizar que el mantenimiento de la infraestructura evite la contaminación de materia prima, producto en proceso y producto terminado en la elaboración de galleta fina	Aplica a todas las áreas de la empresa	Verificación de instalaciones y áreas	Comisión de seguridad e higiene (NOM-019-STPS-2004)	Jefe de producción	Gerente Técnico	Documental	Rotura, grieta, fisura, daño en pintura	Programa anual de recorridos de verificación (ver layout de la planta)	-	Actas de los recorridos de verificación
		Limpieza de instalaciones y áreas	Personal de limpieza (externo)		Gerente Técnico	Documental	-	Procedimiento de limpieza de instalaciones y áreas Programa de limpieza de instalaciones y áreas	Instructivo de aplicación de productos de limpieza	Registro de limpieza Listas de verificación de actividades de limpieza
		Mantenimiento de instalaciones y áreas	Auxiliar de mantenimiento	Encargado de mantenimiento	Comisión de seguridad e higiene	Documental	-	Programa de mantenimiento de instalaciones y áreas	Instructivo de mantenimiento drenaje,	Reporte de trabajo de mantenimiento
		Mantenimiento correctivo de instalaciones y áreas	Encargado de mantenimiento	Jefe de producción	Comisión de seguridad e higiene	Documental	-	-	mantenimiento de paredes, pisos y techos, tuberías, conductos, rieles, vigas y cables, puertas, ventanas y protecciones, instalaciones eléctricas, lavamanos, sanitarios y comedor, estacionamiento, área de embarque	Actas de los recorridos de verificación Orden de trabajo de mantenimiento correctivo Reporte de trabajo de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Prerrequisito de control de materias primas

Objetivo	Alcance	Actividades	Ejecución	Revisión	Verificación	Medición	Criterio	Procedimientos	Instructivos	Registros
Asegurar que las materias primas utilizadas en la elaboración de galleta fina cumplan con la cualidad de inocuo	Almacén de MP (Ver ilustración 27)	Recepción, identificación y almacenamiento de materias primas	Auxiliar de almacén	Jefe de almacén	Gerente técnico	Documental	-	Procedimiento de recepción, identificación y almacenamiento de materias primas.	Instructivos de almacenamiento de MP	Registro de ingresos y condiciones de MP a almacén Certificados de calidad de MP
		Evaluación de materias primas	Técnico analista	Químico analista	Jefe de control de calidad	Fisicoquímicos -pH (Huevo) -% Humedad (harina) - AGL's (Manteca vegetal) IP (Manteca vegetal) (Páginas 23 y 24) Microbiológicos -Recuento de <i>Bacillus cereus</i> en harina (Página 27)	3.5-14.5% <0.05 1.7-2 meq/kg Negativo	Manual de técnicas de laboratorio	-	Reporte de resultados de evaluación de MP Bitácora de trabajo del laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Prerrequisito de mantenimiento

Objetivo	Alcance	Actividades	Ejecución	Revisión	Verificación	Medición	Procedimientos	Instructivos	Registros
Mantener equipos y utensilios en óptimas condiciones mediante monitoreo a fin de no generar peligros que comprometan la inocuidad en la elaboración y distribución de galleta fina	Área de producción	Mantenimiento Preventivo	Auxiliar de Mantto.	Jefe de Mantto.	Gerente Técnico	Documental	Procedimiento de mantenimiento preventivo de equipos y utensilios Programa de Mantto. Preventivo.	Instructivos de Mantto. y limpieza de: Cernidora, Mezcladora, Extrusor, Rack Espiguero, Horno, Banda, Envasadora, Carro, contenedor, Carro Transportador, Vehículo (Ver tablas 22,23,24,25 y 26) Instructivo de mantenimiento de utensilios Instructivo de Mantenimiento de equipo de laboratorio	Orden de trabajo de Mantto Reporte de trabajo de Mantto. Preventivo Bitácora de Mantto de los equipos
	Almacén de MP Y PT Laboratorio Distribución	Mantenimiento Correctivo	Personal de Mantto. del proveedor de equipo	Jefe de Mantto.	Gerente Técnico	Documental	-	-	Orden de trabajo de Mantto correctivo Reporte de trabajo de Mantto. Correctivo Bitácora de Mantto de los equipos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Prerrequisito de limpieza y desinfección

