



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS
CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Cinthy Mariela Solís García

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, abril de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS
CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CINTHYA MARIELA SOLIS GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

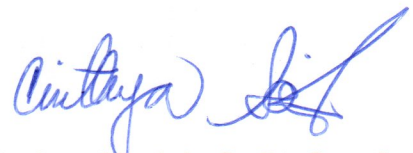
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Ing. Walter Anibal García Pérez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS
CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha febrero de 2015.



Cinthya Mariela Solis García

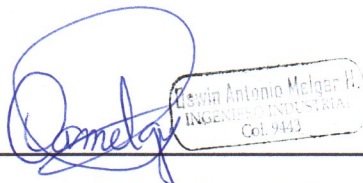
Guatemala, 31 de mayo de 2016

Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio le informo que el trabajo de graduación de la alumna **CINTHYA MARIELA SOLIS GARCÍA**, quien se identifica con el carnet universitario **201122903**, con título **DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, fue asesorado y revisado por mi persona y cumple con los requisitos solicitados, por lo que sugiero su aprobación.

Agradeciendo el apoyo,

Atentamente,



Oswin Antonio Melgar H.
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
Col. 9443

Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Colegiado núm. 9443



REF.REV.EMI.014.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Cinthy Mariela Solis García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.062.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Cinthy Mariela Solis García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

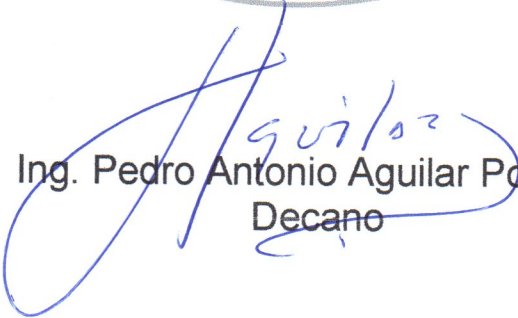


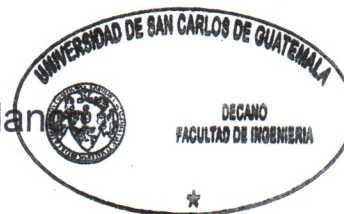
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.203-2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial del trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA ENSAYOS PRÁCTICOS PROPIOS DE LOS CURSOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, presentado por la estudiante: **Cintha Mariela Solis García** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Abril de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por poner en mí camino las oportunidades necesarias para poder estudiar Ingeniería Industrial.
- Mis padres** Sandra García de Solís y Nery Solís, por su apoyo incondicional.
- Mis hermanas** Scarlett y Vivian Solís, por su apoyo en todo momento.
- Mis amigos** Por su amistad incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa que me brindó los conocimientos para alcanzar el triunfo.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme ser parte de ella y así mismo ser el camino para llegar hasta el éxito.
Ingenieros	Sergio Antonio Torres Méndez y Oswin Antonio Melgar Hernández por brindarme su valioso tiempo, conocimientos y apoyarme para llevar a cabo este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	3
1.2. Facultad de Ingeniería.....	3
1.2.1. Reseña histórica	3
1.2.2. Misión	5
1.2.3. Visión.....	5
1.3. Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial	5
1.3.1. Reseña histórica	5
1.3.2. Ubicación.....	6
1.3.3. Visión.....	6
1.3.4. Misión	6
1.4. Centro de Investigaciones de Ingeniería	7
1.4.1. Antecedentes.....	7
1.4.2. Visión.....	8
1.4.3. Misión	8

1.4.4.	Ubicación.....	9
1.5.	Situación actual de las prácticas en EMI.....	9
2.	PROPUESTA PARA DISEÑAR EL LABORATORIO A TRAVÉS DE ENSAYOS PRÁCTICOS.....	11
2.1.	Planta de producción de tortillas de maíz.....	11
2.2.	Maquinaria a utilizar	11
2.2.1.	Amasadora	11
2.2.2.	Afinadora	13
2.2.3.	Tortilladora	15
2.3.	Proceso de fabricación.....	18
2.4.	Propuesta de normas generales de trabajo en el laboratorio...	19
2.4.1.	Hábitos de conducta.....	20
2.4.2.	Equipo de protección personal	20
2.5.	Equipo de seguridad general	21
2.5.1.	Extintores	21
2.5.2.	Botiquín de primeros auxilios	22
2.5.2.1.	Ubicación.....	23
2.5.2.2.	Elementos básicos	23
2.6.	Control de limpieza.....	23
3.	PRÁCTICAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO	25
3.1.	Ingeniería de plantas.....	25
3.1.1.	Práctica de iluminación industrial	25
3.1.1.1.	Introducción.....	26
3.1.1.2.	Objetivos	26
3.1.1.3.	Fundamento conceptual	27
3.1.1.4.	Ejemplo resuelto.....	30
3.1.1.5.	Solución del ejemplo	32

	3.1.1.6.	Trabajo en clase	43
	3.1.1.7.	Trabajo en casa	45
3.1.2.		Buenas prácticas de manufactura	47
	3.1.2.1.	Introducción	47
	3.1.2.2.	Objetivos.....	47
	3.1.2.3.	Fundamento conceptual	48
		3.1.2.3.1. Funciones técnicas de las BPM	48
	3.1.2.4.	Ejemplo resuelto	51
	3.1.2.5.	Solución del ejemplo.....	54
	3.1.2.6.	Trabajo en clase	86
	3.1.2.7.	Trabajo en casa	87
3.1.3.		Distribución de maquinaria	87
	3.1.3.1.	Introducción	87
	3.1.3.2.	Objetivos.....	88
	3.1.3.1.	Fundamento conceptual	88
		3.1.3.1.1. Distribución de planta ...	88
		3.1.3.1.2. Redistribución.....	89
		3.1.3.1.3. Tipos de distribución en planta.....	89
	3.1.3.2.	Ejemplo resuelto	90
	3.1.3.3.	Solución del ejemplo.....	91
	3.1.3.4.	Trabajo en clase	95
	3.1.3.5.	Trabajo en casa	96
3.2.		Control de la producción.....	98
	3.2.1.	Práctica de pronósticos	99
		3.2.1.1. Introducción	99
		3.2.1.2. Objetivos.....	99
		3.2.1.3. Fundamento conceptual	100

	3.2.1.4.	Ejemplo resuelto.....	104	
	3.2.1.5.	Solución del ejemplo	105	
	3.2.1.6.	Trabajo en clase.....	112	
	3.2.1.7.	Trabajo en casa.....	114	
3.2.2.		Práctica de producción continua	115	
	3.2.2.1.	Introducción.....	115	
	3.2.2.2.	Objetivos	116	
	3.2.2.3.	Fundamento conceptual	116	
	3.2.2.4.	Ejemplo resuelto.....	118	
	3.2.2.5.	Solución del ejemplo	121	
	3.2.2.6.	Trabajo en clase.....	134	
	3.2.2.7.	Trabajo en casa.....	137	
3.3.		Ingeniería de Métodos.....	141	
	3.3.1.	Práctica de diagrama de hombre -máquina.....	141	
		3.3.1.1.	Introducción.....	141
		3.3.1.2.	Objetivos	142
		3.3.1.3.	Fundamento conceptual	142
		3.3.1.4.	Ejemplo resuelto.....	144
		3.3.1.5.	Solución del ejemplo	148
		3.3.1.6.	Trabajo en clase.....	151
		3.3.1.7.	Trabajo en casa.....	152
3.4.		Recomendaciones.....	153	
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	155	
	4.1.	Análisis.....	155	
		4.1.1.	Efecto en los estudiantes	155
		4.1.2.	Beneficios que tendrá en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	156
	4.2.	Costo.....	157	

4.2.1.	Recursos humanos.....	157
4.2.2.	Equipo	157
4.2.3.	Utensilios	158
4.2.4.	Materia prima.....	158
4.3.	Análisis de la propuesta.....	159
4.4.	Actividades necesarias para poner en marcha el nuevo laboratorio.....	160
5.	CONTROL Y SEGUIMIENTO	163
5.1.	Generalidades	163
5.2.	Plan de control.....	164
5.2.1.	Normas que pueden ser aplicadas en el laboratorio para ensayos prácticos propios de los cursos del área de producción.....	165
5.2.2.	Características de la materia prima	168
5.3.	Mejora continua	169
5.3.1.	Panificar.....	170
5.3.2.	Hacer	174
5.3.3.	Comprobar.....	174
5.3.4.	Ajustar	176
5.4.	Requisitos de sanidad para instalar una planta de alimentos	178
5.4.1.	Estudio de impacto ambiental.....	178
5.4.1.1.	Requisitos básicos de presentación para estudios de evaluación de impacto ambiental.....	179
5.4.2.	Registro sanitario.....	180
5.4.2.1.	Requisitos y mecanismos para el otorgamiento del registro sanitario.....	181

5.4.2.2. Requisitos y mecanismos para la inscripción sanitaria.....	185
---	-----

CONCLUSIONES.....	193
RECOMENDACIONES	195
BIBLIOGRAFÍA.....	197
APÉNDICES.....	199
ANEXOS.....	203

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Amasadora.....	12
2.	Afinadora.....	14
3.	Tortilladora, rodillos refinadores.....	16
4.	Tortilladora, rodillo cortador	17
5.	Tortilladora, bandeja de salida	18
6.	Plano de distribución física de las instalaciones y mobiliario y equipo.....	19
7.	Procedimiento para activar extintores.....	22
8.	Dimensiones de la planta.....	32
9.	Ficha técnica.....	41
10.	Distribución de luminarias	43
11.	Dimensiones del área de trabajo de la planta de tortillas de maíz	44
12.	Dimensiones de la planta de tortilla de maíz.....	45
13.	Dimensiones área de trabajo planta de ropa deportiva.....	46
14.	Cordones sanitarios	55
15.	Plano de ubicación del equipo, MIP insectos voladores	60
16.	Hoja de control, MIP insectos voladores	62
17.	Captura de insectos voladores.....	62
18.	Plano de ubicación del equipo, MIP roedores.....	65
19.	Captura de roedores	69
20.	Ejemplo de control de reposaderas	70
21.	Plano de ubicación del equipo, MIP insectos rastreros.....	73

22.	Recepción de materiales	78
23.	Ciclo de purificación del agua	79
24.	Control de operaciones.....	80
25.	Formato de control de materia prima, ejemplo:	82
26.	Formato de control de producto terminado, ejemplo:	83
27.	Formato de seguimiento y rastreabilidad, ejemplo:	83
28.	Ficha de inspección de buenas prácticas de manufactura para fábrica de alimentos procesados	85
29.	Planta de alimentos	86
30.	Distribución óptima	95
31.	Gráfico de ventas reales.....	106
32.	Proceso de producción	119
33.	Proceso de producción, trabajo en clase.....	136
34.	Proceso de producción, trabajo en casa.....	140
35.	Ejemplo del diagrama Hombre-Máquina	144
36.	Diagrama hombre máquina a mejorar (amasadora)	146
37.	Diagrama hombre máquina a mejorar (afinadora).....	147
38.	Método propuesto.....	150
39.	Proceso de producción de tortillas de frijol, queso y tacos	152
40.	Proceso de producción de tortillas blancas, de queso y frijol	152
41.	Mejora continua: círculo de Deming	170
42.	Diagrama de flujo.....	172
43.	Diagrama de Gantt	173
44.	Diagrama de Ishikawa	173
45.	Diagrama Pareto.....	175
46.	Diagrama de correlación.....	175
47.	<i>Check List</i>	176
48.	Diagrama de afinidad.....	177
49.	Análisis de valor agregado	178

50.	Carátula de datos generales para instrumentos ambientales	180
51.	Formulario de inscripción sanitaria de alimentos	183
52.	Formulario de inscripción sanitaria de alimentos	184
53.	Contraseña de recepción de documentos.....	186
54.	Ejemplo de licencia sanitaria.....	187
55.	Certificado de registro sanitario	188
56.	Tarjeta de salud	189
57.	Tarjeta de manipulación de alimentos.....	190
58.	Tarjeta de pulmones	191

TABLAS

I.	Prácticas del laboratorio de <i>MakerSpace</i>	10
II.	Coeficientes de reflexión.....	28
III.	Clasificación de trabajos, según las normas IES	29
IV.	Rangos de iluminación en LUX.....	30
V.	Factores de peso	30
VI.	Análisis de factores de peso	33
VII.	Valores de Rcc en la tabla.....	35
VIII.	Cálculo de pcc	36
IX.	Cálculo de coeficiente de utilización K.....	37
X.	Cálculo de pcp	38
XI.	Cálculo de corrección para K (x)	38
XII.	Plaguicidas.....	66
XIII.	Plaguicida, MIP insectos rastreros	74
XIV.	Plan de capacitación del personal sobre buenas prácticas de manufactura	77
XV.	Diagrama multiproducto	91

XVI.	Matriz de origen a destino.....	92
XVII.	Matriz de volumen de producción.....	93
XVIII.	Cálculo de centro de distribución.....	94
XIX.	Diagrama multiproducto.....	96
XX.	Diagrama multiproducto.....	98
XXI.	Ecuaciones a utilizar.....	102
XXII.	Ventas reales.....	105
XXIII.	Resultados de las ecuaciones.....	107
XXIV.	Datos tabulados.....	109
XXV.	Proyección de ventas.....	110
XXVI.	Datos Vnuevas.....	111
XXVII.	Pronóstico de riesgo.....	112
XXVIII.	Ventas históricas, trabajo en clase.....	113
XXIX.	Ventas históricas, trabajo en casa.....	114
XXX.	Formato general de una matriz de asignación.....	118
XXXI.	Demanda.....	119
XXXII.	Cantidad de operarios.....	120
XXXIII.	Materiales.....	120
XXXIV.	Energía eléctrica.....	121
XXXV.	Cantidad de horas requeridas, tortillas blancas y de frijol.....	123
XXXVI.	Cantidad de horas requeridas tortillas con queso.....	124
XXXVII.	Resumen de costos.....	127
XXXVIII.	Disponibilidad de horas.....	128
XXXIX.	Porcentaje de requerimiento.....	128
XL.	Disponibilidad de horas normales por producto.....	129
XLI.	Disponibilidad de horas extra por producto.....	129
XLII.	Matriz de preanálisis: tortilla blanca.....	130
XLIII.	Matriz de preanálisis: tortilla con frijol.....	130
XLIV.	Matriz de preanálisis: tortilla con queso.....	131

XLV.	Matriz de asignación: tortilla blanca	132
XLVI.	Matriz de asignación: tortilla con frijol	133
XLVII.	Matriz de asignación: tortilla con queso	134
XLVIII.	Demanda, trabajo en clase	135
XLIX.	Cantidad de operarios, trabajo en clase.....	135
L.	Energía eléctrica, trabajo en clase	136
LI.	Materiales, trabajo en clase	137
LII.	Demanda, trabajo en casa	138
LIII.	Cantidad de operarios, trabajo en casa	139
LIV.	Energía eléctrica, trabajo en casa.....	139
LV.	Materiales, trabajo en casa	140
LVI.	Porcentaje de utilización del hombre máquina.....	148
LVII.	Porcentaje de utilización hombre máquina	149
LVIII.	Actividades realizadas para la producción de tortillas con queso, y frijol y tacos.....	151
LIX.	Actividades realizadas para la producción de tortillas blancas, y queso y frijol.....	153
LX.	Recursos humanos	157
LXI.	Precios de los utensilios.....	158
LXII.	Precio de los ingredientes tortillas.....	159
LXIII.	Mantenimiento y limpieza.....	159
LXIV.	Actividades a realizar para poner en marcha el nuevo laboratorio...	160
LXV.	Cronograma de prácticas a realizar en el laboratorio	161
LXVI.	Características de la materia prima.....	169

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Aw	Actividad acuosa
BTU	Unidad térmica británica
°C	Grado Celsius
cm	Centímetros
E	Flujo luminoso lux
Em	Espaciamiento máximo
ETAS	Enfermedades transmitidas por alimentos
°F	Fahrenheit
Fm	Factor de mantenimiento
g	Gramos
hca	Altura de la cavidad del ambiente
hcc	Altura de la cavidad del cielo
hcp	Altura de la cavidad del piso
Hp	Caballo de fuerza
k	Coefficiente de utilización
kg	Kilogramo
L	Largo del edificio
m	Metro
mg	Miligramos
min	Minutos
MIP	Manejo de plagas integrado
ml	Mililitros

n	Número de periodos
P	Pronóstico de riesgo
pc	Reflectancia del techo
pcc	Reflexión efectiva cavidad cielo
pcp	Reflexión efectiva cavidad piso
pf	Reflectancia del suelo
pp	Reflectancia de la pared
Q	Total del volumen de aire a evacuar
Ra	Renovación del aire/hora
Rca	Relación de cavidad ambiente
Rcc	Relación de cavidad cielo
Rcp	Relación cavidad piso
TQM	Gestión de calidad total
UV	Radiación ultravioleta
V_n	Venta real
W	Ancho del edificio
X_{hor}	Promedio de ventas horizontal
X_{ver}	Promedio de ventas vertical
φ	Diámetro
φ_L	Flujo luminoso por luminaria
φ_T	Flujo luminoso total

GLOSARIO

Afinadora	Máquina utilizada para eliminar los grumos de la masa.
Amasadora	Máquina utilizada para mezclar los ingredientes en la elaboración de tortillas de maíz.
Anticoagulante	Tipo de cebo utilizado para envenenar roedores, el cual interfiere con la coagulación de la sangre lo que provoca una hemorragia espontánea y posteriormente la muerte.
Batch	Unidad de medida que se utiliza para designar el rendimiento de la cantidad de producto terminado como resultado de la utilización de determinados insumos.
BMP	Descripción del proceso para la reorganización de la bodega de materias primas.
BPM	Inocuidad y seguridad alimentaria en las prácticas de manufactura. Las buenas prácticas de manufactura (BPM) se aplican en todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos.

BPT	Lugar donde se almacena el producto terminado.
Cebos	Alimento o sustancia que se utiliza para atraer una presa.
Check list	Formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.
Ciclo de Deming	Estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, es muy utilizado por los sistemas de gestión de la calidad y los sistemas de gestión de la seguridad de la información, también conocido como círculo PDCA.
CII	Centro de Investigación de Ingeniería.
Curva sanitaria	Diseñada para resolver los problemas de las áreas de producción donde se requiere extrema limpieza y sanidad, con la finalidad de evitar la acumulación de bacterias.
HACCP	Análisis de peligros y puntos de control críticos. El análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

Incandescente	Permite percibir los colores de manera fiel y emite un color de luz cálido en el ambiente. Se enciende instantáneamente y dispersa uniformemente la luz.
Índice estacional	Factor de corrección utilizado para series de datos estacionales.
Línea de producción	Seguimiento de componentes discretos, que pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado siguiendo la secuencia para la fabricación del producto.
Luminarias	Conjunto de elementos que se necesitan para ubicar y proteger una o más lámparas de cualquier tipo y los elementos auxiliares, en caso que corresponda, se le denomina luminaria.
<i>Lux</i>	Unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación.
Norma ISO	La ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer normas de fabricación, comercio y comunicación en todo el mundo.
Pasteurización	Método utilizado con el fin de destruir microorganismos sin alterar el líquido. Consiste en someter el líquido a 80 grados durante un período de tiempo corto, enfriándolo rápidamente.

Plaguicida	Sustancia química utilizada para destruir plagas de animales y plantas.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que al interactuar juntas en los elementos de entrada los convierten en resultados.
Rastreabilidad	Obtención de la información de determinado producto desde que es creado hasta el punto de venta.
Reflectancia	Capacidad de un cuerpo de reflejar la luz.
Tortilladora	Máquina utilizada para la elaboración de tortillas, cuenta con un molde cortador para dar la forma de tortillas y la banda transportadora en la cual se cuece la tortilla.

RESUMEN

La carrera de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial presenta grandes retos para los estudiantes que lo cursan, contando con varias áreas en las cuales se puede especializar, para efectos de este trabajo de graduación se toma en cuenta el área de producción, por ser una de las áreas más fuertes para los futuros Ingenieros Industriales y Mecánicos Industriales, además de necesitar para su comprensión laboratorios educativos en los cuales se puedan desarrollar habilidades de liderazgo, investigación, resolución de problemas reales con el contacto directo con la maquinaria industrial, entre otros.

Se propone un laboratorio de producción de tortillas de maíz, por ser un producto que es fácil de elaborar, con pocos ingredientes como base, los cuales al ser mezclados con otros complementarios pueden formar varios productos de la misma línea, esto ayudará que los alumnos, al realizar las prácticas puedan tener un mejor aprendizaje. Las máquinas necesarias para producir las tortillas son: amasadora, afinadora y tortilladora, de las cuales se presentan planos que servirán como herramienta para la escuela de mecánica en la fabricación y elaboración de la maquinaria.

Se presenta ejemplos de prácticas que se pueden utilizar en el laboratorio, tomando las clases de Ingeniería de plantas y control de la producción. Cada práctica está diseñada para que el estudiante pueda tener un conocimiento del tema que le permita tomar decisiones importantes con base a la interacción que se tendrá con la maquinaria y así perfeccionar las habilidades de resolución de problemas que será de ayuda para obtener un mayor desarrollo en el ámbito laboral.

Se presenta un análisis sobre como el laboratorio podrá beneficiar a los estudiantes y los costos que estarán involucrados en la realización del proyecto, se detallan los costos del personal encargado del laboratorio, los costos de la materia prima en donde se presentan varias propuestas que pueden llegar a ser muy interesantes respecto a la didáctica que pueda llegar a surgir con la utilización de la maquinaria y los costos de los utensilios a utilizar.

Como todo proyecto debe de tener un control, se proponen diversos métodos de control y seguimiento cuando el laboratorio esté instalado, así mismo se presentan los requisitos importantes que pide el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para poner a funcionar una planta de alimentos, se presentan los requisitos que deben de tener los trabajadores y los estudiantes para poder laborar en el laboratorio de alimentos. Se complementa con propuestas de los hábitos de conducta, el área de extintores, el equipo de protección personal, entre otros.