Objetivo	Actividades	Alcance por áreas	Ejecución	Revisión	Verificación	Medición	Criterios	Procedimientos	Instructivos	Registros
Mantener, equipos y utensilios en condiciones que permitan preservar la inocuidad en el proceso de elaboración y distribución de galleta fina	Limpieza y sanitización de equipo y utensilios	Producción	Operarios	Jefe de producción	Gerente producción	pH	6-8	Procedimiento de limpieza y desinfección de equipos de producción Programa de limpieza y desinfección de equipos de producción	Instructivo de limpieza y desinfección de equipos de producción	Reporte de limpieza y desinfección Bitácora de limpieza y desinfección
		Laboratorio	Técnico analista	Químico Analista	Jefe Control de Calidad	Documental	---	Procedimiento de limpieza y desinfección de equipos de laboratorio Programa de limpieza y desinfección de equipos de laboratorio	Instructivo de limpieza y desinfección de equipos de laboratorio	Bitácora de limpieza y desinfección
		AMP y APT	Auxiliar de almacén	Jefe de Almacén	Gerente Técnico	Documental	--	Procedimiento de limpieza y sanitización de equipos de almacén	Instructivo de limpieza y desinfección de equipos de almacén	Reporte de limpieza y desinfección Bitácora de limpieza y desinfección
		Logística	Chofer	Técnico analista	Químico analista			Procedimiento de limpieza y sanitización de vehículo	Instructivo de limpieza y sanitización de vehículo	Reporte de limpieza y desinfección Bitácora de limpieza y desinfección

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Prerrequisito de control de plagas

Objetivo	Alcance	Actividades	Ejecución	Vigilancia	Verificación	Medición	Criterios	Procedimientos	Instructivos	Registros
Asegurar que se adopten las medidas necesarias para impedir la presencia de plagas en las instalaciones	Aplica a todas las áreas de la empresa (Página 66)	Control de plagas o fauna nociva	Servicio externo de control de plagas	Jefe de producción	Gerente técnico	Consumo de cebo	Si/No	Procedimiento de servicio de control de plagas y fauna nociva	-	Certificado de servicio de control de plagas y fauna nociva
		Ejecución del Sistema de control de plagas		-		Cumplimiento de plan de control de plagas y fauna nociva	-	Plan de control de plagas y fauna nociva	-	Reporte de servicio de control de plagas y fauna nociva (12 meses)
		Control de plaguicidas empleados		Controlador de plagas		Revisión documental	Especificación de uso de cada plaguicida	-	-	Registros emitidos por autoridad competente
		Capacitación de personal / medidas de prevención		Jefe de producción		Examen	Calificación mínima: 8	Procedimiento de capacitación (interno-proveedor)	-	-Examen - Constancias
		Plan de capacitación (RRHH)								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Prerrequisito de higiene del personal

Objetivo	Alcance	Actividades	Ejecución	Revisión	Verificación	Medición	Criterios	Procedimientos	Instructivos	Registros
Asegurar que el personal cumpla los principios de higiene establecidos para las buenas prácticas de manufactura, en el proceso de producción y distribución de galleta fina, evitando la contaminación de materia prima y producto terminado	Aplica a las áreas de producción, almacén, laboratorio y distribución	Control de enfermedades	Jefe de producción	Médico	Sistema de salud	Hoja de alta	Sano/ Enfermo	-	-	Permiso de incapacidad
		Capacitación del personal	Jefe de recursos humanos	Jefe de producción	Jefe de control de calidad	Examen	Calificación mínima de 8	Procedimiento de salud e higiene del personal	Lavado de manos, uso correcto de uniforme	Constancia de capacitación
		Monitoreo de la higiene del personal	Operadores	Jefe de producción	Gerente técnico	Documental	Cumple/no cumple	Procedimiento de salud e higiene del personal	Lavado de manos, uso correcto de uniforme	Bitácora, Acta administrativa, resultados de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