Los estudiantes pueden llegar a obtener mejores oportunidades de trabajo, puesto que se desarrollarán mejor en el ámbito laboral al tener los conocimientos prácticos de trabajar en una planta de producción de alimentos, conocerán los problemas más frecuentes y utilizarán su ingenio para proponer mejoras y soluciones.

OBJETIVOS

General

Diseñar un laboratorio para la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial para ensayos prácticos propios de los cursos del área de producción.

Específicos

1. Proponer el producto adecuado que contribuya a la diversidad de temas a abarcar en las prácticas del área de producción.
2. Presentar los planos de la maquinaria a utilizar en el laboratorio.
3. Proporcionar prácticas como modelo para ser utilizadas en el laboratorio del área de producción.
4. Analizar las posibles mejoras en cuanto al rendimiento y capacidad que puedan obtener los estudiantes, debido a un laboratorio práctico.
5. Indicar los métodos de control y seguimiento a utilizar en el laboratorio tomando en cuenta el control de calidad.

INTRODUCCIÓN

La visión de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial es ser acreditada, en donde uno de sus requisitos es la investigación y la utilización de un laboratorio especialmente para impartir prácticas. La importancia de un laboratorio radica en la optimización de los conocimientos que se han impartido en las cátedras para ponerlas en práctica.

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería es el establecimiento encargado de prestar servicios a los estudiantes, empresas públicas y privadas, la cual realiza diversos estudios y ensayos de laboratorios, según su aplicabilidad. En el primer capítulo se detallan los antecedentes del Centro de Investigaciones y de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, además se detallan los requerimientos esenciales que deben de tener los laboratorios para su implementación.

Seguido de la presentación de la propuesta del laboratorio, el cual será de elaboración de tortillas de maíz, se detallan las máquinas a utilizar, tales como: la amasadora, la afinadora y la tortilladora.

Se proponen como ejemplo las prácticas a utilizar en los cursos de Ingeniería de plantas y control de la producción los cuales servirán de guía para la elaboración de las prácticas de los demás cursos. Se complementa la propuesta con un análisis del beneficio obtenido por los estudiantes y un análisis de los costos. Por último, se diseña un plan de mejora continua, el cual tiene por objetivo llevar un control sobre las actividades que se realizarán en el laboratorio.

1. GENERALIDADES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos de Guatemala es el ente responsable de facilitar el estudio y búsqueda de soluciones de la problemática nacional. Promover la investigación científica y dar a conocer los resultados ante la población guatemalteca.

1.1.1. Reseña histórica

La Universidad de San Carlos de Guatemala ha tenido cinco épocas importantes que la volvieron la universidad más grande de Guatemala. Teniendo sus inicios con el apoyo del primer obispo de Guatemala, Francisco Marroquín, quien solicitó la aprobación real para fundar una cátedra de gramática y así dar inicio a una serie de colegios de enseñanza superior que serían a beneficio de hijos de españoles pobres.

Décadas después, el 31 de enero de 1676, el Rey Carlos II remitió una real cédula en la cual autoriza fundar una universidad y así inicia la Universidad de San Carlos de Guatemala con cinco cátedras las cuales serían: cánones, leyes, medicina, teología escolástica y moral, además de dos cursos de lenguas. El 18 de junio de 1687 obtuvo categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI.

Luego de la independencia de América Central, la universidad se llamó Pontificia Universidad de San Carlos Borromeo, en 1834, se inauguró la

Academia de Ciencias implementando la enseñanza del álgebra, geometría, trigonometría y física. Marcando así la segunda época de la Universidad.

En el año 1879 se crearon las facultades de Literatura, Filosofía e Ingeniería. Luego de varios intentos para conseguir la autonomía universitaria, el 20 de octubre de 1944 fue concedida con Decreto núm. 12 y así pasó a llamarse Universidad de San Carlos de Guatemala. En ese mismo año se crearon las Facultades de Humanidades, Agronomía, Arquitectura y Ciencias Económicas. Igualmente se aceptó a mujeres y a todos los integrantes de la sociedad guatemalteca.

Al siguiente año se estableció la Ley orgánica de la universidad y la Ley de Colegiación Profesional de forma obligatoria para todos los profesionales graduados que practican su profesión.

Con la Autonomía Universitaria y la Ley Orgánica, la universidad tiene libertad de seleccionar a las autoridades que la representan, así como al personal docente sin intervención del Estado, el manejo de fondos, la adquisición del patrimonio, entre otros.

1.1.2. Misión

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.

1.1.3. Visión

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental, con una gestión actualizada, dinámica, efectiva y con recursos óptimamente utilizados, para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.

1.2. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería proporciona las herramientas de aprendizaje necesarias para que el estudiante desarrolle habilidades técnicas y científicas las cuales serán aplicadas en el ámbito laboral.

1.2.1. Reseña histórica

Inicialmente en la Universidad de San Carlos de Guatemala se impartían los cursos de gramática, teología, derecho. Más tarde se introdujo en la docencia la medicina. Fue en 1769 que se creó la Academia de Ciencias y con ello se impartían los cursos de geometría, trigonometría, álgebra y física; graduando así a los primeros Agrimensores.

Posteriormente, en 1873 se fundó la Escuela Politécnica que graduó a Ingenieros Militares especializados en topografía y telegrafía. La facultad de Ingeniería se separa de la Escuela Politécnica en 1882, siendo el primer Decano el Ingeniero Cayetano Batres del Castillo.

Luego de una serie de cambios para la Facultad de Ingeniería en 1930 se establece la Carrera de Ingeniería Civil. En el año 1944 al obtener la Autonomía Universitaria, la Facultad de Ingeniería se adhiere a la Ley Orgánica de la Universidad.

En 1953 se crea la carrera de Ingeniero Arquitecto, formando así la Facultad de Arquitectura. Debido al incremento de la población estudiantil, la Facultad tuvo que, situado en la Ciudad Universitaria en 1959, en ese mismo año se crea el Centro de Investigaciones de Ingeniería, con el apoyo de instituciones públicas y privadas.

En 1966 se creó el primer programa centroamericano de estudios de Postgrado, iniciando con la Maestría de Ingeniería Sanitaria y en Recursos Hidráulicos.

Posteriormente en 1967 se inauguró la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con las carreras de Ingeniería Mecánica Industrial e Ingeniería Industrial. En 1970 se inició la reestructuración del Plan de Estudios de la Facultad, aprobado por la Junta Directiva y por el Consejo Superior Universitario. Luego en 1974 se comenzó con la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. Y en 1986 la carrera de Ingeniería Mecánica creó su propia Escuela y se separa de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

El Edificio de Aulas del T-3 se remodeló en 1999 y se instaló el laboratorio de computación de la Facultad de Ingeniería. En 2003 se crea la Maestría en Gestión Industrial. Al siguiente año, se establece el Diplomado en Administración de Empresas para todas las carreras y para la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se da la opción de Competencias Gerenciales.

1.2.2. Misión

Formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país y la región.

1.2.3. Visión

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales emprendedores en distintas áreas de la ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.

1.3. Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial

La Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial es el encargado de formar profesionales con conocimientos sobre administración, producción y métodos cuantitativos para la toma de decisiones.

1.3.1. Reseña histórica

La carrera de Ingeniería Mecánica Industrial comienza a formarse en el año 1956 en la reunión del Comité de Cooperación Económica de Istmo Centroamericano.

Ya en 1966 el Consejo Superior Universitario aprobó la creación de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, con el plan de estudios elaborado con el apoyo del Consejo Nacional de Planificación Económica del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, de la Cámara de Industria, de la Misión Internacional del Trabajo y el Centro de Productividad Industrial.

El Consejo Superior Universitario en la Acta No. 911 punto 5°, autorizó la creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 8 de enero de 1966. Luego se aprobó el plan de estudios con 12 semestres. Y en 1967 inició el primer semestre de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial.

1.3.2. Ubicación

Actualmente la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se encuentra en el tercer nivel del edificio T-1 en el Campus Universitario.

1.3.3. Visión

En el año 2022 la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial acreditada a nivel regional y con excelencia académica, es líder en la formación de profesionales íntegros, de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, que contribuyen al desarrollo sostenible del entorno.

1.3.4. Misión

Preparar y formar profesionales de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, capaces de generar e innovar sistemas y adaptarse a los desafíos del contexto global.

1.4. Centro de Investigaciones de Ingeniería

El Centro de Investigaciones de Ingeniería es el encargado de promover la investigación científica y técnica mediante de la realización de prácticas para la formación de criterio de los futuros profesionales.

1.4.1. Antecedentes

La finalidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) es promover la investigación, la extensión, la docencia universitaria y el aprendizaje práctico de la teoría vista en las aulas. Siendo uno de los pilares la investigación, el 27 de julio de 1963 el Consejo Superior Universitario aprobó el acuerdo para la creación del CII.

Inicialmente el CII se solicitó para unificar el laboratorio de materiales de construcción de la Facultad de Ingeniería con el de la Dirección General de Obras Públicas, posteriormente se integraron todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería.

En 1999 se aumentó la participación en los Programas de Investigación, al igual que la vinculación internacional. Posteriormente en el 2007 se comenzó con la ampliación del Edificio T-5 en el cual se encuentran los laboratorios de Química y el Área de Prefabricados.

En el 2010 se establece la sección de gestión de la calidad como apoyo en la investigación de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial. Realizando investigaciones de productos elaborados con el reciclaje de tetrabrik, plásticos, además de investigaciones de producción más limpia y técnicas relacionadas con la seguridad industrial.

Posteriormente de inauguró el laboratorio de diseño y elaboración de productos de limpieza, llamado *MakerSpace* promoviendo la investigación y la práctica.

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería funciona como un ente que promueve la investigación, la capacitación, la docencia y la extensión a fin de cumplir con la misión y la visión de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.4.2. Visión

Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.

1.4.3. Misión

Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que

estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.

1.4.4. Ubicación

Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC
Ciudad Universitaria, Zona 12. Edificio T5, Nivel 2.
TEL. (502) 2418-9115. Fax (502) 2418-9121
Edificio Ingeniero Emilio Beltranena.

1.5. Situación actual de las prácticas en EMI

El laboratorio de producción con el que actualmente se trabaja es el de *MakerSpace* a cargo de la Ingeniera Nora García, siendo el primer laboratorio con el que cuenta la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, las prácticas consisten en el desarrollo de productos de limpieza, tales como: desinfectante, jabón de manos, limpia vidrios, jabón de lavadora, entre otros. El equipo que se utiliza es: la mezcladora, llenadora, compresor, balanzas y mesas de acero inoxidable.

Tabla I. **Prácticas del laboratorio de *MakerSpace***

Curso	Práctica
Ingeniería de Plantas	Factores ambientales Operaciones Tratamiento de plantas
Ingeniería de Métodos	Diagramas de recorrido y flujo 6 sigma Bimanual y H-M/ balance de líneas
Controles industriales	X-R, X-S, atributos
Control de la producción	Pronósticos Planificación
Diseño para la producción	Empaque
Mercadotecnia	Desarrollo de producto

Fuente: sección de Gestión de la Calidad CII.

2. PROPUESTA PARA DISEÑAR EL LABORATORIO A TRAVÉS DE ENSAYOS PRÁCTICOS

2.1. Planta de producción de tortillas de maíz

Para la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se propone el diseño de una planta de producción de tortillas de maíz ya que por ser un producto versátil ayudará a realizar las prácticas de los cursos del área de producción.

2.2. Maquinaria a utilizar

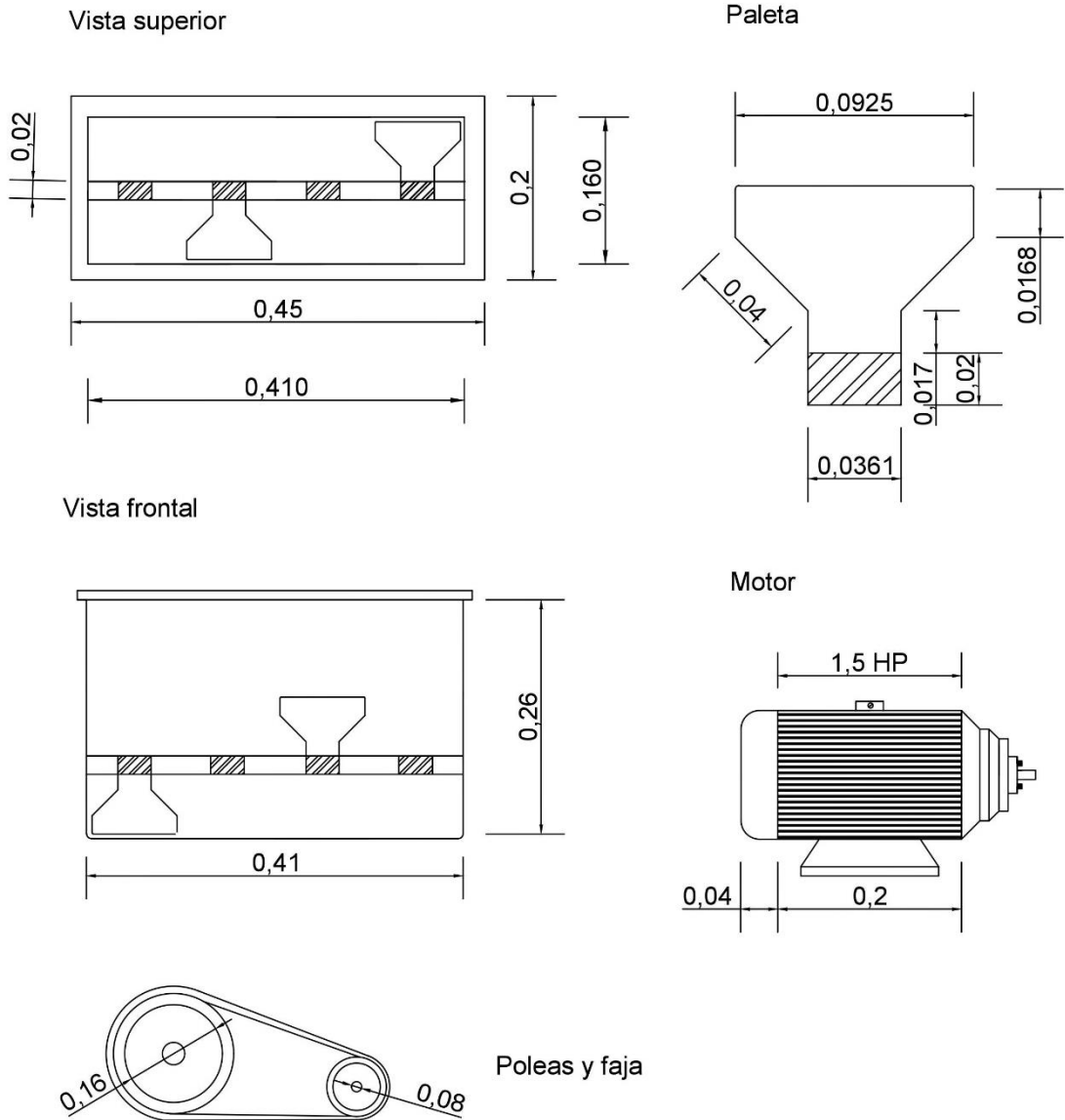
En el proceso de elaboración de tortillas de maíz se utilizará una máquina amasadora, una afinadora y una tortilladora.

2.2.1. Amasadora

La amasadora será utilizada para mezclar todos los ingredientes que lleve la masa que se desea elaborar, por ejemplo, harina de maíz, agua y sal. Constará de cuatro paletas que girarán con ayuda de un motor de 1,5 Hp. Ver anexo, figura 62.

- Voltaje monofásico
- Medidas: largo 0,2 mts, ancho 0,45 mts, alto 0,26 mts
- Acero inoxidable

Figura 1. Amasadora



Amasadora

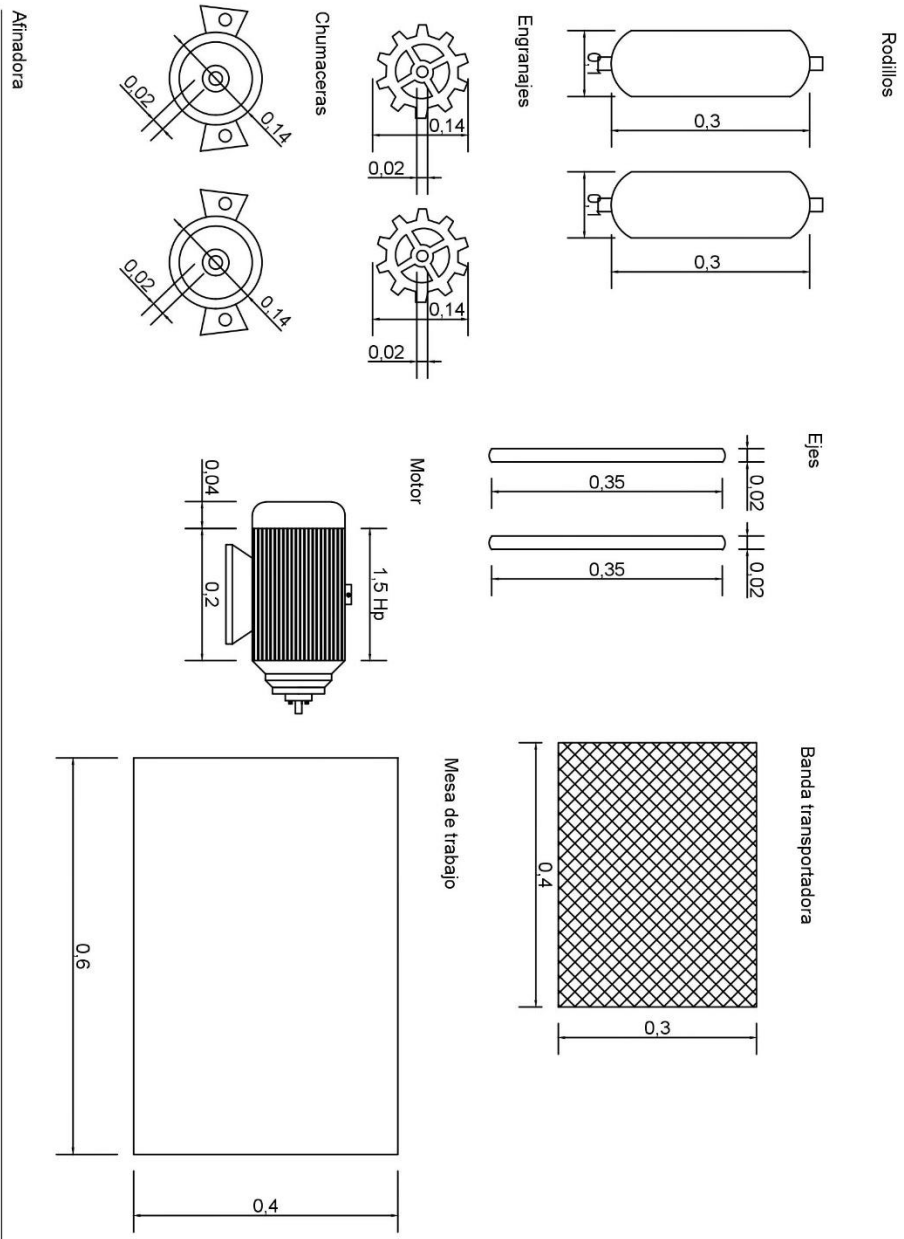
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.2.2. Afinadora

La mezcla que se obtiene al utilizar la máquina amasadora queda con grumos, por lo que se requiere utilizar la afinadora que logra una masa fina con la ayuda de rodillos, posteriormente queda lista para ser utilizada en la tortilladora.

- Voltaje monofásico
- Acero inoxidable
- Medidas: largo 0,6 mts, ancho 0,4 mts, alto 0,25 mts

Figura 2. Afinadora



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

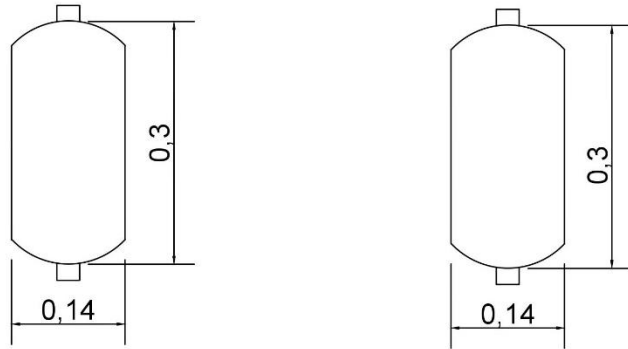
2.2.3. Tortilladora

Ya en la tortilladora la masa parará por cuatro rodillos, dos afinadores, uno cortador y uno encargado de expulsar la tortilla a la banda transportadora. Ver anexo, figura 63 – 66.

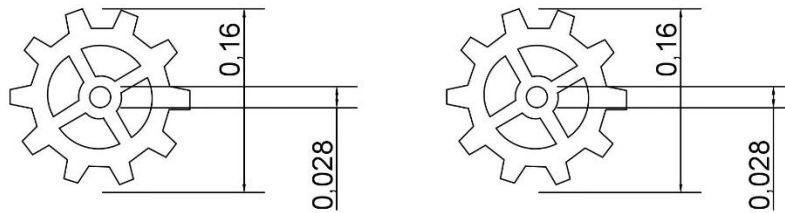
- Acero inoxidable
- Monofásico
- Medidas: ancho 0,4 mts, largo 1,94 mts, alto 1 mts

Figura 3. **Tortilladora, rodillos refinadores**

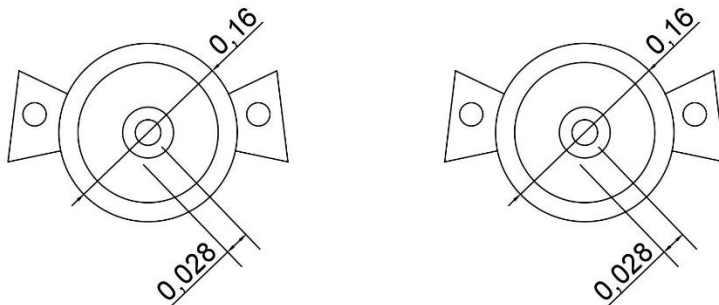
Rodillos refinadores



Engranajes



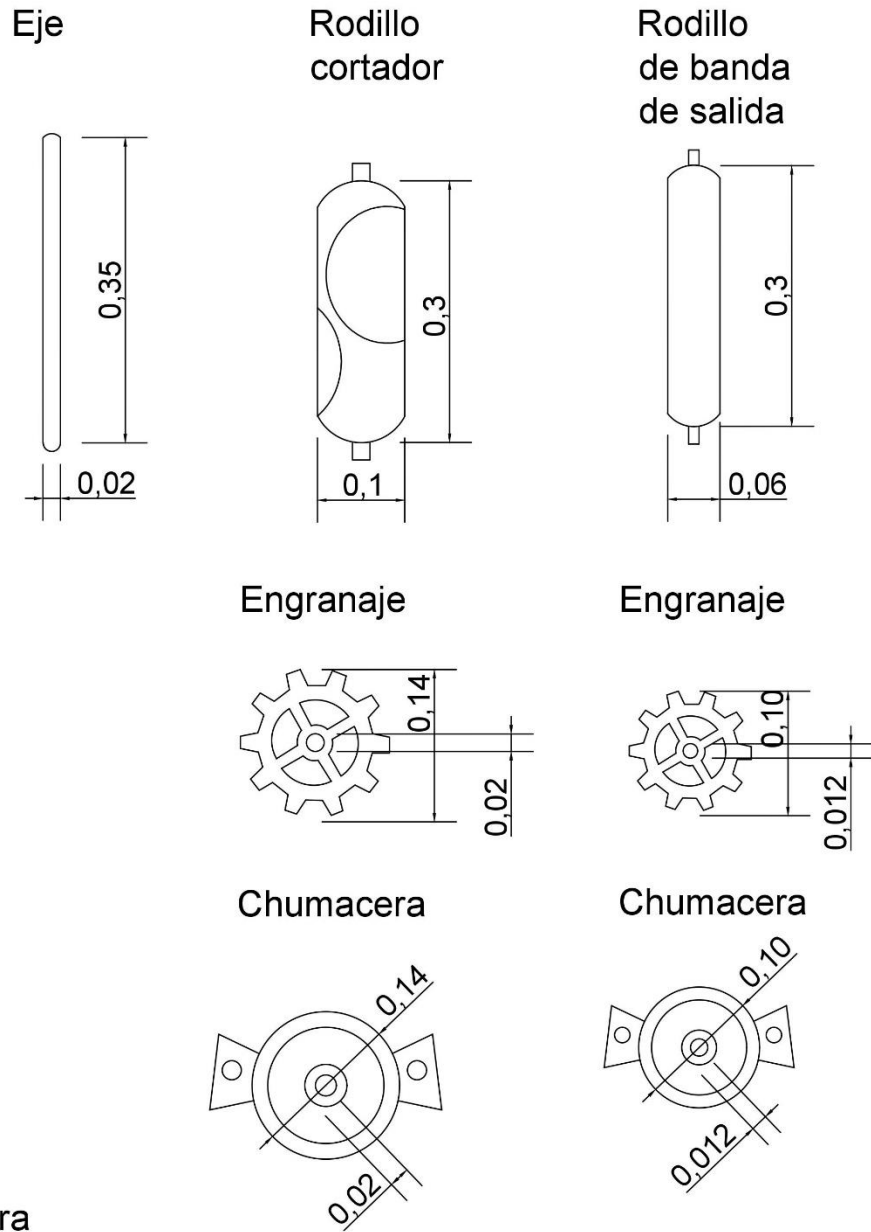
Chumaceras



Tortilladora

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

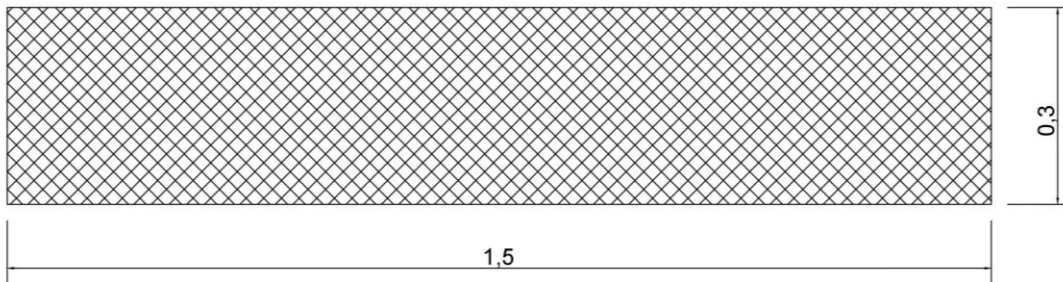
Figura 4. **Tortilladora, rodillo cortador**



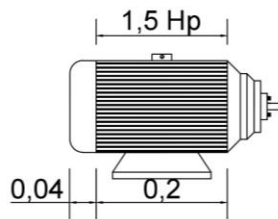
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Figura 5. **Tortilladora, bandeja de salida**

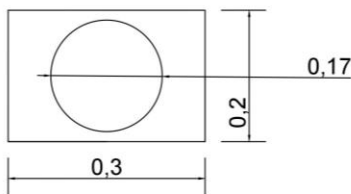
Banda transportadora



Motor



Receptor de tortillas



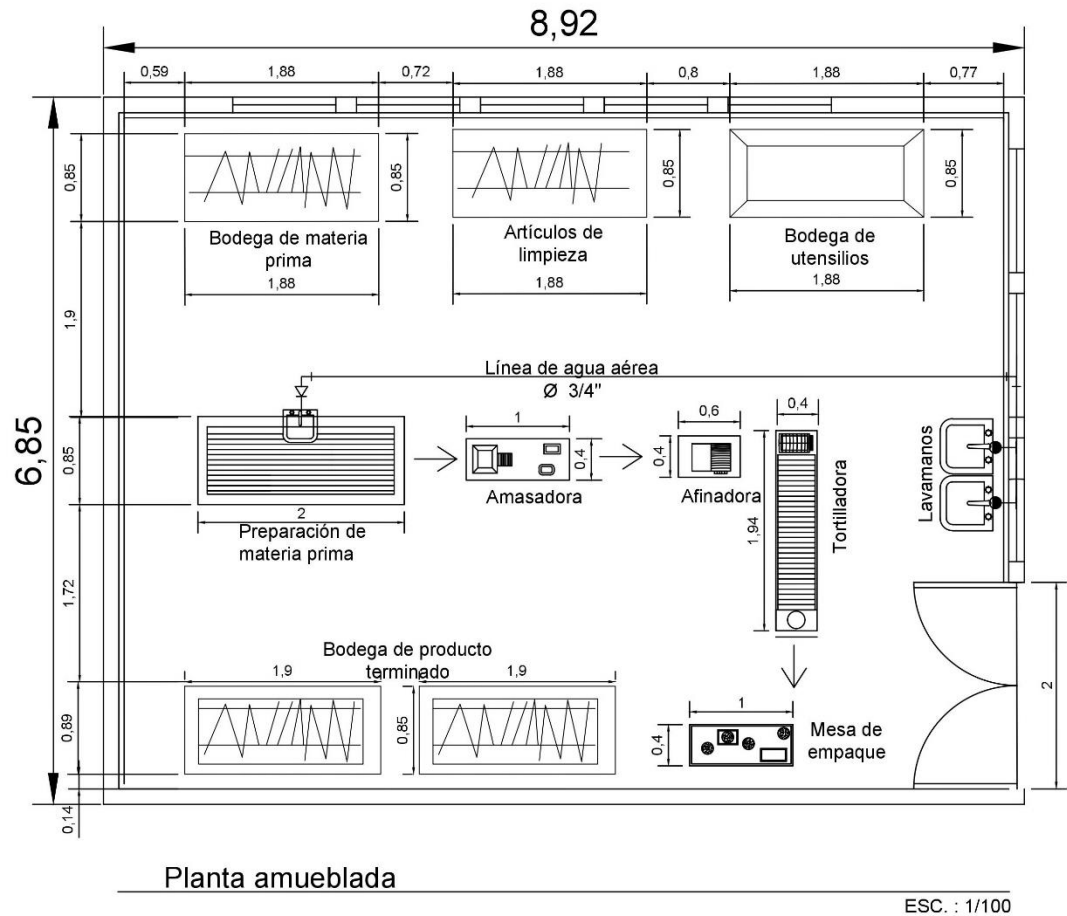
Tortilladora

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.3. **Proceso de fabricación**

Se prepara la harina de maíz para ser mezclada con el agua y otros ingredientes, según el tipo de tortilla que se desea elaborar. Se traslada la mezcla a la amasadora para integrar los ingredientes y crear la masa. Luego la masa pasa por la máquina afinadora a fin de eliminar los grumos existentes y obtener una masa fina. Dejar reposar la masa unos minutos para que absorba el agua, pasar la masa a la tortilladora, en donde con ayuda del cilindro cortador cortará la masa en forma de tortilla y caerá en la banda transportadora para ser cocinada. Ver figura 6.

Figura 6. **Plano de distribución física de las instalaciones y mobiliario y equipo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.4. Propuesta de normas generales de trabajo en el laboratorio

El uso de normas dentro del laboratorio es indispensable para mantener el control de orden y limpieza en el área de trabajo, al igual que mantener la inocuidad de los alimentos.

2.4.1. Hábitos de conducta

- Para poder ingresar al laboratorio cada persona deberá de utilizar:
 - Redecilla, la cual debe cubrirle todo el cabello
 - Zapato cerrado
 - Bata de color blanco y manga corta
 - Pantalón largo

- Tener las uñas limpias, cortas y libre de esmaltes.
- Los estudiantes no pueden ingresar con anillos, relojes, pulseras o cualquier objeto que pueda tener contacto con el producto.
- Los estudiantes deberán de ingresar por grupos de trabajo.
- Al ingresar al laboratorio deberán de lavarse las manos y los brazos hasta la mitad del codo con agua y jabón.
- Una vez limpias las manos deben de sumergirlas en recipientes con solución desinfectante.
- Si algún estudiante tuviera heridas en las manos debe de utilizar guantes y repetir el proceso de desinfección que se utilizó en las manos.
- Una vez desinfectadas las manos, no se debe de tener contacto con los ojos, nariz, boca y cualquier parte del cuerpo.
- Dejar el área de trabajo limpia.
- Se prohíbe comer, fumar o ingerir cualquier tipo de bebidas dentro del laboratorio.

2.4.2. Equipo de protección personal

- Redecilla
- Guantes

- Zapato cerrado
- Bata blanca de manga corta

2.5. Equipo de seguridad general

El equipo de seguridad para el área de trabajo serán los extintores, los cuales consisten en una botella grande de color rojo que contiene una sustancia capaz de apagar el fuego.

2.5.1. Extintores




Se recomienda utilizar los extintores de aplicación múltiple, debido a que son efectivos para los tipos de fuegos que pudiesen ocasionar la maquinaria empleada.

Los extintores deben de localizarse cerca de la maquinaria, tomando en cuenta que debe de estar señalizada el área en donde se encuentre.

Llevar el control sobre las inspecciones de los extintores, la cual debe ser cada 12 meses e identificar el deterioro, baja presión, rotura de sellos, entre otros.

Si las unidades se han utilizado deben de recargarse o reemplazarse según corresponda.

Figura 7. **Procedimiento para activar extintores**

Procedimiento para accionar extintores	
Hale el pasador de seguridad rompiendo el sello de garantía	Halar 
Apunte a la base del fuego a una distancia prudencial, 3 metros	Apuntar 
Presione el gatillo con el extintor vertical	Oprimir 
Abanique el chorro de izquierda a derecha	Dirigir la descarga 

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. **Botiquín de primeros auxilios**

Para el botiquín de primeros auxilios usualmente se destina un maletín o una caja, el cual contiene los medicamentos y utensilios necesarios para brindar primeros auxilios.

2.5.2.1. Ubicación

El botiquín de primeros auxilios debe de colocarse en un lugar accesible por todos y visible, el cual se propone que sea en la entrada del laboratorio.

2.5.2.2. Elementos básicos

- Jabón neutro: para higienizar heridas.
- Alcohol en gel: para desinfección rápida de las manos.
- Termómetro: para medir la temperatura corporal.
- Guantes descartables de látex: para no contaminar heridas y para seguridad de la persona que asiste a la víctima.
- Gasas, vendas y algodón: para limpiar heridas y detener hemorragias.
- Antisépticos (yodo povidona, agua oxigenada): para limpiar las heridas.
- Tijera: para cortar gasas y vendas o la ropa de la víctima.
- Cinta adhesiva: para fijar gasas o vendajes.
- Banditas para cortaduras

Se debe de llevar un control periódicamente del buen estado de los elementos en el botiquín.

2.6. Control de limpieza

Cada grupo deberá limpiar la maquinaria, los utensilios utilizados y el área de trabajo. El control de limpieza se llevará por medio de fichas con horarios destinados a cada grupo. Se propone un formato de control de limpieza y desinfección, ubicado en el apéndice, de la figura 59 a la 60.

3. PRÁCTICAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO

Para el desarrollo de los estudiantes dentro de la planta de producción de tortillas de maíz se proponen realizar prácticas de los cursos del área de producción, como ejemplo se presentan los cursos de Ingeniería de Plantas y Control de la Producción.

Cada práctica se compone de una introducción, objetivos a desarrollar con la práctica, una descripción conceptual del tema, un ejemplo resuelto, un problema propuesto a realizar en la clase y un problema propuesto a realizar como tarea.

3.1. Ingeniería de Plantas

Las prácticas a realizar serán de los temas de iluminación industrial, distribución de maquinaria y buenas prácticas de manufactura.

3.1.1. Práctica de iluminación industrial

La iluminación industrial es un conjunto de técnicas y cálculos realizados para determinar la cantidad de luz necesaria para iluminar una determinada área de trabajo.

3.1.1.1. Introducción

Una iluminación adecuada hace que los trabajadores sientan comodidad, seguridad, bienestar dentro de la empresa y que se reduzcan los niveles de fatiga visual, esto con la finalidad que realicen su trabajo con calidad y rapidez.

La iluminación industrial de un edificio es el equilibrio que existe entre una buena iluminación y el costo que esta produce, por tal motivo se diseña la planta industrial para aprovechar la iluminación natural, en la mayoría de casos es necesario complementarla con la artificial.

3.1.1.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Determinar la cantidad de lámparas y luminarias necesarias para obtener una iluminación adecuada en la planta industrial.

- Específicos
 - Identificar las características físicas y de operación del área a utilizar.
 - Determinar el flujo lumínico necesario para cubrir todo el espacio de la planta industrial.
 - Diseñar la distribución de las luminarias.

3.1.1.3. Fundamento conceptual

Una adecuada iluminación en las áreas de trabajo garantiza la seguridad de los trabajadores, mantiene la productividad, el rendimiento y hace que las tareas por realizar sean más fáciles.

La unidad que se utiliza para medir la iluminación es el lux o pie-candela, que es la intensidad con la cual la luz incide sobre una superficie localizada a un pie de la fuente de luz siendo esta una candela prendida.

- Intensidad luminosa: es la intensidad de la luz dentro de un pequeño ángulo, en una dirección especificada, la unidad es la candela.
- Flujo luminoso: flujo de lux, independiente de la dirección, por lo general, se usa para expresarla producción total de luz de una fuente y para expresar la cantidad incidente sobre una superficie, su unidad es el *lumen*.
- Iluminancia: cantidad de luz a una distancia dada, su unidad es el lux.
- Brillantez: es la cantidad de luz independiente de la distancia de observación dado que las candelas desde el objeto y área del objetivo percibido por el ojo humano disminuyen a la misma tasa con la distancia, su unidad es el NIT.

$$1 \text{ NIT} = 1 \text{ CANDELA } m^2$$

- Reflectancia: porcentaje de luz reflejada desde una superficie, no tiene unidad.

Tabla II. **Coefficientes de reflexión**

Color	Coefficiente de reflexión %	
Blanco	75 – 85	Claros
Marfil	70 – 75	
Colores pálidos	60 – 70	
Amarillo	55 – 65	Semiclaros
Marrón claro	45 – 55	
Verde claro	40 – 50	
Gris	30 – 50	
Azul	25 – 35	Oscuros
Rojo	15 – 20	
Marrón oscuro	10 – 15	

Fuente: elaboración propia.

- **Contraste:** es la diferencia entre la luminancia de los más brillante y la luminancia de lo más obscuro, dividido entre la luminancia de lo más brillante.

$$\text{Contraste} = \frac{\text{Luminancia/brillante} - \text{luminancia/obscuro}}{\text{luminancia/brillante}}$$

- **Longitud de onda:** la distancia entre ondas sucesivas determina el color de los objetos. De las 60 octavas de la radiación electromagnética, el ojo detecta radiación en la octava de 380 a 760 nanómetros, la unidad es el nanómetro.

Tabla III. **Clasificación de trabajos, según las Normas IES**

Descripción	Rango
Montaje	
Simple	D
Moderadamente difícil	E
Difícil	F
Muy difícil	G
Extra difícil	H
Sala de dibujo	
Dibujo detallado	F
Esbozos	E
Oficinas	
Lecturas de reproducciones pobres	F
Lecturas y escrituras a tinta	D
Lectura impresiones de mucho contraste	D
Talleres	
Trabajo grueso	D
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H
Áreas de servicios	
Escaleras, corredores, entradas, baños	C

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas* p. 94 y 95.

Tabla IV. **Rangos de iluminación en lux**

Rango	Luxes
A	50 – 75 – 100
B	50 – 75 – 100
C	50 – 75 – 100
D	200 – 300 – 500
E	500 – 750 – 1000
F	1000 – 1500 – 2000
G	2000 – 3000 – 5000
H	5000 – 7500 – 10000
I	10000 – 15000 – 20000

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas* p. 95.

Tabla V. **Factores de peso**

Factor de peso	-1	0	1
Edad de los operarios	< 40 años	40 – 55 años	> 55
Velocidad o exactitud	No importante	Importante	Critico
Reflectancia	70 %	30 % - 70 %	< 30 %

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas* p. 95 y 96.

3.1.1.4. Ejemplo resuelto

SURA es una empresa que se dedica a la fabricación de galletas dulces y saladas, en la actualidad se han registrado reclamos por galletas que no cumplen con la calidad requerida, por lo que se realizó una rastreabilidad del lote

defectuoso y según los registros las galletas fueron elaboradas en el turno de la noche, el jefe de producción ha recibido quejas sobre la mala iluminación en el horario nocturno, por lo que le pide a usted como Ingeniero Industrial que realice un análisis de la iluminación que cuenta la planta, la información es la siguiente:

El tipo de iluminación natural por la ubicación de las ventanas es unilateral porque solo un lado del ambiente tiene ventanas.

Actividad: elaboración de galletas

Dimensiones de la planta

Frente: 6,86 m

Alto: 2,95 m

Largo: 10,8 m

Altura de trabajo hm (desde el piso hasta las mesas de trabajo): 1 m

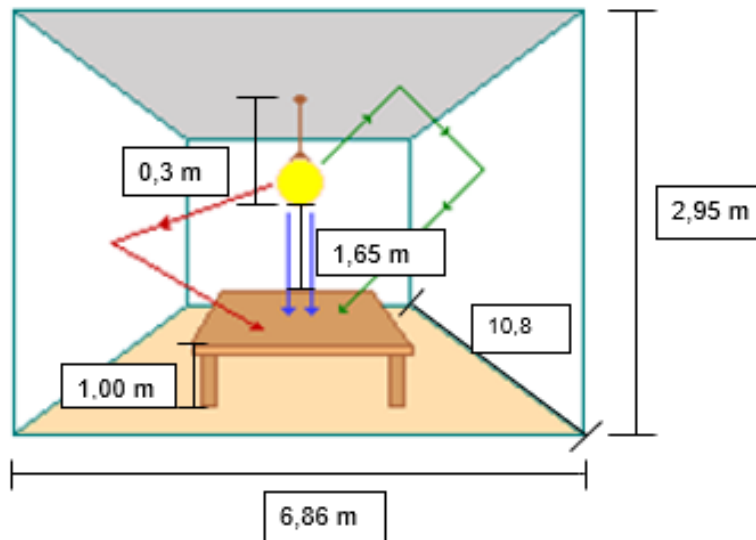
Color de las paredes: blanco

Color del techo: blanco

Color del piso: gris

Para calcular la reflectancia de la pared, el techo y el piso, se tomaron los valores promedios del coeficiente de reflexión.

Figura 8. Dimensiones de la planta



Fuente: SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Sistemas de alumbrado*.
/www.ingenieriaindustrialonline.com. Consulta: 17 de julio de 2018.

3.1.1.5. Solución del ejemplo

$pc = \text{reflectancia del techo}$

$$pc = \frac{75\% + 85\%}{2}$$

$$pc = 80\%$$

$pf = \text{reflectancia del piso}$

$$pp = \frac{30\% + 50\%}{2}$$

$$pp = 40\%$$

$pp = \text{reflectancia de pared}$

$$pp = 80 \%$$

$$\text{Promedio de reflectancia} = \frac{80 + 40 + 80}{3}$$

$$\text{Promedio de reflectancia} = 66,67 \%$$

Taller de trabajo medio: rango E

Tabla VI. **Análisis de factores de peso**

Edad de los operarios	28 años	-1
Velocidad	No importante	-1
Reflectancia	66,67 %	0

Fuente: elaboración propia.

Total, de factores de peso

-1

-1

0

-2

La suma de los valores de peso es de -2, con lo cual se debe de utilizar el valor inferior, de las tres posibles opciones de valores en luxes de iluminación para la opción E. El cual es de 500 luxes.