4.2 HACCP

4.2.1 Perfil del producto

Tabla 76. Perfil del producto

Nombre de la empresa	GRUPO FIFI	
Razón social	S.A. DE C.V.	
Domicilio	Tamemes núm.397, Colonia Central de abastos, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09040, CDMX	
Nombre del producto	Galleta Fifi	
Denominación de venta	Galleta fina	
Ingredientes	Harina de trigo galletera, manteca vegetal, azúcar glass refinada, huevo líquido pasteurizado, sal yodada, sulfato de aluminio, saborizante mantequilla-nuez y colorante amarillo huevo 270	
Características fisicoquímicas y microbiológicas	Fisicoquímicas	Microbiológicas
	Humedad: 1.8% - 2% pH: 6.5 - 7	Coliformes Totales: 15 UFC/g <i>E. coli</i> : Negativo Hongos: <10 UFC/g <i>Salmonella</i> sp: Neg. en 25 g
Formato y presentación	Presentación de 10 galletas en una charola termoformada de polipropileno negra, cubierta por bobina impresa de polietileno como empaque primario (1 paquete) y cajas de cartón como empaque secundario con la capacidad de contener 60 paquetes	
Tratamientos tecnológicos	Horneado, Atmósfera modificada de nitrógeno en cada paquete.	
Condiciones de conservación o almacén	a) Almacén de Producto Terminado: temperatura menor a 30°C b) Almacén de Materia Prima: temperatura menor a 30°C para todas las materias primas. El huevo una vez abierto requerirá almacenamiento a temperatura entre 4-8°C.	
Sistema para identificar el producto	Por lote en el formato dd/mm/aaaa/hh:mm. Ejemplo: 27/03/ 2019/ 16:30	
Vida útil del producto	6 meses si el producto se mantiene cerrado. Una vez abierto deberá consumirse inmediatamente.	
Método de distribución	Distribución a 9 bodegas ubicadas en distintos puntos de la CDMX por transporte terrestre	
Uso esperado por el consumidor/Consumidor o usuario	Consumo directo / Población en general	
Peligros inherentes	Ovomucoide, albumina (Asociación Española de Personas con Alergia a Alimentos, 2019) y gluten (alérgenos)	
Medidas precautorias	Declaración en la etiqueta	

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Diagrama de flujo del proceso

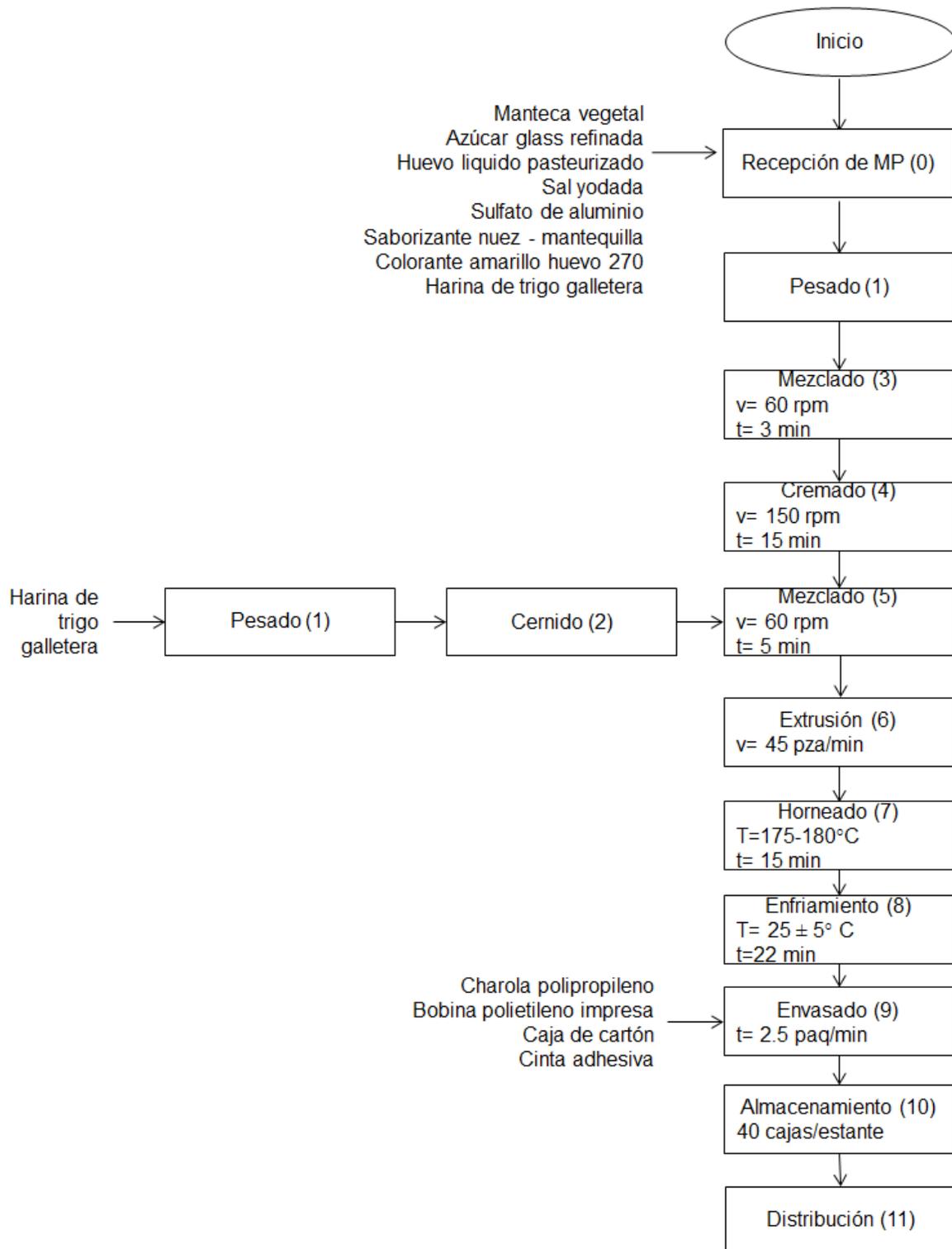


Ilustración 45. Diagrama de flujo del proceso. Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Análisis de peligros

Análisis de peligros de materia prima

Tabla 77. Análisis de peligros de materia prima

Materia prima		Peligro	P	G	Es significativa Sí/No	PPR
Harina de Trigo Galletera	B	<i>B. cereus</i>	B	B	NO	Control de Materia Prima
	F	---	---	---	---	
	Q	Peróxido de Benzoilo (blanqueador)	M	B	NO	
Manteca vegetal	Q	Platino (trazas del proceso de hidrogenación)	I	B	NO	Control de Materia Prima
	Q	Litio (trazas del proceso de hidrogenación)	I	B	NO	
	F	---	---	---	---	
Azúcar Glass Refinada	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Huevo Líquido Pasteurizado	B	Salmonella	B	M	SI	Control de Materia Prima
	Q	Ovomucoide	A	M	SI	
	Q	Albúmina	A	M	SI	
Sal Yodada	B	---	---	---	---	Control de Materia Prima
	F	Materia extraña	A	I	NO	Control de Materia Prima
	Q	Exceso de yodo	I	M	NO	Control de Materia Prima
Sulfato de Aluminio	F	Impurezas	I	B	NO	Control de Materia Prima
Saborizante Mantequilla-Nuez	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Colorante Amarillo Huevo 270	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Bobina de polietileno impresa	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Charola de polipropileno termoformada	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Nitrógeno	-	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima
Cinta adhesiva	F	---	---	---	---	Control de Materia Prima
	Q	Polipropileno acrílico	A	I	NO	
	B	---	---	---	---	
Caja de cartón	F	No se encontraron ningún tipo de peligros respecto a la inocuidad para este producto				Control de Materia Prima