Relaciones de cavidad

hca = altura cavidad ambiente (desde la mesa a la lámpara)

hcc = altura cavidad cielo (desde la lámpara al techo)

hcp = altura cavidad piso (desde piso a la mesa)

L = largo edificio

W = ancho edificio

Relación de cavidad ambiente (Rca)

$$Rca = \frac{5 * hca(L + W)}{L * W}$$
$$Rca = \frac{5 * 1,65(10,8 + 6,86)}{10,8 * 6,86}$$
$$Rca = 1,9665$$

Relación cavidad cielo (Rcc)

$$Rcc = \frac{5 * hcc(L + W)}{L * W}$$
$$Rcc = \frac{5 * 0,3(10,8 + 6,86)}{10,8 * 6,86}$$
$$Rca = 0,3575$$

Relación cavidad piso (Rcp)

$$Rcp = \frac{5 * hcp(L + W)}{L * W}$$
$$Rcp = \frac{5 * 1(10,8 + 6,86)}{10,8 * 6,86}$$
$$Rcp = 1,1918$$

Reflexión efectiva cavidad cielo (pcc)

Datos

Coeficientes de reflexión cielo y pared

$p_c = 80$

$p_p = 80$

Relación cavidad cielo:

$R_{cc} = 0,3575$

Tabla VII. Valores de R_{cc} en la tabla

Reflectancia Piso o cielo	90				80	70					
% Reflectancia pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66
0.3	89	87	85	83	78	77	76	74	68	66	64
0.4	88	86	83	81	78	77	75	72	67	65	63
0.5	88	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64
0.6	88	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	59	55	46
1	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el pcc se ubica en la tabla la reflectancia del piso (1), de la pared (2) y la relación cavidad cielo (3). Como la relación cavidad cielo esta entre 0,3 y 0,4 se toman los dos valores (4) para interpolar.

Tabla VIII. **Cálculo de pcc**

	pf – pc	80
Rcc	Pp	80
	0,3	78
	0,3575	
	0,4	78

Fuente: elaboración propia.

Habría que interpolar, pero como entre los dos valores está 78 el resultado de la interpolación sería el mismo.

Coeficiente de utilización K

Tipo de difusor: a incandescente

Coeficientes de reflexión cielo y pared

$P_{cc} = 78$

$P_p = 80$

Relación cavidad ambiente:

$R_{ca} = 1,9665$

Tabla IX. **Cálculo de coeficiente de utilización K**

Distribución típica	Pcc	80
	Pp	80
	Rca	
A incandescente	1	0,86
	1,9665	K
	2	0,81

Fuente: elaboración propia.

Interpolación

$$\frac{K - 0,81}{0,86 - 0,81} = \frac{1,9665 - 2}{1 - 2}$$

$$K = \frac{(1,9665 - 2)(0,86 - 0,81)}{1 - 2} + 0,81$$

$$K = 0,8117$$

Reflexión efectiva cavidad piso pcp

$$P_f = 40$$

$$P_p = 80$$

$$R_{cp} = 1,1918$$

Tabla X. **Cálculo de pcp**

	pf – pc	50
Rcc	Pp	70
	1,1	59
	1,1918	
	1,2	49

Fuente: elaboración propia.

Interpolación

$$\frac{pcp - 49}{59 - 49} = \frac{1,1918 - 1,2}{1,1 - 1,2}$$

$$pcp = \frac{(1,1918 - 1,2)(59 - 49)}{1,1 - 1,2} + 49$$

$$pcp = 49,8200$$

Como $pcp > 30\%$, se debe de calcular el valor de corrección para K.

Tabla XI. **Cálculo de corrección para K (x)**

	Pcc	50
Rca	Pp	50
	1	1,05
	1,9665	X
	2	1,04

Fuente: elaboración propia.

Interpolación

$$\frac{x - 1,04}{1,05 - 1,04} = \frac{1,9665 - 2}{1 - 2}$$

$$x = \frac{(1,9665 - 2)(1,05 - 1,04)}{1 - 2} + 1,04$$

$$x = 1,040035$$

$$K^* = Kx$$

$$K^* = 0,8117 * 1,040035$$

$$K^* = 0,8442$$

Cálculo del flujo luminoso total

E = Flujo luminoso lux

*A = Área = W * L*

K = Valor de K encontrado*

Fm = Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento malo = 0,5

$$\phi T = \frac{E * A}{K^* * Fm}$$

$$\phi T = \frac{500 * 6,86 * 10,8}{0,8442 * 0,5}$$

$$\phi T = 83\,791 \text{ lumenes}$$

Espaciamiento máximo entre luminarias

Hca = altura cavidad ambiente = 1,65m

Norma alemana = 1,5

$$Em = norma * hca$$

$$Em = 1,5 * 1,65$$

$$Em = 2,475 m$$

Cantidad de luminarias necesarias

Ancho: 6,86 m

Largo: 10,8 m

Em: 2,475 m

Número de luminarias ancho = $6,86/2,475$

Número de luminarias ancho = 2,77

Número de luminarias ancho, aproximadamente = 3

Número de luminarias largo = $10,8/2,475$

Número de luminarias largo = 4,36

Número de luminarias largo, aproximadamente = 4

Total de luminarias = $3*4$

Total de luminarias = 12

Flujo luminoso por luminaria

$$\phi L = \frac{\phi T}{\text{Número de luminarias}}$$

$$\phi L = \frac{83\,791 \text{ lumenes}}{12}$$

$$\phi L = 6\,982$$

Elección de luminarias, según el catálogo de luminarias light-tec,

Figura 9. Ficha técnica



Fuente: *Light-tec*. http://light-tec.com.gt/ver_producto.asp?id=49207&clc=476&ct=5793.

Consulta: 17 de julio de 2018.

Slim line de 40 watt

Lúmenes por lámpara: 4 000Lm

Número de lámparas por luminaria

$$\frac{\text{Número de lámparas}}{\text{luminaria}} = \frac{\phi L}{\text{lúmenes de la lámpara}}$$

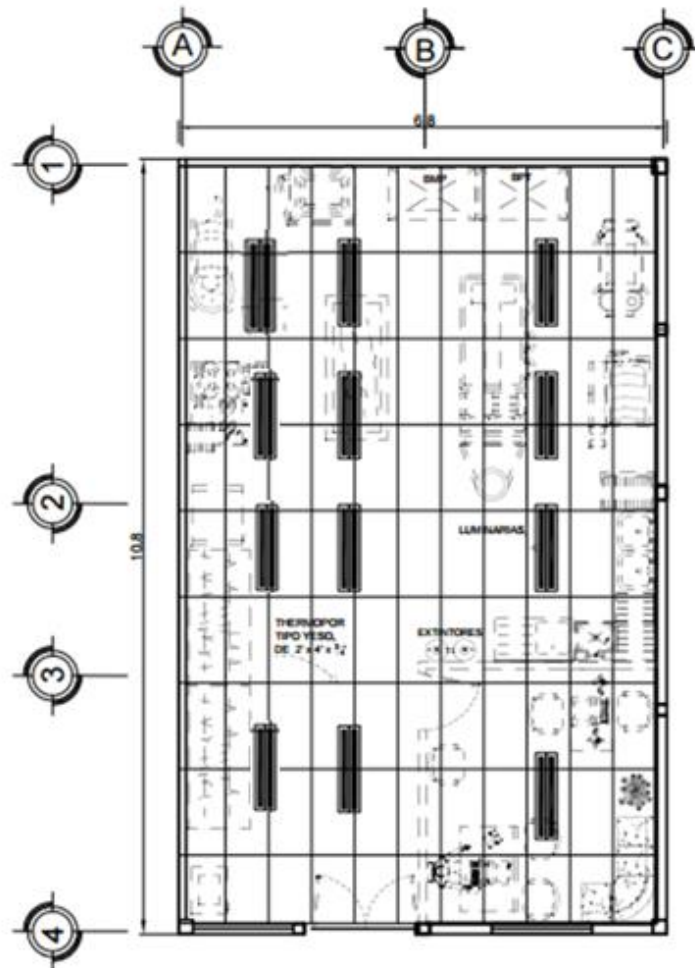
$$\frac{\text{Número de lámparas}}{\text{luminaria}} = \frac{6\,982}{4\,000}$$

$$\frac{\text{Número de lámparas}}{\text{luminaria}} = 1,75$$

$$\frac{\text{Número de lámparas}}{\text{luminaria}} = 2$$

Por cada luminaria, en total 12, se necesitarán 2 lámparas *Slim line* para iluminar la planta, en total son 24 lámparas.

Figura 10. **Distribución de luminarias**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

3.1.1.6. Trabajo en clase

La fábrica de alimentos tortillas *gourmet* ha tenido un incremento de sus ventas en los últimos años, por lo que ha contratado a más personal para alcanzar la demanda estimada, sin embargo, han tenido ciertos retrasos en la

producción, según los trabajadores se debe a la mala iluminación en el área de trabajo.

Se le pide a usted que realice un análisis de la iluminación en la planta si la información es la siguiente:

Actividad: elaboración de tortillas *gourmet*

Color de las paredes: gris

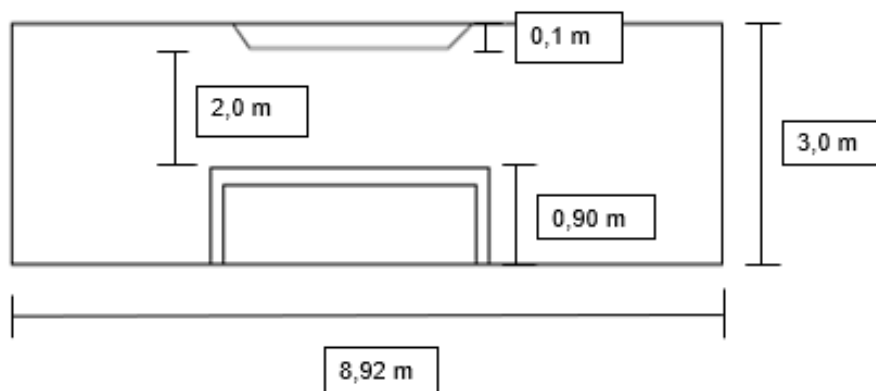
Color del techo: gris

Color de piso: azul

Edad de los operarios: 23 años

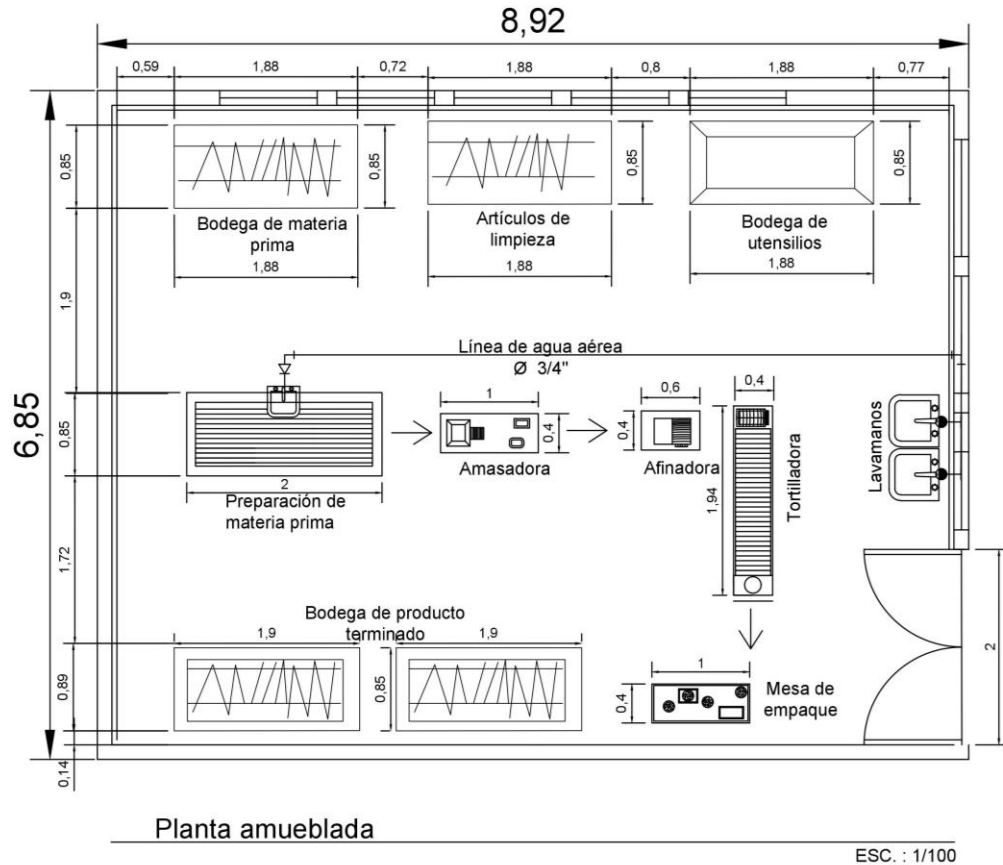
Altura: 3 m

Figura 11. **Dimensiones del área de trabajo de la planta de tortillas de maíz**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 12. Dimensiones de la planta de tortilla de maíz



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

3.1.1.7. Trabajo en casa

Grupo KEMIO es una empresa que se dedica a la elaboración de ropa deportiva, ha recibido un pedido grande y para cumplir con la demanda debe de utilizar turnos dobles, la fábrica aprovecha la luz natural en el día y es la primera vez que trabajarán en la noche por lo que se le pide a usted como Ingeniero Industrial que analice la calidad de la iluminación

Actividad: elaboración de ropa deportiva

Color de las paredes: celeste

Color del techo: blanco

Color del piso: gris

Edad de los operarios: 35 años

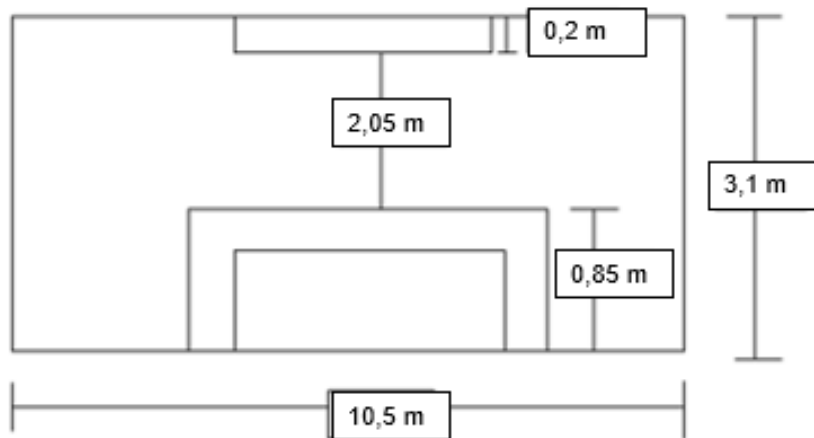
Dimensiones:

Alto 3,1 m

Ancho 10 m

Largo 7 m

Figura 13. **Dimensiones área de trabajo planta de ropa deportiva**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura BPM son un conjunto de normas y procedimientos que se aplican a la manipulación de los alimentos. Su finalidad es proveer productos inocuos, es decir, que sean seguros para el consumo humano.

3.1.2.1. Introducción

Las BPM conlleva mantener los alrededores y los interiores de la planta limpios, utilizar productos en la limpieza de los utensilios y el interior de la planta que no sean tóxicos y que no afecten las propiedades organolépticas de los alimentos, que el personal dentro de la planta cumpla con la vestimenta adecuada y la higiene requerida, entre otros aspectos.

3.1.2.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Determinar el procedimiento que conlleva la elaboración de un plan de buenas prácticas de manufactura.

- Específicos
 - Identificar los puntos críticos en las empresas para cumplir con los requerimientos de las BPM.
 - Proponer las mejoras necesarias a realizar en las empresas.
 - Diseñar un plan para implementar las buenas prácticas de manufactura.

3.1.2.3. Fundamento conceptual

Las buenas prácticas de manufactura se utilizan para desarrollar alimentos de forma segura cumpliendo con los requisitos necesarios para mantener la sanidad de los mismos.

- Se utilizan para diseñar la planta con la finalidad de obtener la inocuidad de los alimentos y obtener un mayor control a través de las inspecciones.
- Favorecen la aplicación de herramientas como:
 - Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)
 - Gestión de calidad total (TQM)
 - ISO 9000

3.1.2.3.1. Funciones técnicas de las BPM

Edificio

- Alrededores: se debe de eliminar la basura y tener un tratamiento adecuado de desperdicios, mantener el entorno libre de hierba y grama, estacionamientos limpios. Dar el mantenimiento apropiado a los drenajes y tener los caminos pavimentados.
- Ubicación: la planta debe de ubicarse en áreas libres de contaminación ya sea, física, química o biológica.
- Instalaciones físicas: diseñar los edificios o las instalaciones de tal forma que permita una limpieza fácil y que evite la entrada de vectores que puedan contaminar el producto.

- Pisos: toda la planta de producción tiene que contar con pisos que sean lisos, impermeables, fáciles de lavar y antideslizantes. Incluir desagües y tener uniones entre los pisos y las paredes de forma cóncava.
- Paredes y techos: las paredes serán de color claro, fáciles de lavar y con material no absorbente, las uniones con el suelo y el techo deben de ser fáciles de lavar, así mismo, los techos deben de construirse de manera que impida la acumulación de suciedad y la formación de mohos.
- Puertas: deben ser de fácil limpieza, de un material no adsorbente, de cierre automático, abrir hacia afuera, con cortinas plásticas o de aire para impedir la entrada de vectores.
- Ventanas: en todas las ventanas utilizar mallas, deben de construirse de material impermeable y que evite la acumulación de suciedad.
- Iluminación: utilizar luz natural o artificial con una intensidad de luz adecuada, con una mezcla de ambas mínimas de 540 lux para las áreas en donde se realicen inspecciones, 220 lux para las áreas de elaboración de productos y 110 lux en las demás áreas.
Usar lámparas inocuas y con protección contra roturas.
- Instalaciones sanitarias: el abastecimiento del agua será potable, con una temperatura idónea y con la presión adecuada para cada área. Además de utilizar la tubería adecuada para no contaminar las aguas negras con el agua potable.
- Drenaje: utilizar un sistema de drenaje adecuado.
- Instalaciones sanitarias: instalar puertas con cierre automático.
 - Instalar inodoro por cada 25 hombres y de uno por cada 15 mujeres, cuando el número de trabajadores sea menor de

- 100, cuando se exceda de este número deberá instalarse un inodoro adicional por cada 30 trabajadores más. Deberán estar convenientes separados los correspondientes a uno y otro sexo. (Artículos 97, 98 y 99, del Reglamento de seguridad e higiene -IGSS-).
- Instalaciones de lavamanos: incluir lavamanos en el área de producción, abastecidos de jabón, desinfectante, toallas de papel y secadoras de aire.
 - Disponer de un lavamanos por cada 25 trabajadores, de una ducha por cada 10 trabajadores y de un *locker* para cada trabajador donde pueda guardar el equipo personal de aseo. (Artículos 97, 98 y 99, del Reglamento de seguridad e higiene -IGSS-).
 - Limpieza y desinfección: utilizar productos adecuados que no intervengan en la inocuidad de los alimentos, tener un lugar adecuado para su almacenamiento lejos de la bodega de materia prima y producto terminado.
 - Control de plagas: diseñar un programa para cada plaga encontrada, utilizar plaguicidas únicamente fuera de la planta de producción y dentro de la planta utilizar trampas que no contaminen los alimentos ni los utensilios.
 - Los equipos y utensilios deben fabricarse de materiales no tóxicos y ser diseñados para el alimento que se utilizará.
 - Personas
 - Vestimenta: usar batas de tela, de colores claros y de manga corta. Entrar al área de trabajo ya vestidos. Los zapatos deben ser

- cerrados. Utilizar redecillas, cubre barbas, mascarillas faciales para boca y nariz, entre otros.
- Capacitación: al contratar nuevo personal se le debe de dar una instrucción sobre la manipulación con los alimentos, la higiene personal que debe de tener siempre, a fin de disminuir los riesgos de contaminación de los alimentos.
 - Control de salud: elaborar exámenes médicos al personal antes de su contratación y de forma periódica.
 - Control de proceso: se debe de inspeccionar la materia prima a fin de determinar si es aceptable o no, en caso de presentar alguna anomalía rechazarla inmediatamente. Posteriormente se clasifica la materia prima y se almacena de forma adecuada libre de contaminación, a una temperatura y humedad adecuada.
 - Documentación y registro: elaborar documentos en los cuales se pueda registrar las operaciones, la procedencia de la materia prima, la cantidad de producto terminado y con qué materia prima fue elaborado, entre otros, con la finalidad de tener un control y una rastreabilidad.
- Almacenamiento y distribución: utilizar el empaque no toxico que permita almacenar el producto terminado en óptimas condiciones y que impida la propagación de microorganismos.

3.1.2.4. Ejemplo resuelto

Tortillas *gourmet*, es una empresa que se dedica a la elaboración de varios tipos de tortillas la cual comenzó a realizar varios tipos de tortillas y a contratar más personal.

El establecimiento tiene 6,85 m de longitud, 8,92 m de ancho y 2,9 m de alto, cuenta con tecnología de última generación, lo que permitirá comercializar los productos. También cuenta con 60 trabajadores en el área de producción.

Tortillas *gourmet* entiende que, para desarrollar el producto, es necesario utilizar las buenas prácticas de manufactura en todo el proceso de producción. Razón por la cual lo contratan a fin de poder establecer cuáles son los puntos que se deben mejorar para lograr tener una empresa con productos de calidad.

El proceso de la producción de tortillas comienza con la preparación de los ingredientes, los cuales son: la harina de maíz y el agua a utilizar, según sea el tipo de tortilla a elaborar, se le agregan los demás ingredientes.

La mezcla es introducida en la máquina amasadora, donde se formará la masa, la masa obtenida tendrá ciertos grumos, por lo que será necesario pasarla por la afinadora, que volverá la masa fina. Se deja reposar por unos minutos para obtener la humedad deseada.

La masa se traslada a la tortilladora, en donde se formarán las tortillas y serán cocinadas. Posteriormente serán empacadas.