Fuente: Elaboración propia

Análisis de puntos críticos de control en las etapas del proceso

Tabla 78. Análisis de puntos críticos de control en las etapas del proceso

Etapa	Peligro y causa	Medidas preventivas	¿Existen medidas preventivas para este peligro?	¿La etapa está específicamente diseñada para eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable?	¿Puede haber contaminación o puede aumentar el peligro hasta un nivel inaceptable?	¿Una etapa posterior puede eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable?	¿Es PCC?	
0	Recepción de: Huevo líquido	B. Salmonella	PPR de control de materias primas	Si	Si	Si	No	
		Q. Ovomucoide						
		Q. Albúmina						
	Harina	B. Bacillus cereus	PPR de control de materias primas	Si	Si	Si	Si	No
		Manteca vegetal	Platino	PPR de control de materias primas	Si	Si	No	Si
	Litio							
	Sal Yodada	F. Materia extraña	PPR de control de materias primas	Si	Si	No	No	No
		Q. Exceso de yodo						
Sulfato de aluminio	F. Impurezas	PPR de control de materias primas	No	No	No	Si	No	
Cinta adhesiva	F. Polipropileno acrílico	PPR de control de materias primas	No	No	No	Si	No	
Bobina	---	---	---	---	---	---	---	
Caja de cartón	---	---	---	---	---	---	---	
1	Pesado	B: <i>E. coli</i>	PPR - Higiene del personal	Si	No	Si	Si	No
2	Cernido	---	---	---	---	---	---	No
3	Mezclado	Q. Contaminación por mala limpieza del equipo	Prerrequisito Limpieza y Sanitización	Si	No	No	Si	No
4	Cremado	Q. Contaminación por mala limpieza del equipo	Prerrequisito Limpieza y Sanitización	Si	No	No	Si	No
5	Mezclado	Q. Contaminación por mala limpieza del equipo	Prerrequisito Limpieza y Sanitización	Si	No	No	Si	No

Continúa

	Etapa	Peligro y causa	Medidas preventivas	¿Existen medidas preventivas para este peligro?	¿La etapa está específicamente diseñada para eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable?	¿Puede haber contaminación o puede aumentar el peligro hasta un nivel inaceptable?	¿Una etapa posterior puede eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable?	¿Es PCC?
6	Extrusión	Q.Contaminación por mala limpieza del equipo	Prerrequisito Limpieza y Sanitización	Si	No	No	Si	No
7	Horneado	B: <i>Escherichia coli</i>	Prerrequisito de control de materias primas	Si	Si	No	No	Si
		B: <i>Bacillus cereus</i>						
		B: <i>Salmonella</i>						
8	Enfriamiento	---	---	---	---	---	---	No
9	Envasado	B: <i>E. coli</i>	PPR - Higiene del personal	Si	No	No	No	No
		F: Materia extraña	PPR - Control de materia prima PPR - Higiene personal	Si	No	No	No	No
10	Almacenamiento	---	---	---	---	---	---	No
11	Distribución	---	---	---	---	---	---	No

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Plan HACCP

Tabla 79. Establecimiento de plan HACCP para la elaboración y distribución de galleta fina

Peligro a controlar	Límite crítico	Vigilancia	Frecuencia de medición	Acciones correctivas	Acciones de restablecimiento de PCC	Verificador del restablecimiento	Frecuencia de verificación del restablecimiento	Procedimientos y registros
Horneado	175°C 15 min	Operario vigilará la temperatura del horno y detectará anomalías mediante una alarma audiovisual de emergencia.	Cada 5 minutos durante el proceso de horneado.	Incrementar la potencia del horno para que llegue a la temperatura deseada durante el procesamiento del mismo lote sin incrementar el tiempo de horneo.	Termómetro externo (de referencia)	Jefe de Producción	Cada lote	Procedimiento de acción correctiva Procedimiento de restablecimiento de PCC. Registro de la frecuencia de medición. Registro de la verificación de restablecimiento

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Para llevar a cabo el diseño de un plan HACCP de la elaboración y distribución de galleta fina es necesario considerar todos aquellos aspectos que involucran e influyen en el proceso productivo. Primeramente, se determinaron las especificaciones técnicas, tanto de la materia prima como de producto terminado, de la galleta fina a producir. Las especificaciones técnicas de la galleta fina se establecieron con base en la NMX-F-006-1983. Asimismo, se definió el proceso necesario para llevar a cabo la elaboración y distribución de galleta fina. Posteriormente, se determinaron los requerimientos técnicos -mano de obra, maquinaria; equipo; e instalaciones- necesarios para la operación de una planta tipo en la que se fabrique el producto propuesto. En efecto, se llevó a cabo la determinación del número de personal necesario en el área de producción para la elaboración de la cantidad requerida de galleta fina. Finalmente, se realizó el balanceo de la línea de producción considerando la capacidad del proceso, la maquinaria y el número de operarios disponibles.

En el caso de las instalaciones, se propone la ubicación óptima de la planta tipo mediante el uso del método cualitativo por puntos en el que se valoraron factores que se consideran relevantes para la localización. De igual forma, se realizó la distribución de la planta tipo con el uso del enfoque denominado planeación sistemática de la distribución (SLP por sus siglas en inglés), éste enfoque permitió establecer la proximidad de las distintas áreas con base en la interrelación existente entre cada una de ellas. El método SLP se aplicó en el laboratorio, área de producción y en las instalaciones en general. También se propuso el diseño de un laboratorio de análisis fisicoquímico y microbiológico haciendo uso de técnicas que se realizarían para comprobar las especificaciones propuestas de algunas materias primas y del producto terminado; que de la misma manera minimiza la probabilidad de comercializar producto no inocuo. También se definió el equipo, material y medios de cultivo indispensables para la ejecución de las técnicas mencionadas. Por otro lado, se estableció un plan de distribución de la galleta fina. Para ello se consideraron las distintas ubicaciones a las que se debería de distribuir el producto y mediante la aplicación de un algoritmo de optimización se estableció la ruta de distribución que representa la menor distancia recorrida para el vehículo seleccionado.

Para controlar el ambiente en el que se producirá la galleta fina y tomando en consideración la NOM-251-SSA1-1994 se establecieron prerrequisitos, en donde se consideran procedimientos, registros e instructivos que deberán ser implementados a fin de reducir los peligros. Posteriormente, se planteó un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en el que se analizaron los peligros asociados a las materias primas y las diferentes etapas del proceso. En dicho análisis se identificó un punto crítico de control el cual es atendido con base en el plan HACCP que se elaboró al final de la sección IV; el cual minimizaría el riesgo de contaminación por factores físicos, químicos y biológicos del producto; cubriendo así los requerimientos mínimos necesarios establecidos por la NOM-251-SSA1-2009 (2008) y CFR-21 (FDA, 2016) Parte 1 para ser distribuido y comercializado en el área metropolitana de la Ciudad de México.

Referencias

- Antún, J. P., Lozano, A., Hernández, J. C., & Hernández, R. (2005). *Logística de distribución física a minoristas*. Ciudad de México: Instituto de Ingeniería UNAM.
- Asociación Española de Personas con Alergia a Alimentos. (2019). *AEPNAA*. Recuperado el 24 de ABRIL de 2019, de <https://www.aepnaa.org/ver/huevo>
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M. A., Gutiérrez, J. C., Pacheco, A., Rivera, I., y otros. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Badui Dergal, S. (2013). *Química de los alimentos*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Baena, P. (2014). *Metodología de la investigación. Serie integral por competencias*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Barrera Escorcía, G., Fernández Rendón, C., Wong Chang, I., & Ramírez Romero, P. (2013). La sensibilidad del grupo coliforme como indicador de la presencia de enterobacterias patógenas en cuatro cuerpos acuáticos de México. *Hidrobiológica*, 23(1), 87-96.
- Barreto, M., Castillo Ruiz, M., & Retamal, P. (2016). Salmonella enterica: una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. *Revista Chilena Infectol*, 33(5), 547-55.
- Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Bonifaz, A. (2012). *Micología médica básica*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Brain Trust. (2009). *Técnicas para la optimización de rutas de transporte y distribución*. Madrid: Brain Trust Consulting Services.
- Brooks, G., Carroll, K., Butel, J., Morse, S., & Mietzner, T. (2011). *Microbiología médica*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Camacho, A., Giles, M., Ortégón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2013). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más probable o NMP)*. Ciudad de México: Facultad de Química UNAM.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2014). *Administración de operaciones Producción y cadena de suministros*. Madrid: McGraw-Hill.
- Chiarini, A. (2013). *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Milán: Springer.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Ciudad de México: Prentice Hall.
- Comisión del Codex Alimentarius. (1999). *Documento de debate sobre la implementación del HACCP en empresas pequeñas y/o menos desarrolladas*. Washington D.C: OMS.