Los tipos de tortillas que se ofrecen son:

- Tortillas blancas
- Tortillas de frijol
- Tortillas con queso
- Tortillas con chicharrón
- Tortillas con chipilín

A continuación, se describen algunas observaciones realizadas:

- Los pisos son de concreto sellado en todos los ambientes de la planta.
- Las paredes tienen un color claro y son rugosas.
- Las puertas son adecuadas para la planta de tortillas y son fáciles de lavar. Las bandas protectoras de goma se encuentran desgastadas y ya no cumplen su función.
- Las ventanas tienen mallas, tanto los marcos como las mallas están fabricados de material impermeable. La ventilación natural no es suficiente para el área de trabajo.
- Las lámparas no cuentan con protección contra roturas.
- La planta de producción cuenta con 2 inodoros para hombres y 2 inodoros para mujeres, 3 lavamanos, 4 duchas y *lockers* para cada trabajador.
- Según el análisis del PH del agua residual se catalogó como desecho doméstico y puede eliminarse en el alcantarillado.
- Se mantiene una adecuada limpieza de los basureros, no están separados por colores.
- El equipo de limpieza y desinfección son acodes a la producción de alimentos.
- No hay un plan adecuado de control de plagas.
- El equipo y los utensilios utilizados son adecuados para la producción de alimentos.
- El personal si cumple con los requisitos del uniforme, pero no cuentan con un control de las inspecciones realizadas.
- Los trabajadores reciben la capacitación cuando inician a trabajar en la empresa.
- El control en la recepción de materia prima y producto terminado no cuenta con un formato adecuado que recolecte la información necesaria para darle rastreabilidad al producto.

3.1.2.5. Solución del ejemplo

Es importante que la empresa cuente con un sistema de calidad, a fin de que los clientes puedan sentirse con la confianza de consumir los productos producidos. Razón por la cual todo el sistema de calidad se basará en las buenas prácticas de manufactura (BPM).

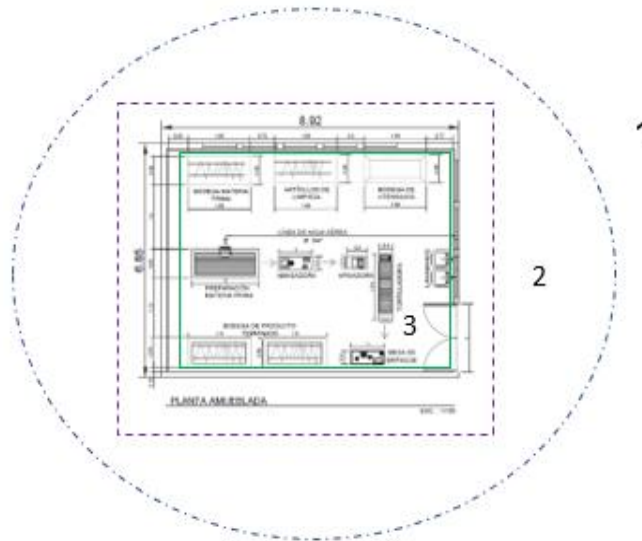
Los principales aspectos de las BPM para la manipulación de alimentos son:

- Edificio
 - Alrededores

Realizar una limpieza adecuada en los alrededores de la planta de forma programada, quitar los desperdicios de la construcción, colocar mallas en los drenajes, mantener la grama libre de hierbas y colocar cordones sanitarios.

Los cordones sanitarios son barreras que se utilizan para evitar que se propaguen las plagas, por ejemplo, en roedores y rastreros el primer cordón sanitario incluye colocar trampas, agua envenenada, venenos, entre otros. El segundo cordón sanitario se utilizan venenos en cajas pegadas a las instalaciones. Y el tercer cordón sanitario se coloca dentro de las instalaciones, únicamente se utilizan trampas de impacto y jaulas para evitar la contaminación del alimento, ver figura 14.

Figura 14. **Cordones sanitarios**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Instalaciones físicas
 - Pisos: tortillas *gourmet* debe cambiar las uniones entre las paredes y los pisos, ya que deben tener curvas sanitarias.
 - Paredes: se debe de colocar un recubrimiento en las paredes para que sean lisas e impermeables con pintura que se pueda lavar.
 - Puertas: las bandas protectoras de goma de las puertas se deben cambiar para evitar el paso de vectores hacia el área de producción y se deben abrir hacia afuera.
 - Ventanas y ventilación: se realiza un análisis del volumen del aire que se necesita renovar y del área de paso necesario.

Volumen total del edificio: 177,20 m³

Renovación del aire: 4 veces/hora

Cociente de dirección del aire (perpendicular): 0,5

Total, del volumen a evacuar

$$Q_1 = (177,20 \text{ m}^3)(4 \text{ veces/hora}) = 708,8 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q_2 = \frac{708,8 \text{ m}^3/\text{hora}}{0,5 * 1000 \text{ m/hora}} = 1,42 \text{ m}^2$$

Una planta de producción de alimentos debe contar con ventilación natural o mecánica, a fin de reducir al mínimo la contaminación de los alimentos por el aire contaminado se propone la instalación de aire acondicionado tomando en cuenta que los sistemas de ventilación deben ser diseñados y construidos de forma tal que el aire no fluya desde zonas contaminadas o sucias.

Para conocer la capacidad del aire acondicionado que se debe comprar se necesita de la siguiente información:

Número de personas que laboran en el área

Número de aparatos que disipen calor

Ventilación, posibles fugas de aire como ventanas y puertas

Volumen del lugar en metros cúbicos

Cálculo de capacidad

$$C = 230 * V + (\#PYE * 476)$$

Donde:

230= factor calculado temperatura máxima de 40°C dado en BTU/hm³

V = volumen del área donde se instalará el equipo en m³

#PYE = # de personas + máquinas que disipen calor

476 = factores de ganancia y perdida aportados por cada persona y maquinaria en (BTU/h)

$$C = 230 * 177,20 m^3 + (63 * 476)$$

$$C = 70\ 744 \text{ BTU}$$

$$70\ 744 * \frac{1}{12\ 000} = 5,90 \text{ Ton}$$

El equipo acondicionador de aire que se requiere debe de ser de 71 000 BTU, un aproximado de 6 toneladas de refrigeración.

- Iluminación: se debe de colocar protectores a las lámparas en caso de rotura y deben cumplir con las normas de las BPM (400 lux en puntos de inspección y 90 lux en corredores).
- Instalaciones sanitarias: se debe de instalar al menos un inodoro más para el sanitario de mujeres y de dos duchas. En el sanitario de hombres instalar una ducha más, sin embargo, debido al crecimiento de la planta se recomienda instalar para futuros trabajadores.
- Manejo de disposición de materiales solidos: colocar los siguientes basureros por color:
 - Azul para papel y cartón
 - Amarillo para plásticos y latas
 - Verde para vidrio
 - Naranja para desechos orgánicos
 - Gris el resto de residuos

Se le paga a la empresa Eco- reprocesos para que se encargue de los desechos sólidos.

- Sistema de control de plagas: se debe determinar las MIPS para roedores, voladores y rastreros.

Control integrado de plagas
MIP insectos voladores

Fecha de emisión:

Preparado por:

Aprobado por:

Firma:

Firma:

- Objetivo: minimizar la presencia de insectos voladores en la planta de producción tortillas *gourmet*.
- Aparatos
 - Cortinas PVC
 - Cortinas de aire
 - Trampas de luz UV
 - Trampas con feromonas
- Zonas a tratar

Se desarrollará en todas las áreas de la planta y en los alrededores de la misma, en los nidos y fuentes de crianza encontrados.

- Procedimiento

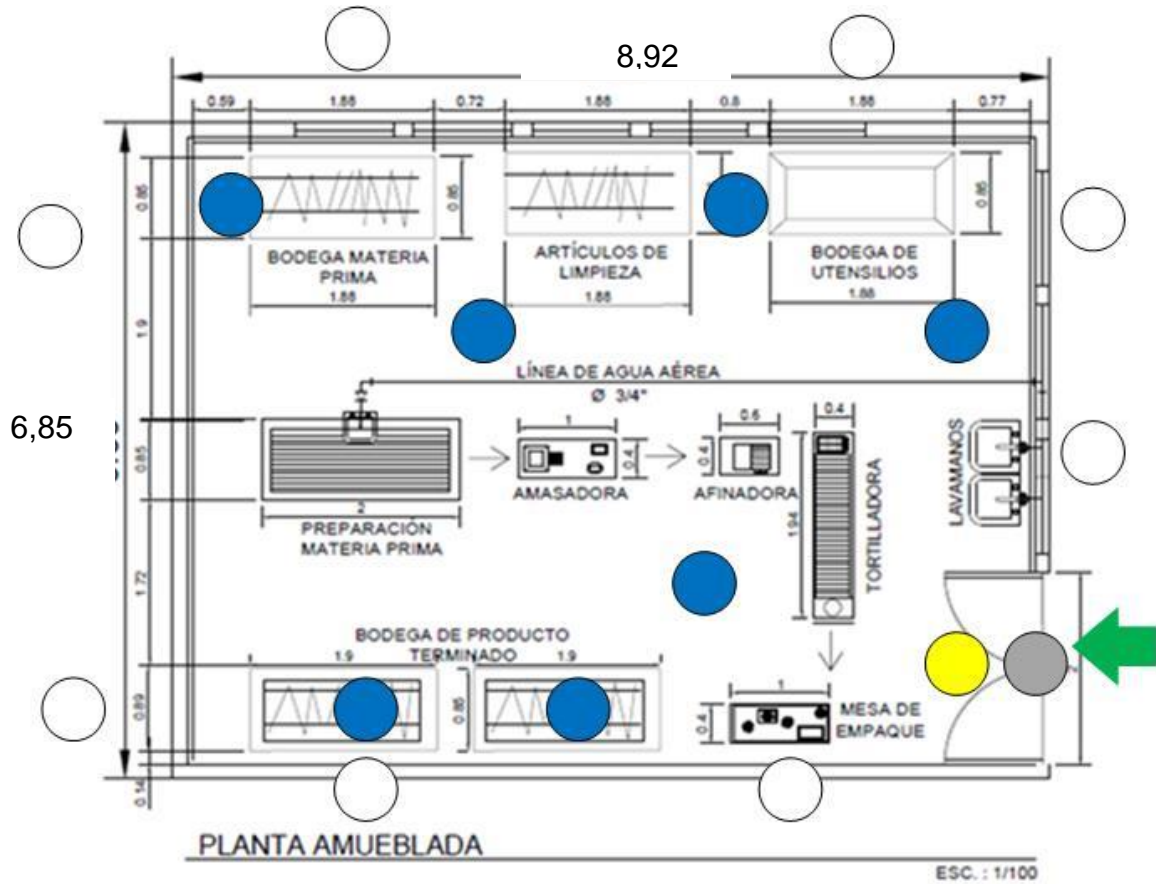
Instalar trampas de luz en donde sea necesario y llevar un control de la fecha de instalación, la medición UV, inspección de capturas y el estado del equipo, entre otros.

Inspeccionar periódicamente el estado de las telas mosquiteras en todas las ventanas, las cortinas PVC, cortinas de aire y el tipo de la luz en el exterior de la planta.

- Diagnóstico de las instalaciones e identificación de sectores de riesgo

- Tipo de plaga: insectos voladores. Se identificaron presencia de moscas.
- Potenciales vías de ingreso: se identificaron agua estancada, pasto alto, desagües, mallas anti-insectos con aberturas y las bandas protectoras de las puertas están desgastadas.
- Lugares de anidamiento: se encontraron desagües, espacios entre *pallets*, entre equipos y exceso de basura.
- Fuentes de alimentación: se hallaron desechos, agua estancada y devoluciones de productos vencidos.

Figura 15. Plano de ubicación del equipo, MIP insectos voladores



-  Ingreso desde el exterior
-  Luces del exterior
-  Trampas de luz
-  Cortinas de aire
-  Cortinas PVC

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Mantenimiento e higiene

Se recomienda mantener los alrededores limpios y libres de basura, llevar un control sobre el producto vencido, limpiar toda el agua estancada cada día, no guardar cosas en cajas de cartón y en el suelo, realizar una inspección periódica de las mallas en las ventanas.

- Aplicación de productos químicos

El producto a utilizar son trampas con feromona *Fly Relief* se colocará alrededor de basureros fuera de la planta. Las moscas entran en la bolsa con el atrayente y quedan atrapadas. Es desechable.

- Monitoreo

Verificar de forma constante el estado de las mallas de las ventanas, las cortinas de PVC, las cortinas de aire y de las trampas de luz UV.

Figura 16. **Hoja de control, MIP insectos voladores**

Control integrado de plagas
MIP insectos voladores

Equipo:	Fecha:	Tipo de equipo:
Trabajo realizado:		
Medición:	Valor normal: 1,5 - 2 mts 100 %	
Captura de insectos:		
Trabajo realizado por:		
Recomendaciones:		

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Captura de insectos voladores**

CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS
MIP INSECTOS VOLADORES
CAPTURA DE INSECTOS POR AÑO

CAPTURAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
EQUIPO 1													
EQUIPO 2													
EQUIPO 3													
EQUIPO 4													
EQUIPO 5													
PROMEDIO													

Fuente: elaboración propia.

- Conclusiones: se observó una disminución de los insectos atrapados por las lámparas UV dentro de la planta, por lo que se logró impedir la entrada de varios insectos voladores.

Control integrado de plagas
MIP roedores

Fecha de emisión:

Preparado por:

Firma:

Aprobado por:

Firma:

- Objetivo: minimizar la presencia de roedores en la planta de producción tortillas *gourmet*.

- Aparatos
 - Trampas adhesivas
 - Trampas de impacto
 - Líquidos concentrados
 - Cebos

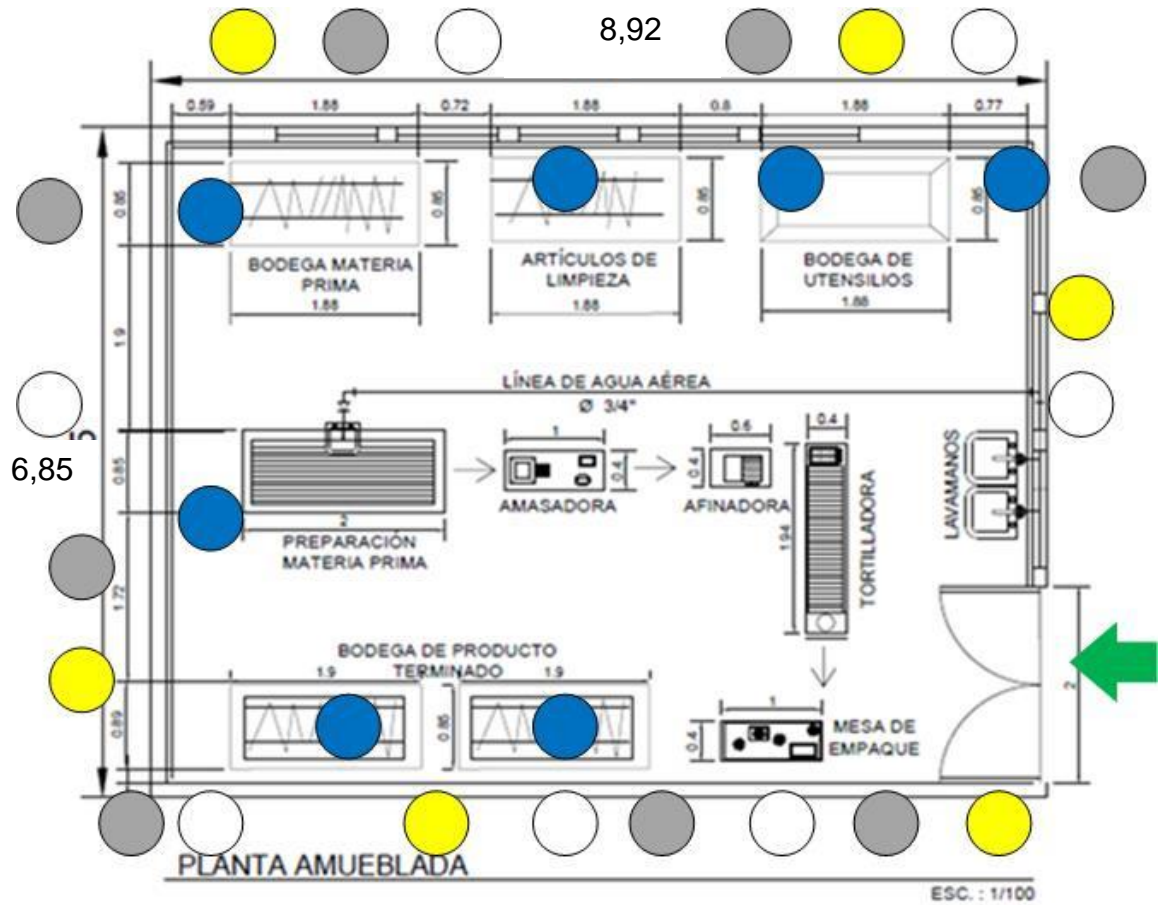
- Zonas a tratar

Se desarrollará en todas las áreas de la planta y en los alrededores de la misma, en los nidos y fuentes de crianza encontrados.

- Procedimiento
 - Prevención del acceso: tapar orificios en paredes, puertas de la planta y bodegas, utilizar triple cordón sanitario, tapar reposaderas con tapaderas y mallas.

- Prevención de formación de nidos: realizar una limpieza adecuada en áreas de trabajo y colocar trampas pegajosas. Probar nuevos raticidas cada cuatro meses.
 - Erradicación: utilizar trampas de impacto, cebos, llevar estadísticas del programa, realizar una evaluación constante de la efectividad del programa y realizar un análisis de los POES. Los POES son procedimientos operativos estandarizados de saneamiento, describen las tareas de limpieza y desinfección que se deben de realizar, antes, durante y después del proceso de producción. Describen la forma de limpieza y desinfección en los utensilios y equipos para evitar la contaminación de alimentos, los mismos deben de incluir los productos de limpieza y desinfectantes además de ser firmados y supervisados por el encargado del área.
- Diagnóstico de las instalaciones e identificación de sectores de riesgo
 - Tipo de plaga: roedores. Se identificaron excremento de roedores y mallas dañadas.
 - Potenciales vías de ingreso: pasto alto, desagües, mallas anti-insectos con aberturas y las bandas protectoras de las puertas están desgastadas.
 - Lugares de anidamiento: se encontraron desagües, espacios entre pallets, entre equipos y exceso de basura.
 - Fuentes de alimentación: se hallaron desechos, agua estancada y devoluciones de productos vencidos.

Figura 18. Plano de ubicación del equipo, MIP roedores



-  Ingreso desde el exterior
-  Trampas adhesivas
-  Trampas de impacto
-  Cebos
-  Líquidos concentrados

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Mantenimiento e higiene

Se recomienda mantener los alrededores limpios y libres de basura, llevar un control sobre el producto vencido, limpiar toda el agua estancada cada día, no guardar cosas en cajas de cartón y en el suelo, realizar una inspección periódica de las mallas en las ventanas.

- Aplicación de productos químicos

Obtener las hojas técnicas del producto que se va a utilizar autorizados por el Ministerio de Salud para la erradicación de la plaga y capacitar al personal de tortillas *gourmet*, el manejo de los productos a dosificar, los cuales son los siguientes:

Tabla XII. **Plaguicidas**

No.	Plaguicida	Fabricante	Uso autorizado
1	Ramortal 0,005 Anticoagulante	Bayer	Salud pública, roedores, rastreros.
2	Ramotal 0,1 líquido concentrado	Bayer	Salud pública, roedores, rastreros.

Fuente: elaboración propia.

- Equipo a utilizar:
 - Guantes de hule
 - Mascarillas
 - Anteojos

- Procedimientos generales para el manejo de productos a utilizar:
 - Colocarse el casco industrial de protección
 - Colocarse los guantes respectivos
 - Colocarse los anteojos de protección industrial
 - Colocarse las botas de protección

- Procedimientos específicos para cada producto:
 - Líquidos concentrados:
 - Diluir el raticida a usar.
 - Colocar el raticida dentro del recipiente.
 - Limpiar bien las cajas del cordón sanitario.
 - Limpiar los exteriores cercanos a las cajas.
 - Desechar el líquido viejo de los bebederos echándolos en un recipiente especial.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.
 - Lavarse las manos con abundante agua y jabón.

 - Cebos:
 - Preparar el cebo a usar.
 - Desechar el cebo antiguo echándolos en un recipiente especial.
 - Colocar el cebo nuevo dentro del recipiente adecuado.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.

- Lavarse las manos con abundante agua y jabón.
- Trampas pegajosas:
 - Inspeccionar la trampa y limpiarla de suciedad, si la trampa ya fue utilizada por el roedor, tirarla.
 - Cambiar la trampa por una limpia cada cuatro meses.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.
 - Lavarse las manos con abundante agua y jabón.
- Trampas de impacto:
 - Inspeccionar la trampa y limpiarla de suciedad a diario.
 - Cambiar el cebo a diario.
 - Si la trampa atrapo algún roedor, limpiar la trampa y lavarla bien con agua caliente y jabón sin olor.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.
 - Lavarse las manos con abundante agua y jabón.
- Monitoreo

Realizar inspecciones cada semana de trampas instaladas, del estado de las alcantarillas, de los tres cordones sanitarios y de las áreas de mayor infección.

Figura 19. Captura de roedores

Control integrado de plagas
MIP roedores
Inspección

Fecha: _____

Empresa controladora: _____

Empresa a controlar: _____

Núm.	Trampas de Impacto	Núm. Roedores	Trampas Pegajosas	Núm. Roedores	Trampas Cebo	Núm. Roedores
1						
2						
3						
4						
5						

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Ejemplo de control de reposaderas**

Control integrado de plagas
MIP roedores
Control de reposaderas

Fecha: _____

Empresa controladora: _____

Empresa a controlar: _____

Núm.	Ubicación de la reposadera	Estado	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			

Observaciones: _____

Persona encargada

Fuente: elaboración propia.

- Conclusiones: se logró mantener bajo control la plaga de roedores, el número de trampas utilizadas ha disminuido.

Control integrado de plagas
MIP insectos rastreros

Fecha de emisión:

Preparado por:

Firma:

Aprobado por:

Firma:

- Objetivo: minimizar la presencia de insectos rastreros en la planta de producción tortillas *gourmet*.

- Aparatos
 - Estaciones de cebo
 - Barrera pegajosa

- Zonas a tratar

Se desarrollará en todas las áreas de la planta y en los alrededores de la misma, en los nidos y fuentes de crianza encontrados.

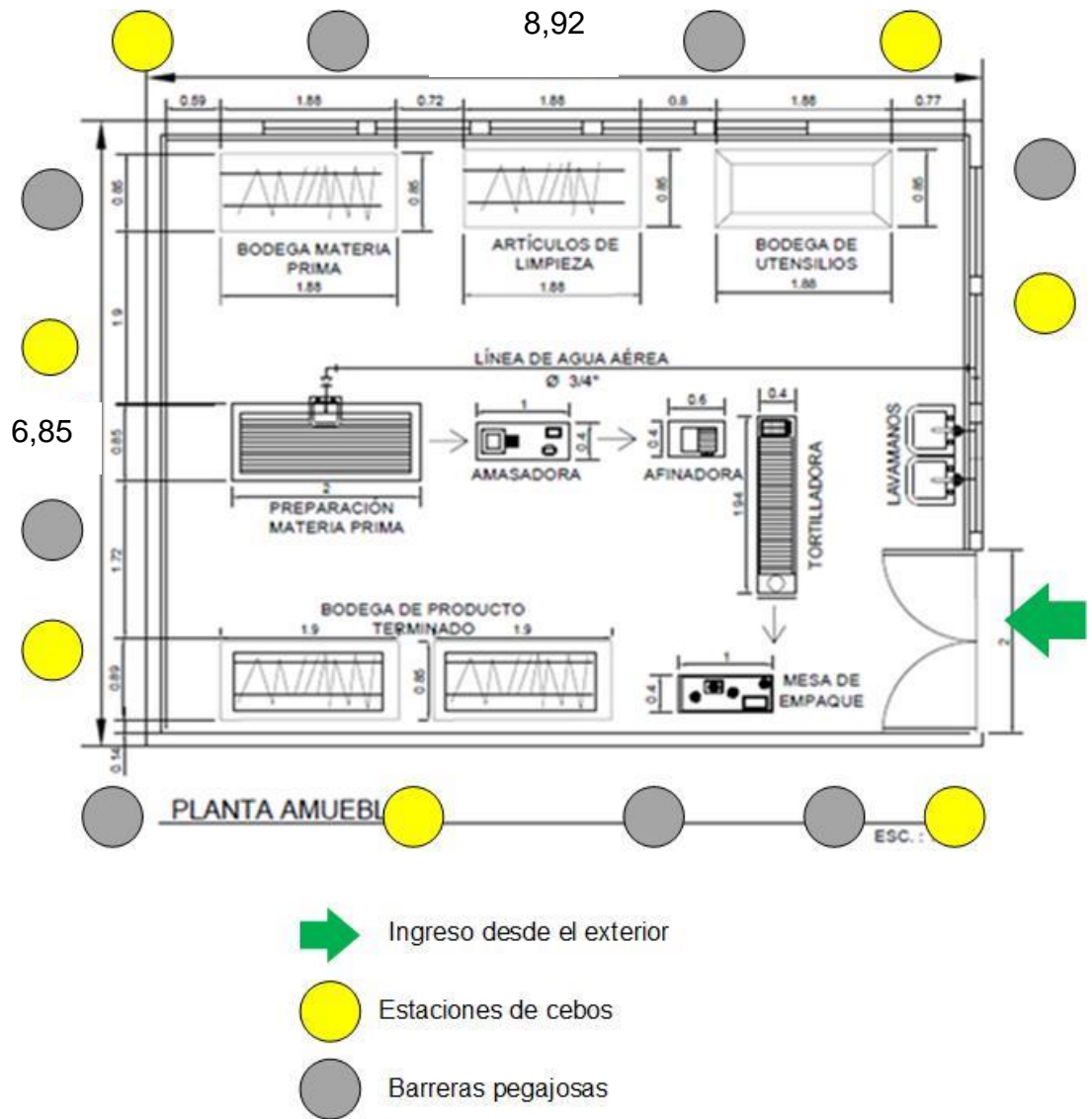
- Procedimiento

Sellar los puntos de entrada de las hormigas, instalar las estaciones de cebo y las barreras pegajosas.

Inspeccionar periódicamente las estaciones de cebo, limpiarlas y volver a colocar el cebo.

- Diagnóstico de las instalaciones e identificación de sectores de riesgo
 - Tipo de plaga: insectos rastreros. Se identificó la presencia de hormigas.
 - Potenciales vías de ingreso: se identificaron agua estancada, pasto alto, mallas anti-insectos con aberturas y las bandas protectoras de las puertas están desgastadas.
 - Lugares de anidamiento: se encontraron espacios entre pallets, entre equipos y exceso de basura.
 - Fuentes de alimentación: se hallaron desechos, agua estancada y devoluciones de productos vencidos.

Figura 21. Plano de ubicación del equipo, MIP insectos rastreadores



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Mantenimiento e higiene

Se recomienda mantener los alrededores limpios y libres de basura, llevar un control sobre el producto vencido, limpiar toda el agua estancada cada día, no guardar cosas en cajas de cartón y en el suelo, realizar una inspección periódica de las mallas en las ventanas.

- Aplicación de productos químicos

Tabla XIII. **Plaguicida, MIP insectos rastreros**

No.	Plaguicida	Fabricante	Uso autorizado
1	Barrera pegajosa	<i>Tanglefoot</i>	Rastreros
2	Cebo líquido	<i>Kness</i>	Rastreros

Fuente: elaboración propia.

- Equipo a utilizar
 - Guantes de hule
 - Anteojos
 - Mascarillas
- Procedimientos generales para el manejo de productos a utilizar:
 - Colocarse el casco industrial de protección
 - Colocarse los guantes respectivos
 - Colocarse los anteojos de protección industrial
 - Colocarse las botas de protección

- Procedimientos específicos para cada producto:
 - Estaciones de cebo:
 - Desechar el cebo antiguo echándolo en un recipiente especial.
 - Limpiar bien la estación del cebo con abundante agua.
 - Aflojar la tierra con un destornillador.
 - Atornillar en el suelo la base de la estación del cebo.
 - Añadir el cebo líquido.
 - Colocar el flotador.
 - Cerrar la estación del cebo con la tapadera especial.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.
 - Lavarse las manos con abundante agua y jabón.
 - Barrera pegajosa:
 - Colocar la cinta adhesiva en las posibles entradas.
 - Colocar el líquido de la barrera pegajosa con guantes y una paleta desechable.
 - Cambiar la trampa por una limpia cada cuatro meses.
 - Guardar el equipo.
 - Quitarse los equipos de protección humana.
 - Lavarse las manos con abundante agua y jabón.

- Monitoreo

Inspeccionar y limpiar cada semana las estaciones de cebo. Cambiar la barrera pegajosa cuando haya sido usada o cada 4 meses.

- Conclusiones: se logró disminuir la cantidad de hormigas en el área.

- Personal

- Requisitos

Implementar hojas de control de inspección del uniforme de los trabajadores.

- Capacitación

Según el artículo 11 del Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados, se debe implementar un plan de capacitación continuo y permanente para todo el personal sobre la base de Buenas prácticas de manufactura.

Tabla XIV. **Plan de capacitación del personal sobre Buenas prácticas de manufactura**

Temas	Recursos
Conceptos de BPM Limpieza y desinfección de utensilios de cocina Limpieza de las instalaciones y maquinaria Ventilación	Videos Folletos Diapositivas
Higiene y manipulación de alimentos	Videos Folletos Diapositivas
Importancia del control de materia prima, producto terminado y su rastreabilidad	Videos Folletos Diapositivas Ejemplo de formatos
Control integrado de plagas	Videos Folletos Ejemplo de formatos
Manejo de etiquetas	Diapositivas

Fuente: elaboración propia.

- Control de salud

Realizar un hisopado de manos en manipuladores de alimentos de forma periódica para prevenir la transmisión de enfermedades por alimentos (ETAS). Con la toma de muestra de manos en manipuladores se puede detectar la presencia de *Staphylococcus Aureus* tanto en manos como en cavidad nasofaríngea y de *Escherichia coli* o *coliformes fecales*.

- Control de proceso
 - Requisitos para la recepción de materiales

Al recibir la harina de maíz revisar que se encuentre seca, completamente en polvo, que el agua sea potable, revisar la fecha de vencimiento de los ingredientes, entre otros.

Figura 22. **Recepción de materiales**

Recepción de materiales

Entregar a: _____ Fecha: _____
 Aprobado por: _____

Artículo	Cantidad	Descripción	Características del producto	
			Se acepta	Se rechaza

Fuente: elaboración propia.

- Agua

Tortillas *gourmet* debe de abastecer agua potable para los alimentos y superficies que están en contacto con los mismos. Por lo que se propone instalar una planta purificadora de agua, el cual sigue una serie de pasos para lograr la pureza del agua.

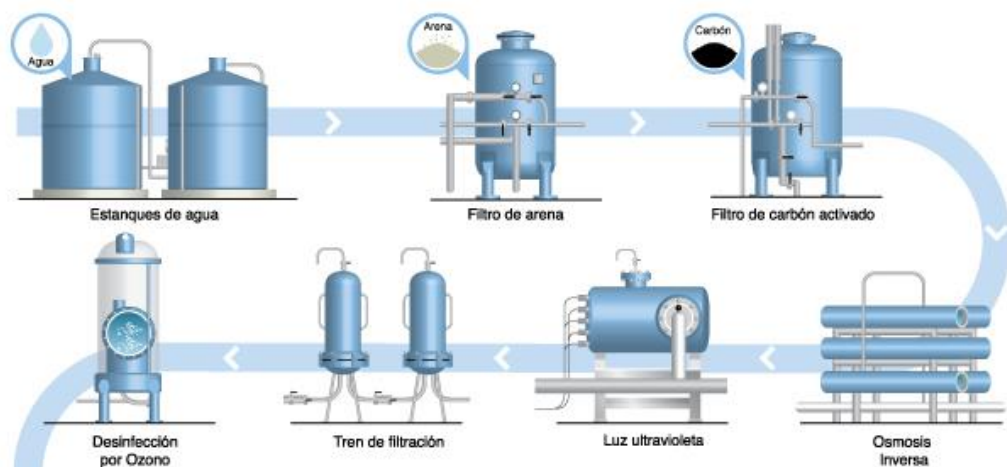
El proceso comienza con un tanque de almacenamiento de agua potable o cruda en donde se agregan pastillas a 0,05 % de cloro para eliminar los

microorganismos que puedan estar presentes en el agua. Se traslada a un filtro de arena para retener sólidos presentes en el agua. Posteriormente pasa hacia un filtro de carbón activado, el cual permite la eliminación del sabor, olor y color del agua volviéndola más cristalina y sin el sabor a cloro.

El proceso continúa con el ablandador de agua que permite eliminar los iones de calcio y magnesio presentes en el agua. Se sigue con la desinfección con luz ultravioleta que inactiva los microorganismos como bacterias, virus o quistes, impidiendo que se puedan reproducir. Posteriormente el agua pasa al filtro de ozono que elimina cualquier patógeno sin dejar residuos.

El agua ya purificada debe de almacenar en un tanque hermético que impida el contacto con el ambiente hasta que sea utilizada.

Figura 23. **Ciclo de purificación del agua**



Fuente: CIFUENTES, Carlos. *Manantial es vida*. <http://www.manantial.com/quienes-somos/>.

Consulta: 5 de julio de 2018.

Figura 24. **Control de operaciones**

PLAN DE CONTROL

No.	Operación	Máquina/medio de producción	Características de producto	Tipo de producto	Presenta irregularidad		Reacción a situación de anomalía
					Si	No	

Fuente: elaboración propia.

Se debe de almacenar las tortillas en un área con una temperatura constante, mantener las tortillas lejos de la luz solar. Las tortillas pueden durar alrededor de 1 a 3 semanas con el preservante.

- Prevención de la contaminación

El acceso a las zonas de proceso debe ser restringido o controlado, los empleados deben usar uniformes, tales como: mascarillas, cofias, gorras, batas, las cuales deben de mantener limpias, en buen estado y no se tienen que usar fuera del lugar de trabajo, lo mismo aplica para el calzado.

El personal debe de cuidar su aseo, mantener las uñas cortas y limpias sin esmalte, no utilizar reloj, anillos, aros o cualquier otro elemento que pueda tener contacto con el producto o el equipo.

Se debe de lavar las manos al ingresar al sector de trabajo, después de utilizar los servicios sanitarios y después de tocar los elementos ajenos al trabajo que se está realizando. Usar agua y jabón, cepillo para uñas y secarse las manos con toallas descartables.

Evitar el contacto con alimentos si padece afecciones de piel, heridas, resfríos, diarrea o intoxicaciones. Evitar toser o estornudar sobre los alimentos y equipos de trabajo. Si tiene heridas pequeñas cubrirlas con vendajes y envoltura impermeable.

- Informaciones sobre el producto

La etiqueta de las tortillas contendrá información como el número de lote, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento, entre otros.

- Almacenaje

El almacenamiento de las materias primas, ingredientes y otros productos utilizados en la fabricación de alimentos debe realizarse de modo que permita el mantenimiento y limpieza adecuados. Evite el acceso de plagas y la formación de nidos, permita la protección eficiente de los alimentos durante el almacenamiento y la creación de un ambiente que reduzca al mínimo el deterioro de los alimentos.

Figura 26. **Formato de control de producto terminado, ejemplo**

**HOJA DE CONTROL DE LOTES DE PRODUCTO TERMINADO
ÁREA DE PRODUCCIÓN
MIEL**

Fecha: _____

Código de producto	Descripción del producto	Código de lote	Cantidad de cajas por lote	Fecha de expiración	Responsable

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Formato de seguimiento y rastreabilidad, ejemplo**

HOJA DE SEGUIMIENTO

Código de barras	Lote	Descripción	Movimiento	Cantidad de movimiento	Tipo de movimiento	Total	Fecha de producción	Fecha de vencimiento

Fuente: elaboración propia.

- Verificación de las buenas prácticas de manufactura

Tortillas *gourmet* debe solicitar el acta de inspección de BPM donde las entidades de inspección hacen constar la utilización de BPM dentro de la empresa, con el cual podrá optar al certificado de operaciones, según el artículo 79 del Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados. La ficha de

inspección de buenas prácticas de manufactura para fábricas de alimentos procesados se encuentra en el reglamento técnico centroamericano, como se muestra a continuación:

Figura 28. **Ficha de inspección de buenas prácticas de manufactura para fábrica de alimentos procesados**

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.01.33:06

**Anexo A
(Normativo)**

**Ficha de Inspección de Buenas Prácticas de Manufactura para
Fábricas de Alimentos Procesados**

Ficha No. _____

INSPECCIÓN PARA: Licencia nueva Renovación Control Denuncia

NOMBRE DE LA FÁBRICA _____

DIRECCIÓN DE LA FÁBRICA _____

TELÉFONO DE LA FÁBRICA _____ FAX _____

CORREO ELECTRÓNICO DE LA FÁBRICA _____

DIRECCIÓN DE LA OFICINA ADMINISTRATIVA _____

TELÉFONO DE LA OFICINA _____ FAX _____

CORREO ELECTRÓNICO DE LA OFICINA _____

LICENCIA SANITARIA No. _____ FECHA DE VENCIMIENTO _____

OTORGADA POR LA OFICINA DE SALUD RESPONSABLE _____

NOMBRE DEL PROPIETARIO REPRESENTANTE LEGAL

RESPONSABLE DEL AREA DE PRODUCCIÓN _____

NÚMERO TOTAL DE EMPLEADOS _____

TIPO DE ALIMENTOS PRODUCIDOS _____

FECHA DE LA 1ª. INSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____
/100

FECHA DE LA 1ª. REINSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____
/100

FECHA DE LA 2ª. REINSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____
/100

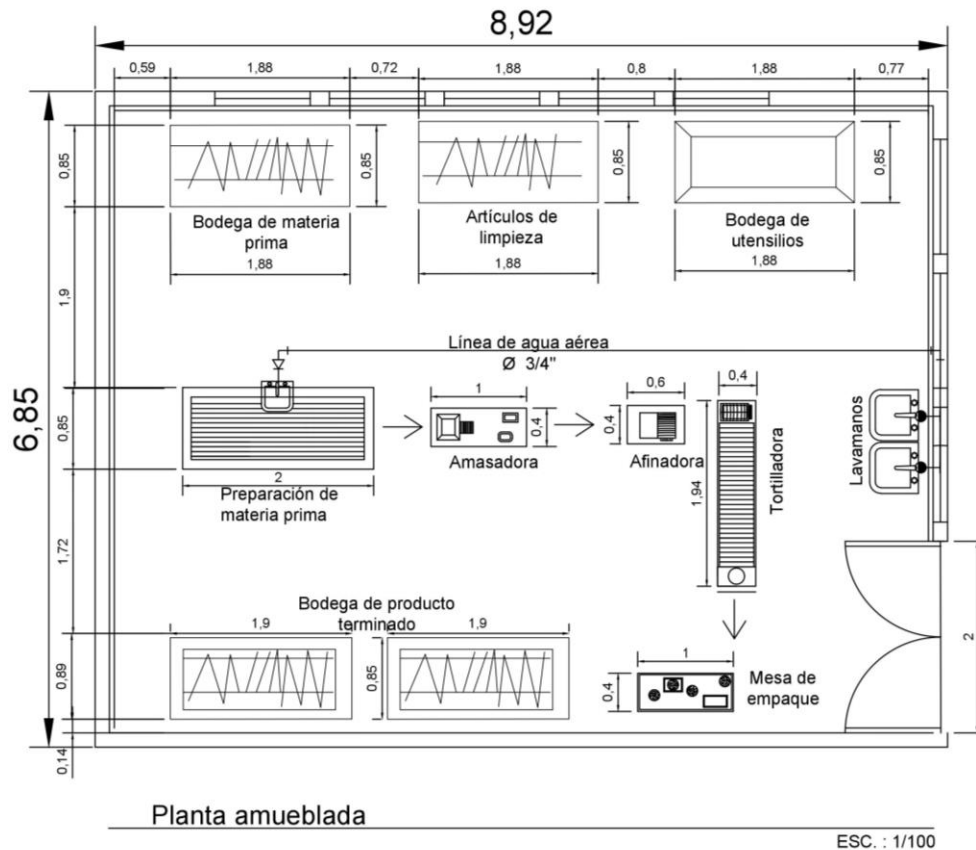
Fuente: MINECO. Reglamento Técnico Centroamericano. p. 16.

3.1.2.6. Trabajo en clase

Una nueva fábrica de producción de tortillas de maíz que cuenta con cuatro tipos de tortillas, requiere obtener la licencia sanitaria para poder vender su producto. En grupos de trabajo dirigirse a la fábrica de tortillas para analizar la situación actual.

Elaborar una propuesta de BPM que incluya el análisis del edificio, el personal y el producto. La planta tiene una altura de 2,90 m.

Figura 29. Planta de alimentos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

3.1.2.7. Trabajo en casa

Realizar un análisis de los aspectos a mejorar en su casa o habitación, presentar bosquejos del antes y después de implementadas las BPM. Elaborar un informe que incluya los aspectos de BPM vistos en clase (edificios, personas y productos).

3.1.3. Distribución de maquinaria

La distribución de maquinaria es el método utilizado para crear armonía entre los trabajadores, el flujo de trabajo y las máquinas.

3.1.3.1. Introducción

La distribución de maquinaria analiza la forma idónea para elevar la eficiencia de la planta por medio de la asignación de áreas como la bodega de materia prima y de producto terminado, el espacio necesario para realizar movimientos, entre otros.

Así mismo se adapta al tipo de proceso del producto que se analiza, los cuales pueden ser por posición fija, por producto o por proceso. Además de identificar las características que determinan cuándo es necesario realizar una redistribución de planta, siendo éstas un cambio en el volumen de producción, cambios en el producto, en el proceso y en la tecnología que se está utilizando.

3.1.3.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Identificar el procedimiento para elaborar una distribución de maquinaria que se adapte a las necesidades de la empresa.

- Específicos
 - Lograr un incremento en la productividad mediante la distribución de maquinaria.
 - Identificar el momento oportuno para realizar una nueva distribución de maquinaria.
 - Determinar los aspectos a mejorar con la nueva distribución de maquinaria que se propone.

3.1.3.1. Fundamento conceptual

La distribución de planta analiza todos los elementos que se involucran en el proceso de producción, los cuales pueden ser: la materia prima, el producto en proceso y terminado, los colaboradores, la maquinaria, entre otros.

3.1.3.1.1. Distribución de planta

La finalidad de la distribución de planta es encontrar la mejor distribución del equipo y de los colaboradores para obtener mayores beneficios en un tiempo determinado.

Para realizar una distribución de planta adecuada se debe de verificar que se cumpla con los siguientes objetivos: reducir el costo de fabricación, tener mayor seguridad industrial, incrementar la producción, minimizar tiempos de entrega, utilizar los espacios de forma adecuada, mejorar la calidad del producto, entre otros.

3.1.3.1.2. Redistribución

Se debe de realizar la primera distribución de planta de tal forma que prevea el crecimiento que se tendrá la planta a lo largo del tiempo, sin embargo, a medida que la planta crezca se tendrán cambios en factores tanto internos como externos, siendo una de las causas para que la distribución inicial ya no contribuya al alcance de los objetivos de la organización, es ahí cuando la redistribución se vuelve necesaria.

Los motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios:

- En el volumen de la producción.
- En la tecnología y en los procesos.
- En el producto.