- Cuatrecasas Árbos, L. (2012). *LA PRODUCCIÓN. Procesos. La relación entre productos y procesos*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.
- Damelio, R. (2011). *The basics of process mapping*. Nueva York: Taylor & Francis.
- Davidson, I. (2019). *Biscuit, Cookie and Cracker Production*. Londres: Elsevier.
- Delcour, J., & Hosney, C. (2010). *Principles of cereal science and technology*. Saint Paul: AACC International.
- Dueñas, G., & Bedolla, B. (2017). *Introducción a la Tecnología de los Alimentos. Tecnología de cereales*. Ciudad de México: ENCB.
- Euromonitor. (2018). *Sweet Biscuits, Snack Bars and Fruit Snacks in Mexico*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.euromonitor.com/sweet-biscuits-snack-bars-and-fruit-snacks-in-mexico/report>
- FAO. (2017). *Manual de control de los alimentos importados basado en el riesgo*. Roma: FAO.
- FDA. (2016). *CFR Title 21*. FDA.
- FDA. (2018). *Mondelēz Global LLC Conducts Voluntary Recall of Certain Ritz Cracker Sandwiches and Ritz Bits Product in the U.S., including Puerto Rico & U.S. Virgin Islands Due to Possible Health Risk*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.fda.gov/Safety/Recalls/ucm614253.htm>
- Federal, A. L. (2000). Decreto por el que se aprueba el programa parcial de desarrollo urbano Granjas México. *Gaceta Oficial Del Distrito Federal*, 96.
- Fennema, O. (2010). *Química de los alimentos*. Nueva York: Editorial Acirbia.
- Geankopolis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Ciudad de México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Ghirardelly, F. (2017). *9 de Julio: Día de la Galleta de azúcar - Mexico - Kantar Worldpanel*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.kantarworldpanel.com/mx/Noticias-/9-de-Julio-Dia-de-la-Galleta-de-azucar->
- González, L. (2019). *Práctica 4 Cursograma analítico*. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de <http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/terminados/aspil/>
- Granados, I., Latorre, L., & Ramírez, E. (2005). *Contabilidad gerencial. Fundamentos, principios e introducción a la contabilidad. Enfoque práctico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gutin, G., & Punnen, A. (2007). *The traveling salesman problem and its variations*. Nueva York: Springer.
- Hernández Orozco, C. (2007). *Análisis administrativo: técnicas y métodos*. San José: EUNED.
- IfM. (2019). *Finite Capacity Scheduling*. Recuperado el 7 de Abril de 2019, de <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/finite-capacity-scheduling/>
- Lacalle, G. (2013). *Gestión logística y comercial*. Madrid: Editex.
- Larrea Murrell, J. A., Rojas Badía, M. M., Romeu Álvarez, B., Rojas Hernández, N. M., & Heidrich Pérez, M. (2013). acterías indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.

- Lezcano, E. (2009). *Guía de buenas prácticas de farmacovigilancia en panaderías y confiterías*. Buenos Aires: Secretaría de Agroindustria.
- Martínez, A., & Cegarra, J. G. (2014). *Gestión por procesos de negocio*. Madrid: Editorial del Economista.
- Medina, A. (2005). *Gestión por procesos y creación de valor público. Un enfoque analítico*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Mejía, C. (2013). *El concepto de la capacidad instalada*. Medellín: Planning Consultores Gerenciales.
- Mentzer, J., DeWitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., y otros. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2017). Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. *LWT*, 80, 537-542.
- Münch, L. (2014). *Fundamentos de administración*. Ciudad de México: Trillas.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2001). *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México: Alfaomega.
- NMX-F-006-S-1983. (1983). *Alimentos. Galletas. Food. Cookie*. México: Dirección General de Normas.
- NMX-F-101-SCFI-2012. (2012). *Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de ácidos grasos libres - Método de prueba*. México: Secretaría de Economía.
- NMX-F-154-SCFI-2010. (2010). *Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del valor de peróxido - Método de prueba*. México: Secretaría de Economía.
- NMX-F-317-S-1978. (1978). *Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods*. México: Dirección General de Normas.
- NMX-F-428-1982 . (1982). *Determinación de humedad (Método rápido de la termobalanza). Foods. Determination of moisture (Thermobalance Rapid Method)*. México: Dirección General de Normas.
- NOM-007-SSA3-2011 . (2010). *Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos*. México: Diario Oficial de la Federación.
- NOM-111-SSA1-1994. (1995). *Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. México: Diario Oficial de la Federación.
- NOM-113-SSA1-1994. (1994). *Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. México: Secretaría de Salud.
- NOM-147-SSA1-1996. (1997). *Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, semolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, semolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitari*. México: Diario Oficial de la Federación.
- NOM-210-SSA1-2014. (2013). *Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos*. México: Diario Oficial de la Federación.

- NOM-247-SSA1-2008. (2009). *Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificac.* México: Diario Oficial de la Federación.
- NOM-251-SSA1-2009. (2008). *Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.* México: Diario Oficial de la Federación.
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna.* Madrid: Pearson Educación.
- OIT. (2014). *Introducción al estudio del trabajo.* Ciudad de México: Limusa.
- OMS. (2002). *Informe sobre la salud en el mundo 2002.* Ginebra: OMS.
- OMS. (2005). *Manual de bioseguridad en el laboratorio.* Ginebra: OMS.
- Osorio Agüero, J., Ramírez Jiménez, I., Gayoso Ayala, A., Fernández Ríos, D., Benítez, N., Casal, C., y otros. (2015). Detección e identificación de hongos en harina de trigo de consumo humano y cuantificación de deoxinivalenol. *Steviana*, 7.
- PAHO. (2019). *Pan American Health Organization.* Recuperado el 8 de Abril de 2019, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10835:2015-peligros-introduccion&Itemid=41449&lang=pt
- PAHO. (2019). *Peligros físicos.* Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10885:2015-peligros-fisicos&Itemid=41432&lang=en
- Pérez, J. A. (2009). *Gestión por procesos.* Madrid: ESIC.
- Peruzzo, A., & Pioli, R. (2016). Micotoxinas en harinas derivadas de trigo y soja detectadas por prueba de Elisa. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 51(5).
- ProMéxico. (2018). *La industria de alimentos procesados en México Febrero 2018.* Ciudad de México: Secretaría de Economía.
- Qi, E., Shen, J., & Runliang, D. (2013). *International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2012) Proceedings.* Berlín: Springer.
- Rase, H., & Barrow, N. (1973). *Ingeniería de proyectos para plantas de proceso.* Ciudad de México: CECSA.
- Roca Mendoza, C. (2004). *Presupuestos para empresas de manufactura.* Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Rodríguez Ángeles, G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli. *Salud pública de México*, 44(5), 50-62.
- Salazar, B. (2016). *Problema del Agente Viajero - TSP - Ingeniería Industrial.* Recuperado el 7 de Abril de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigacion-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>
- Sánchez, J., Correa, M., & Castañeda Sandoval, L. (2016). Bacillus cereus un patógeno importante en el control microbiológico de los alimentos. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(2), 230-242.

Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión. Formulación y Evaluación*. Ciudad de México: Pearson Educación.

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Ciudad de México: Grupo Editorial Norma.

Statista. (2014). *Cookies and crackers per capita consumption worldwide 2014 | Statistic*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.statista.com/statistics/526051/global-cookies-and-crackers-per-capita-consumption-by-country/>

Thakore, S., & Bhatt, B. (2007). *Introduction to Process Engineering and Design*. Nueva Delhi: McGraw-Hill.

Transparency Market Research. (2017). *Biscuits Market - Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2017 - 2025*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.transparencymarketresearch.com/biscuits-market.html>

Vaughn, R. (2004). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Ciudad de México: Reverté Ediciones.

Velázquez Mastretta, G. (1996). *Administración de los sistemas de producción*. Ciudad de México: Limusa.

Workman, D. (2018). *Top Cookies Exporters by Country*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <http://www.worldstopexports.com/top-cookies-exporters-by-country/>

World Health Organization. (2002). Definición y evaluación de los riesgos para la salud. *Informe sobre la salud en el mundo 2002*, pág. 20.

Zhou, W., & Hui, Y. H. (2014). *Bakery products science and technology*. Nueva York: Wiley Blackwell.