3.1.3.1.3. Tipos de distribución en planta

La distribución de planta puede dividirse en tres características principales, ya sea por:

- Producto: también se le llama producción en línea o en cadena, se busca colocar las operaciones de forma consecutiva, el producto se mueve por la línea de producción.
- Proceso o lotes: también llamada por funciones, se utiliza cuando los equipos y el personal realizan una misma función.
- Posición fija: es utilizada cuando el producto es difícil de mover, ya sea por su peso, tamaño, volumen, forma, entre otras características.

Sin embargo, en la práctica también se utilizan distribuciones combinadas.

3.1.3.2. Ejemplo resuelto

Una fábrica de producción de tortillas *gourmet* necesita una redistribución en sus diferentes departamentos debido a la introducción de un nuevo tipo de tortilla gourmet, que ha ocasionado congestión en algunas áreas. El edificio cuenta con un área de 6,85X8,92 m². Departamentos: BMP, P (preparación de materia prima), AM (amasadora), AF (afinadora), T (tortilladora), E (empaque), BPT.

Producto A: tortilla de maíz

Producto B: tortilla de maíz con frijol

Producto C: tortilla de maíz con queso




















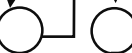








Producto D: tortilla de maíz con queso y loroco (producto nuevo)

Elabore una distribución aplicando el método de distribución por producto (parrilla).

3.1.3.3. Solución del ejemplo

Diagrama multiproducto: en la siguiente tabla (llamada DIAGRAMA MULTIPRODUCTO), se resumen los diagramas del proceso de cada producto, así como sus volúmenes de producción:

Tabla XV. Diagrama multiproducto

	A (70)	B (40)	C (30)	D (15)	Área disp.
BMP					0,85x1,88
P					0,85x2
AM					0,4x1
AF					0,4x0,6
T					1,94x0,4
E					0,4x1
BPT					0,85x1,9

Fuente: elaboración propia.

Matriz de origen a destino: contiene el flujo de cada producto que se traslada entre departamentos, utilizando el diagrama multiproducto.

Tabla XVI. **Matriz de origen a destino**

hacia de	P	AM	AF	T	E	BPT
BMP	A+B+C+D					
P		A+B+C+D		B+C+D		
AM			A+B+C+D			
AF	B+C			A+D		
T	D				A+B+C+D	
E						A+B+C+D

Fuente: elaboración propia.

Matriz de volumen de asignación: contiene la suma de volúmenes de cada producto que se traslada entre departamentos, utilizando el diagrama multiproducto.

Tabla XVII. **Matriz de volumen de producción**

Hacia De	P	AM	AF	T	E	BPT
BMP	A+B+C+D 155					
P		A+B+C+D 155		B+C+D 85		
AM			A+B+C+D 155			
AF	B+C 70			A+D 85		
T	D 15				A+B+C+D 155	
E						A+B+C+D 155

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del centro de distribución: utilizando el diagrama anterior se buscan los totales en cada departamento, sumando las entradas (verticalmente) y las salidas (horizontalmente), formando pares ordenados (entradas, salidas). El par ordenado que al sumar sus coordenadas de un valor mayor que los demás, será el centro de distribución.

Tabla XVIII. **Cálculo de centro de distribución**

Hacia De	P	AM	AF	T	E	BPT
BMP	A+B+C+D 155					
P		A+B+C+D 155		B+C+D 85		
AM			A+B+C+D 155			
AF	B+C 70			A+D 85		
T	D 15				A+B+C+D 155	
E						A+B+C+D 155

(3, 2) (1, 1) (1, 2) (2, 2) (1, 1) (1, 0)
5 2 3 4 2 1

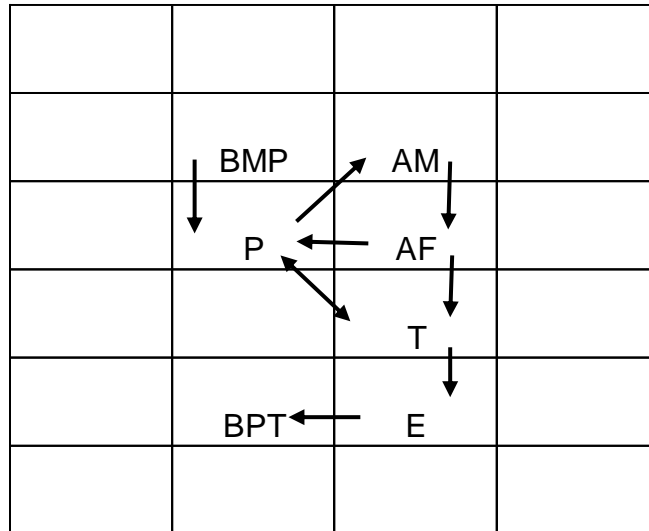
Fuente: elaboración propia.

El centro de distribución en este caso es P. Tomamos como centro de distribución el área P.

Diagrama de cargas: sobre una cuadrícula simple se coloca el área P como centro de referencia y se van colocando al tanteo los otros departamentos y se dibujan flechas para indicar el flujo entre ellos. Se logrará la distribución más eficiente cuando no existan, en lo posible, dobles distancias y cruces.

Luego de algunos intentos se logra la distribución óptima (puede haber varias soluciones óptimas):

Figura 30. **Distribución óptima**



Fuente: elaboración propia.

3.1.3.4. Trabajo en clase

La empresa producción de tortillas *gourmet* necesita una redistribución en sus diferentes departamentos debido al incremento de ventas que ha ocasionado congestión en algunas áreas. El edificio cuenta con un área de 6,85X8,92m². Departamentos: BMP, P (preparación de materia prima), AM (amasadora), AF (afinadora), T (tortilladora), E (empaquetado), BPT.












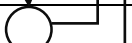









Producto A: tortilla de maíz

Producto B: tortilla de maíz con frijol

Producto C: tortilla de maíz con queso

Elabore una distribución aplicando el método de distribución por producto (parrilla).

Tabla XIX. Diagrama multiproducto

	A (20)	B (50)	C (10)	Área disp.
BMP				0,85x1,88
P				0,85x2
AM				0,4x1
AF				0,4x0,6
T				1,94x0,4
E				0,4x1
BPT				0,85x1,9

Fuente: elaboración propia.

3.1.3.5. Trabajo en casa

Tortillas *gourmet* recientemente obtuvo un contrato de elaboración de tortillas para tacos, mezclando harina de maíz con harina de trigo y sal. Por tal motivo se requiere de una redistribución de la maquinaria para liberar las áreas que se encuentran congestionadas.

El edificio cuenta con un área de 6,85X8,92 m². Departamentos: BMP, P (preparación de materia prima), AM (amasadora), AF (afinadora), T (tortilladora), E (empaque), BPT.

Producto A: tortilla de maíz

Producto B: tortilla de maíz con frijol








































Producto C: tortilla de maíz con queso

Producto D: tortilla de maíz con queso y loroco (producto NUEVO)

Producto E: tortilla de maíz y trigo (para tacos, producto NUEVO)

Elabore una distribución aplicando el método de distribución por producto (parrilla).

Tabla XX. **Diagrama multiproducto**

	A (55)	B (30)	C (25)	D (10)	E (20)	Área disp.
BMP						0,85x1,88
P		 	 	 		0,85x2
AM						0,4x1
AF						0,4x0,6
T				 		1,94x0,4
E						0,4x1
BPT						0,85x1,9

Fuente: elaboración propia.

3.2. Control de la producción

Las prácticas a realizar serán de los temas de pronósticos y producción continua.

3.2.1. Práctica de pronósticos

Los pronósticos son estimaciones que se analizan con cierto grado de incertidumbre y son utilizados para predecir datos.

3.2.1.1. Introducción

Para predecir las ventas que tendrá una empresa, se pueden utilizar distintos modelos de pronósticos de series de tiempo, los cuales utilizan la información pasada. La cantidad en ventas recopiladas en un determinado número de años son una base para pronosticar las ventas futuras.

Para determinar el modelo de pronóstico que se debe de utilizar, se analizan los siguientes factores: la disponibilidad del personal calificado, la disponibilidad de los datos, el horizonte de tiempo que se requiere pronosticar y el tamaño del presupuesto del pronóstico.

3.2.1.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Determinar pronósticos de ventas confiables que se ajusten a la demanda potencial de clientes.

- Específicos
 - Establecer un análisis primario a través de la observación en la tendencia de la gráfica de ventas históricas.
 - Determinar en base al análisis secundario aplicado al periodo congelado de ventas conocido el tipo de modelo de pronóstico que menor error de previsión proyecta.
 - Determinar la proyección de ventas para el periodo analizado según el mejor modelo de pronósticos.

3.2.1.3. Fundamento conceptual

Los pronósticos son utilizados para predecir la cantidad de ventas que tendrá determinada empresa en un lapso de tiempo, para realizar dicho análisis se debe de clasificar el tipo de ventas según el comportamiento que sobresale en los datos reales tomados para el cálculo, los cuales pueden ser los siguientes:

- Modelos de series temporales o familias estables: al graficar el conjunto de datos reales se observa un comportamiento constante a lo largo del tiempo. Éstos son los productos que se consumen en todo el año. Los métodos para el análisis son:
 - Último período: para determinar el pronóstico del mes (n) se toma el dato de la venta real del mes anterior (n-1).

$$P_n = V_{n-1}$$
 - Promedio aritmético: para determinar el pronóstico se calcula el promedio de las ventas reales de todos los meses anteriores al mes que se desea encontrar.

$$P_n = \frac{\sum_1^{n-1} \text{Ventas reales}}{n - 1}$$

- Promedio móvil simple: se obtiene la media de la cantidad de periodos más recientes, usualmente se utilizan los últimos cuatro datos.

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-4} \text{Ventas reales}}{4}$$

- Promedio móvil ponderado: se determina la cantidad de datos a utilizar para el análisis, en este caso son cuatro, se escogen los valores a ponderar tomando en cuenta que la sumatoria de los mismos debe de dar cuatro. Se multiplica el valor ponderado por el dato real de los cuatro meses anteriores, se les da mayor ponderación a los periodos más recientes.

Ponderaciones: 0,5 0,8 1,2 1,5 $\sum_1^4 = (0,5 + 0,8 + 1,2 + 1,5) = 4$

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-4} \text{Ponderación} * \text{ventas reales}}{4}$$

- Promedio móvil ponderado exponencial, caso A: los datos son evaluados por medio de una función exponencial.

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (V_{n-1} - P_{n-1})$$

Donde:

$P_n =$ nueva previsión

$P_{n-1} =$ previsión del último período

$V_{n-1} =$ demanda real del último período

$\alpha =$ constante de alisado (alfa)

Factor alfa $0 \leq \alpha \leq 1$

El valor de α lo decide el pronosticador, para este caso se usará: $\alpha = 0,5$

- Promedio móvil ponderado exponencial caso B: analiza la tendencia de datos que tienden a desfasarse de las ventas reales.

$$P_n = P_{n-1} + (1-\alpha)/\alpha * T_{n-1}$$

$$T_n = \alpha (V_n - V_{n-1}) + (1-\alpha) * T_{n-1}$$

$T_{n-1} = \text{Tendencia pivote} = V_{n-1} - V_{n-2}$ (solo la primera tendencia)

Donde

$P_n = \text{proyección de evaluación para el período } n$

$P_{n-1} = \text{pronóstico anterior} = \text{pronóstico pivote}$

$$= (V_{n-2} + V_{n-3} + V_{n-4})/3$$

$T_{n-1} = \text{tendencia pivote}$

$\alpha = \text{factor alfa}$

- Franja simulada: se utiliza para determinar la demanda futura, tomar en cuenta que el método a desarrollar será el que menor error acumulado arroje.

$$P_n = P_{n-1} + kT_{\text{última}} \quad K = 1,2,3, \dots$$

- Análisis de correlación o familias ascendentes y descendentes: se reconoce cuando, al graficar los datos, se forma una recta. Se construye un modelo basado en cuatro ecuaciones estadísticas básicas:

Tabla XXI. **Ecuaciones a utilizar**

Ecuación	Forma general
Lineal	$Y = a + b * x$
Logarítmica	$Y = a + b * \text{Ln}X$
Exponencial	$Y = a * b^X$
Potencial	$Y = a * x^b$

Fuente: elaboración propia.

Donde:

a = punto de intersección en el eje Y, cuando x = 0

b = pendiente de la curva (valor positivo o negativo)

x = variable independiente (representa las unidades de tiempo)

y = variable dependiente (valores de pronósticos requerido)

r = coeficiente de correlación (valor entre -1 y +1)

- Modelos cíclicos: se reconoce cuando la gráfica de los datos reales contiene curvas de manera periódica. Se utiliza el índice estacional (i), el cual es un factor de corrección que indica la cantidad que debe de ser ajustada a nivel horizontal.

$$P_n = V_n * i \text{ donde: } i = X_{hor} / X_{ver}$$

P_n = pronóstico de evaluación o de riesgo

V_n = ventas reales para el n -ésimo mes del último período completo

i = índice estacional para el n -ésimo mes

X_{hor} = promedio de ventas horizontal

X_{ver} = promedio de ventas vertical

- Método combinado, cíclico y correlación: al graficar el conjunto de ventas reales se observa un comportamiento ascendente o descendente además de curvas. Se utilizan los índices estacionales para analizar los dos tipos de familias.

$$V_{nuevas} = V_{orig} - bt$$

Donde:

V_{orig} = demanda real original

b = pendiente de la Ec. de regresión con mejor coeficiente de correlación

t = período de tiempo (en meses)

$$P_n = X_{orig} * i + bt$$

Donde:

P_n = Pronóstico de evaluación y riesgo

X_{orig} = promedio demanda real original

- i = índice estacional
- b = pendiente de la Ec. de regresión con mejor coeficiente de correlación
- t = período de tiempo (en meses)

3.2.1.4. Ejemplo resuelto

La empresa de tortillas *gourmet* que se dedica al diseño, producción y comercialización de tortillas, se encuentra en plena fase de expansión, tratando de cubrir regiones que están fuera de la Facultad de Ingeniería.

El Departamento de Ingeniería necesita retroalimentar información acerca de las necesidades del mercado consumidor que le sea útil en los planes de diseño de productos alimenticios. La compañía está evaluando la posibilidad de incursionar en otras facultades de la Universidad, pero cuenta con el inconveniente que en esa área ya existen empresas que están más posicionadas en la mente del consumidor.

Partiendo de la información de mercadeo, se le solicita que le estime una proyección estimada de las ventas futuras en las facultades de Farmacia y Veterinaria, analizando las ventas históricas de los tres últimos períodos en la región que actualmente es líder en la comercialización de su producto.

Las ventas reales de estos tres últimos períodos se muestran a continuación:

Tabla XXII. **Ventas reales**

MES	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
ENERO	45 574	45 918	46 262
FEBRERO	45 622	45 966	46 310
MARZO	45 670	46 014	46 358
ABRIL	45 718	46 062	46 406
MAYO	45 766	46 110	46 454
JUNIO	45 814	46 158	46 502
JULIO	45 862	46 206	46 550
AGOSTO	45 910	46 254	46 598
SEPTIEMBRE	45 900	46 244	46 588
OCTUBRE	45 890	46 234	46 578
NOVIEMBRE	45 880	46 224	46 568
DICIEMBRE	45 870	46 214	46 558

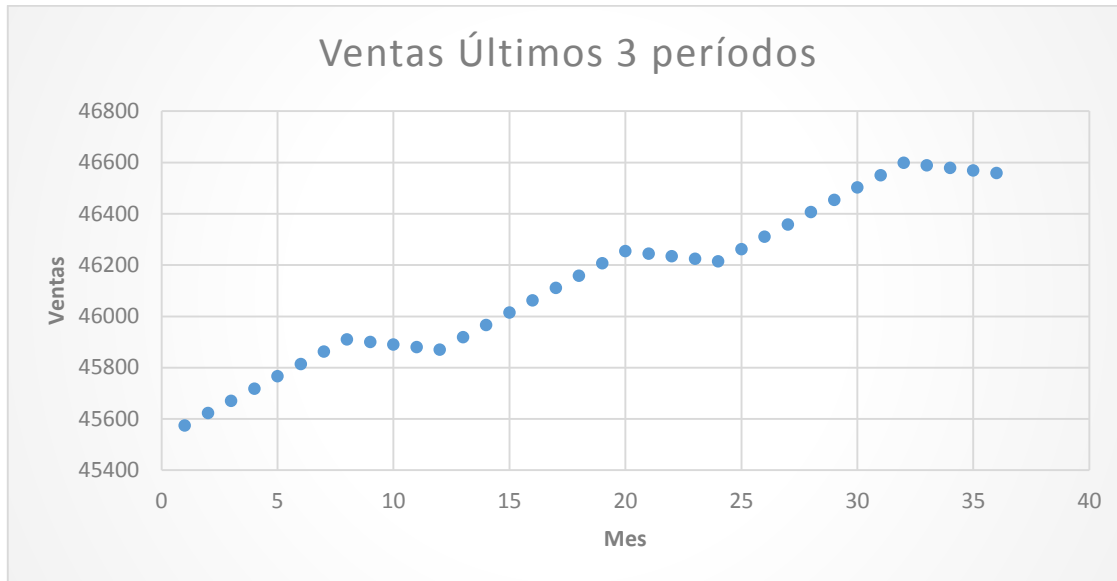
Fuente: elaboración propia.

- Establecer
 - Gráfico de ventas con tiempo y efectuar el análisis primario.
 - Análisis secundario (utilizar las fórmulas de regresión en las calculadoras).
 - Calcular el pronóstico de riesgo para el primer semestre del período 4.

3.2.1.5. Solución del ejemplo

- Paso 1. Tabulación de datos: como primer paso procedemos a tabular el juego de datos que nos proporcionan para establecer cuál es el comportamiento que sigue la curva resultante.

Figura 31. Gráfico de ventas reales



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2016.

- Paso 2. Análisis primario: luego de graficar el conjunto de ventas reales conocidas, concluimos que pertenece al grupo de familias combinadas, ya que tiene asociado un comportamiento cíclico que va creciendo conforme avanza el tiempo, es decir, están presentes dos tipos de análisis (cíclico y correlación); por tanto, se procede a efectuar el análisis comparativo para establecer cuál es la diferencia entre la demanda real y el pronóstico de evaluación (error acumulado).
- Paso 3. Análisis secundario (pronóstico de evaluación): una familia combinada se compone de la mezcla de familias cíclica y regresión, por lo tanto, se trabajan períodos completos de ventas conocidas, en este caso dos períodos completos (24 meses). El procedimiento consiste en evaluar primeramente los dos períodos iniciales como familia de regresión, es decir, encontramos los valores de a , b & r para cada ecuación estadística

de correlación (lineal, logarítmica, exponencial y potencial). La ecuación que arroje el mejor coeficiente de correlación (r), el más cercano a uno, proveerá el valor de b (pendiente), el cual se utilizará para hacer los cálculos de las ventas nuevas con la fórmula:

$$V_{nuevas} = V_{orig} - bt$$

Donde:

b = pendiente

t = período de tiempo desde 1 a 24 meses

Los resultados obtenidos al ingresar las ventas de los primeros dos períodos completos para encontrar el valor de la pendiente (b) son los siguientes (valores obtenidos en software de pronósticos):

Tabla XXIII. **Resultados de las ecuaciones**

ECUACION LINEAL	$Y = 45\,600 + 28,936x$	$r = 0,9746$
ECUACION LOGARITMICA	$Y = 45\,425 + 235 \ln(x)$	$r = 0,9301$
ECUACION EXPONENCIAL	$Y = 45\,601 e^{0,00629x}$	$r = 0,9745$
ECUACION POTENCIAL	$Y = 45\,427x^{0,00512}$	$r = 0,9308$

Fuente: elaboración propia.

La ecuación de regresión forma lineal es la que mejor se ajusta al conjunto de datos, ya que su coeficiente $r = 0,9746$ es el más cercano a uno, por tanto, para el cálculo de V_{nuevas} se usa $b = 28,936$.

Como estamos todavía dentro de la parte del procedimiento, se toman en cuenta dos decimales para los cálculos de $Vnuevas$.

$$Vnuevas_1 = 45\,574 - 28,936(1)$$

$$Vnuevas_2 = 45\,622 - 28,936(2) \dots Vnuevas_{24} = 46\,214 - 28,936(24)$$

Con los datos de $Vnuevas$, se trabaja ahora la curva como familia cíclica calculando $Xhor$ & $Xver$, para luego hallar los respectivos índices estacionales (desde 1 hasta 12):

$$Xhor_1 = \frac{45\,545,064 + 45\,541,832}{2} = 45\,543,448$$

$$Xhor_2 = \frac{45\,564,128 + 45\,560,896}{2} = 45\,562,512 \dots$$

$$Xhor_{12} = \frac{45\,522,768 + 45\,519,536}{2} = 45\,521,152$$

$$Xver_{24} = \frac{45\,545,064 + \dots + 45\,519,536}{24} = 45\,599,9667$$

$$i_1 = \frac{45\,543,448}{45\,599,9667} = 0,9988$$

$$i_2 = \frac{45\,562,512}{45\,599,9667} = 0,9991 \dots i_{12} = \frac{45\,521,152}{45\,599,9667} = 0,9982$$

La tabla XXIV con todos los datos tabulados se muestra a continuación:

Tabla XXIV. Datos tabulados

MES	Ventas periodo 1	Ventas periodo 2	Vnuevas periodo 1	Vnuevas periodo 2	Xhor(24 datos)	índice est.
Enero	45 574	45 918	45 545,06	45 541,83	45 543,45	0,9987606
Febrero	45 622	45 966	45 564,13	45 560,90	45 562,51	0,9991786
Marzo	45 670	46 014	45 583,19	45 579,96	45 581,58	0,9995970
Abril	45 718	46 062	45 602,26	45 599,02	45 600,64	1,0000148
Mayo	45 766	46 110	45 621,32	45 618,09	45 619,70	1,0004328
Junio	45 814	46 158	45 640,38	45 637,15	45 638,77	1,0008509
Julio	45 862	46 206	45 659,45	45 656,22	45 657,83	1,0012689
Agosto	45 910	46 254	45 678,51	45 675,28	45 676,90	1,0016871
Septiembre	45 900	46 244	45 639,58	45 636,34	45 638,00	1,0008332
Octubre	45 890	46 234	45 600,64	45 597,41	45 599,02	0,9999793
Noviembre	45 880	46 224	45 561,70	45 558,47	45 560,09	0,9991255
Diciembre	45 870	46 214	45 522,77	45 519,54	45 521,15	0,9982716

Fuente: elaboración propia.

Como siguiente paso se procede a calcular los pronósticos de evaluación para los meses 33, 34, 35 y 36 usando la fórmula:

$P_n = X_{orig} * i + bt$ donde: X_{orig} = prom ventas reales originales

$$X_{orig_{24}} = \frac{45\,574 + \dots + 46\,214}{24} = 45\,961,67$$

$$P_{33} = (45\,961,67 * 1,001) + (28,936 * 33) = 46\,955$$

$$P_{34} = (45\,961,67 * 0,999) + (28,936 * 34) = 46\,945$$

$$P_{35} = (45\,961,67 * 0,999) + (28,936 * 35) = 46\,934$$

$$P_{36} = (45\,961,67 * 0,998) + (28,936 * 36) = 46\,924$$

Tabla XXV. **Proyección de ventas**

MES	VENTAS	PROYECCION	ERROR	ERROR ACUM
33	46 588	46 955	-367	367
34	46 578	46 945	-367	733
35	46 568	46 568	-366	1 100
36	46 558	46 558	-366	1 466

Fuente: elaboración propia.

- Observación: previo a realizar el pronóstico de riesgo como familia combinada, se trabajan los pronósticos de evaluación como serie de correlación (valuando las 4 ecuaciones de regresión lineal, siempre tomando 24 datos) y los errores acumulados encontrados se comparan con el error acumulado hallado en la parte de arriba; con el método cuantitativo que tiene el menor error se establece el pronóstico de riesgo.
- Paso 4. Pronóstico de riesgo: para conocer la proyección futura (como familia combinada) procedemos a calcular un nuevo valor de b (pendiente), V_{nuevas} , X_{hor} , X_{ver} , i & X_{orig} tomando en cuenta la totalidad de los datos (36). Siguiendo el mismo procedimiento anterior, los valores encontrados son los siguientes:

Ecuación de regresión (forma lineal) $y = 45\,601 + 28,786 x$
($b=28,786$)

Al tomar en cuenta los 36 datos, el nuevo valor de la pendiente corresponde a la Ec. De regresión forma lineal.

El valor de b se ingresa en la fórmula V_{nuevas} (para 36 datos) y los resultados se resumen en la siguiente tabla (se incluyen X_{hor} e índice estacional):

Tabla XXVI. Datos Vnuevas

Mes	Vnuevas 1	Vnuevas 2	Vnuevas 3	Xhor (36 datos)	Índice
Enero	45 545,2	45 543,8	45 542,4	45 543,8	0,9987
Febrero	45 564,4	45 563,0	45 561,6	45 563,0	0,9992
Marzo	45 583,6	45 582,2	45 580,8	45 582,2	0,9996
Abril	45 602,9	45 601,4	45 600,0	45 601,4	1,0000
Mayo	45 622,1	45 620,6	45 619,2	45 620,6	1,0004
Junio	45 641,3	45 639,9	45 638,4	45 639,9	1,0008
Julio	45 660,5	45 659,1	45 657,6	45 659,1	1,0013
Agosto	45 679,7	45 678,3	45 676,8	45 678,3	1,0017
Septiembre	45 640,9	45 639,5	45 638,1	45 639,5	1,0008
Octubre	45 602,1	45 600,7	45 599,3	45 600,7	1,0000
Noviembre	45 563,4	45 561,9	45 560,5	45 561,9	0,9991
Diciembre	45 524,6	45 523,1	45 521,7	45 523,1	0,9983

Fuente: elaboración propia.

El pronóstico de riesgo para el período 4 se define con la siguiente formulación:

$$Xorig_{36} = \frac{45\,574 + \dots + 46\,558}{36} = 46\,133,66 \text{ (para 36 datos)}$$

$$P_{Enero} = 46\,133,66 * 0,9987 + 28,786(37) = 47\,141$$

$$P_{Febrero} = 46\,133,66 * 0,9992 + 28,786(38) = 47\,189$$

$$P_{Marzo} = 46\,133,66 * 0,9996 + 28,786(39) = 47\,208$$

$$P_{Abril} = 46\,133,66 * 1,0000 + 28,786(40) = 47\,228$$

$$P_{Mayo} = 46\,133,66 * 1,0004 + 28,786(41) = 47\,247$$

$$P_{Junio} = 46\,133,66 * 1,0008 + 28,786(42) = 47\,267$$

Tabla XXVII. **Pronóstico de riesgo**

Mes	Periodo 4
Enero	47 141
Febrero	47 189
Marzo	47 208
Abril	47 228
Mayo	47 247
Junio	47 267

Fuente: elaboración propia.

3.2.1.6. Trabajo en clase

La empresa fabricante de tortillas *gourmet* ha implementado desde hace tres años un nuevo programa de logística para la entrega del producto que fabrica. La demanda de tortillas se ha caracterizado por tener órdenes de pedido altos en temporada de ciclo escolar universitario, contrastando con una demanda baja de tortillas durante el descanso vacacional durante el mismo período anual.

La gerencia general solicita al gerente de producción que le proporcione un informe con las proyecciones de demanda estimadas, utilizando modelos matemáticos cuantitativos de pronósticos, tomando en cuenta los reportes de ventas que el departamento de mercadotecnia proporciona a la alta dirección. Las ventas históricas de tres períodos anteriores se detallan a continuación:

Tabla XXVIII. **Ventas históricas, trabajo en clase**

Mes	Período 1	Período 2	Período 3
Enero	458	459	462
Febrero	431	468	447
Marzo	390	460	422
Abril	365	426	395
Mayo	332	393	370
Junio	302	362	330
Julio	298	325	335
Agosto	300	355	380
Septiembre	330	388	405
Octubre	340	410	430
Noviembre	372	442	452
Diciembre	410	456	461

Fuente: elaboración propia.

Determine:

- Gráfico de ventas contra tiempo para los tres períodos completos.
- Efectuar el análisis primario y el análisis secundario del conjunto de ventas reales proporcionadas por la empresa.
- Establecer el pronóstico de riesgo del primer semestre del año 2018.
- ¿Qué opciones sugiere para mantener ocupadas las líneas de producción en los intervalos de tiempo en que la demanda es baja?
- ¿Qué factores cualitativos considera importantes tomar en cuenta para que el departamento de ventas estime una proyección futura?

Importante: realizar los gráficos de ventas contra tiempo en papel milimetrado. Utilice el software de pronósticos para realizar los cálculos.

3.2.1.7. Trabajo en casa

Se pretende predecir la demanda futura de tortillas blancas en la USAC. Con la información que se le proporciona a continuación, establecer un Pronóstico de Riesgo para el primer cuatrimestre del período 4, utilizando la metodología que considere conveniente:

Tabla XXIX. Ventas históricas, trabajo en casa

MES	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
ENERO	829	1 234	1 640
FEBRERO	900	1 259	1 710
MARZO	945	1 289	1 805
ABRIL	967	1 360	1 867
MAYO	1 000	1 437	1 879
JUNIO	1 150	1 499	1 795
JULIO	1 200	1 560	1 801
AGOSTO	1 249	1 533	1 825
SEPTIEMBRE	1 300	1 489	1 845
OCTUBRE	1 259	1 500	1 898
NOVIEMBRE	1 248	1 566	1 900
DICIEMBRE	1 204	1 588	1 946

Fuente: elaboración propia.

Establecer:

- Un análisis primario para conocer la tendencia del conjunto de datos presentado y clasificarlo dentro de un grupo de familias conocido.
- Conociendo la familia a la que pertenece, realizar un análisis secundario para encontrar el error acumulado.
- Calcular el pronóstico de riesgo para el resto del 2018.
- Graficar las ventas reales históricas y la proyección de demanda futura estimada en un mismo plano X-Y para observar ambos comportamientos

(pasados y futuros) y argumentar las causas probables de las variaciones observadas.

Importante: dibujar el gráfico de las ventas reales y proyectadas en papel milimetrado y realizar los cálculos a mano.

3.2.2. Práctica de producción continua

El fin de la producción continua es el de planificar las operaciones de una planta basado en un tipo de producción, variando la cantidad de producción.

3.2.2.1. Introducción

Al planificar la producción se requiere utilizar los recursos productivos de la forma más adecuada para lograr los mejores resultados a corto o mediano plazo. Para encontrar la mejor manera de satisfacer la demanda futura de mercado se busca seleccionar previamente las variables tales como: ritmo de producción, necesidades de mano de obra, disponibilidad de tiempo de trabajo (horas normales y horas extras), establecer las jornadas de trabajo acorde a la regulación laboral del país que corresponda, posibilidad de subcontratar otras empresas para que maquilen nuestro producto en caso no se tenga capacidad de cumplir con los requerimientos, entre otros.

Estos son solo algunos aspectos que se analizarán para establecer un plan de producción óptimo en la fábrica que cumpla con los requerimientos de pronóstico de ventas del producto terminado, de tal forma que se fabrique la cantidad pedida y no se comprometan más recursos de los necesarios en la inversión de la línea de producción (mano de obra, tiempo, maquinaria, materia prima).

3.2.2.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Elaborar un plan de producción que cumpla con el pronóstico de demanda utilizando los recursos disponibles y minimizando el costo de producción.

- Específicos
 - Elaborar un plan con la jornada laboral de trabajo y las horas-hombre necesarias para cumplir con el requerimiento de la demanda establecido.
 - Analizar la disponibilidad de tiempo con el tiempo requerido para cumplir con la demanda a fin de determinar si es necesario laborar tiempo extra.
 - Realizar un análisis del costo de producción necesario para cumplir con la demanda en el periodo de tiempo acordado para entregar el producto.

3.2.2.3. Fundamento conceptual

Se utilizan matrices para asignar de forma óptima los recursos para minimizar los costos de producción. La matriz de asignación conlleva los siguientes elementos:

- La disponibilidad de tiempo que se tiene, en horas normales y horas extras, según el Código de Trabajo del país donde se labore. Hay varias opciones para incrementar la disponibilidad de la mano de obra, las cuales pueden ser: doblar turno, doblar jornada, laborar horas extras, plan fin de semana, *outsourcing*, subcontratación, entre otras. Sin embargo, se debe de evaluar cada una asumiendo el incremento del costo de la mano de obra.
- La cantidad que se pretende producir y el tiempo necesario basado en las proyecciones realizadas con anterioridad y al ritmo de producción de la planta.
- Los costos que conlleva la producción, los cuales pueden ser: la mano de obra, la energía eléctrica, almacén, insumos, entre otros. Las unidades están compuestas por moneda/tiempo.

$$Cp = \sum_1^n (\text{Costo} * \text{tiempo planificado})$$

Donde CP = costo de producción total

n = número de meses del período a planificar

- El tiempo disponible es la cantidad de tiempo que se tiene para fabricar.
- Y el tiempo planificado es la cantidad de tiempo que en realidad se utilizará para fabricar el producto.

Tabla XXX. **Formato general de una matriz de asignación**

Disponibilidad Requerimiento	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Periodo 4	
	Tiempo normal	Tiempo extra	Tiempo normal	Tiempo extra	Tiempo normal	Tiempo extra	Tiempo normal	Tiempo extra
Periodo 1 Horas	Tiempo disponible COSTO Tiempo planificado							
Periodo 2 Horas			Tiempo disponible COSTO Tiempo planificado					
Periodo 3 Horas					Tiempo disponible COSTO Tiempo planificado			
Periodo 4 Horas							Tiempo disponible COSTO Tiempo planificado	
Horas de ocio								
Costo de producción Mensual								
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN								

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.4. Ejemplo resuelto

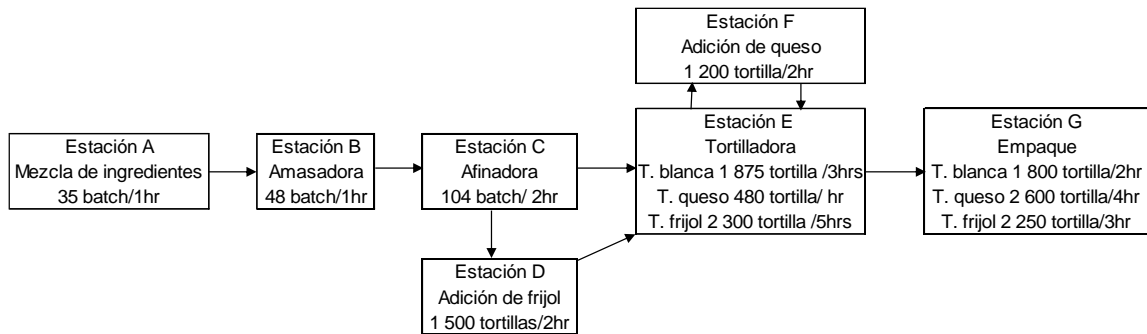
La empresa tortillas *gourmet* fabrica distintos tipos de tortillas, cuenta con tortillas blancas, tortillas con frijol y tortillas con queso. Se le pide a usted como Ingeniero Industrial que diseñe un plan de producción que se ajuste a la previsión de ventas de los productos antes mencionados, si se le proporciona la siguiente información.

Tabla XXXI. **Demanda**

Mes	Tortillas blancas	Tortillas con frijol	Tortillas con queso
Enero	47 141	57 447	45 700
Febrero	47 189	50 785	43 080
Marzo	47 208	49 600	42 800
Abril	47 228	52 420	47 030
Mayo	47 247	53 500	44 800
Junio	47 267	55 050	42 620

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Proceso de producción**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Cantidad de operarios**

Proceso	No. OPERARIOS
A	1
B	1
C	1
D	1
E	2
F	1
G	1

Fuente: elaboración propia.

Salario operario = Q2 500,00/mes

Proceso de producción: 1 *batch* de producción = 25 tortillas blancas

1 *batch* de producción = 20 tortillas con frijol

1 *batch* de producción = 15 tortillas con queso

Batch de producción: unidad de medida industrial utilizada para designar el rendimiento de la cantidad de producto terminado resultante de la mezcla de determinados insumos o materiales.

Tabla XXXIII. **Materiales**

Insumos	Tortillas blancas	Tortillas con frijol	Tortillas con queso	Costo
Harina de maíz	1 lb	1,5 lb	1,7 lb	Q. 5,00/lb
Queso			1 lb	Q. 20,00/lb
Frijol		1,20 lb		Q. 4,50/lb
Preservantes	5,45 gramos	8,18 gramos	9,27 gramos	Q. 0,10/gramo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Energía eléctrica**

Estación	Núm. motores	Hp/motor
B	1	2
C	1	1
E	1	2

Fuente: elaboración propia.

Costo energía eléctrica: Q 1,80/KWatt-hr 1Hp=0,75 KWatt

Gas propano: 35lb Q. 170,00

Almacenaje:

T. blanca Q. 5,00/mes

T. frijol Q. 5,00/mes

T. queso Q. 10,00/mes

Jornada laboral: Diurna normal

3.2.2.5. Solución del ejemplo

Estación A $T_{\text{blanca}} = (35 \text{ batch}/1\text{hr}) (25 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 875 \text{ tortillas/hr}$

Estación A $T_{\text{frijol}} = (35 \text{ batch}/1\text{hr}) (20 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 700 \text{ tortillas/hr}$

Estación A $T_{\text{queso}} = (35 \text{ batch}/1\text{hr}) (15 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 525 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{blanca}} = (48 \text{ batch}/1\text{hr}) (25 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 1\,200 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{frijol}} = (48 \text{ batch}/1\text{hr}) (20 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 960 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{queso}} = (48 \text{ batch}/1\text{hr}) (15 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 720 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{blanca}} = (104 \text{ batch}/2\text{hr}) (25 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 2\,600 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{frijol}} = (104 \text{ batch}/2\text{hr}) (20 \text{ tortillas}/1 \text{ batch}) = 2\,080 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{queso}} = (104 \text{ batch} / 2 \text{ hr}) (15 \text{ tortillas} / 1 \text{ batch}) = 1\,560 \text{ tortillas/hr}$

Estación D $T_{\text{frijol}} = (1\,500 \text{ tortilla} / 2 \text{ hrs}) = 750 \text{ tortillas/hr}$

Estación E $T_{\text{blanca}} = (1\,875 \text{ tortillas} / 3 \text{ hr}) = 625 \text{ tortillas/hr}$

Estación E $T_{\text{frijol}} = (480 \text{ tortillas} / 1 \text{ hr}) = 480 \text{ tortillas/hr}$

Estación E $T_{\text{queso}} = (2\,300 \text{ tortillas} / 5 \text{ hr}) = 460 \text{ tortillas/hr}$

Estación F $T_{\text{queso}} = (1\,200 \text{ tortilla} / 2 \text{ hrs}) = 600 \text{ tortillas/hr}$

Estación G $T_{\text{blanca}} = (1\,800 \text{ tortillas} / 2 \text{ batch}) = 900 \text{ tortillas/hr}$

Estación G $T_{\text{frijol}} = (2\,600 \text{ tortillas} / 1 \text{ batch}) = 650 \text{ tortillas/hr}$

Estación G $T_{\text{queso}} = (2\,250 \text{ tortillas} / 1 \text{ batch}) = 750 \text{ tortillas/hr}$

Eficiencias por estación:

Estación A $T_{\text{blanca}} = 875 \text{ tortillas/hr}$

Estación A $T_{\text{frijol}} = 700 \text{ tortillas/hr}$

Estación A $T_{\text{queso}} = 525 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{blanca}} = 1\,200 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{frijol}} = 960 \text{ tortillas/hr}$

Estación B $T_{\text{queso}} = 720 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{blanca}} = 2\,600 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{frijol}} = 2\,080 \text{ tortillas/hr}$

Estación C $T_{\text{queso}} = 1\,560 \text{ tortillas/hr}$

Estación D $T_{\text{frijol}} = 750 \text{ tortillas/hr}$

Estación E $T_{\text{blanca}} = 625$ tortillas/hr

Estación E $T_{\text{frijol}} = 480$ tortillas/hr

Estación E $T_{\text{queso}} = 460$ tortillas/hr

Estación que marca el ritmo de producción, es la más lenta.

Estación F $T_{\text{queso}} = 600$ tortillas /hr

Estación G $T_{\text{blanca}} = 900$ tortillas/hr

Estación G $T_{\text{frijol}} = 650$ tortillas/hr

Estación G $T_{\text{queso}} = 750$ tortillas/hr

- Requerimiento:

Se realiza el cálculo de la cantidad de horas que se necesitan para fabricar cada una de las tortillas para los meses de enero a junio del año 2018 en base a la estación que marca el ritmo de producción, el cual es la estación A.

Tabla XXXV. **Cantidad de horas requeridas, tortillas blancas y de frijol**

Mes	Tortilla Blanca		Tortilla de Frijol	
	Cálculo	Requerido	Cálculo	Requerido
Enero	47 141 tortillas * 1hr/625 tortillas	75 hr	57 447 tortillas * 1hr/480 tortillas	120 hr
Febrero	47 189 tortillas * 1hr/625 tortillas	76 hr	50 785 tortillas * 1hr/480 tortillas	106 hr
Marzo	47 208 tortillas * 1hr/625 tortillas	76 hr	49 600 tortillas * 1hr/480 tortillas	103 hr
Abril	47 228 tortillas * 1hr/625 tortillas	76 hr	52 420 tortillas * 1hr/480 tortillas	109 hr
Mayo	47 247 tortillas * 1hr/625 tortillas	76 hr	53 500 tortillas * 1hr/480 tortillas	111 hr
Junio	47 267 tortillas * 1hr/625 tortillas	76 hr	56 050 tortillas * 1hr/480 tortillas	115 hr
	Total	453 hr	Total	664 hr

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Cantidad de horas requeridas tortillas con queso**

Mes	Tortilla de Queso	
	Cálculo	Requerido
Enero	45 700 tortillas * 1hr/460 tortillas	99 hr
Febrero	43 080 tortillas * 1hr/460 tortillas	94 hr
Marzo	42 800 tortillas * 1hr/460 tortillas	93 hr
Abril	47 030 tortillas * 1hr/460 tortillas	102 hr
Mayo	44 800 tortillas * 1hr/460 tortillas	97 hr
Junio	42 620 tortillas * 1hr/460 tortillas	93 hr
	Total	578 hr

Fuente: elaboración propia.

Análisis de costos: de la estación más lenta.

Mano de obra (estación A)

Mano de obra: 1 (Q.2 500,00) = Q. 2 500,00/mes

MO (hora normal) = (2 500,00) (1mes/240horas) = Q. 10,42/hr

MO (hora normal + prestaciones laborales) = (Q. 10,42/hr) (1,33) =

Q. 13,90 /hr

MO (extra) = (Q.13,90/hr) (1,5) = Q. 20,85/hr

Total requerido para los tres productos = 453 hr+664 hr+ 578 hr = 1695 hr

Requerido porcentual:

Tortilla blanca: $453/1\ 695 = 27\ %$

Tortilla con frijol: $664/1\ 695 = 39\ %$

Tortilla con queso: $578/1\ 695 = 34\ %$

Para calcular el costo de mano de obra para cada producto, se obtiene la parte porcentual total de los operarios asignados a la estación A asociados a cada tipo de tortilla.

Mano de obra T. blanca (normal) = (Q. 13,90/hr) * (0,27) = Q. 3,75/hr

Mano de obra T. frijol (normal) = (Q. 13,90/hr) * (0,39) = Q. 5,42/hr

Mano de obra T. queso (normal) = (Q. 13,90/hr) * (0,34) = Q. 4,71/hr

Mano de obra T. blanca (extra) = (Q. 20,85/hr) * (0,27) = Q. 5,63/hr

Mano de obra T. frijol (extra) = (Q. 20,85/hr) * (0,39) = Q. 8,13/hr

Mano de obra T. queso (extra) = (Q. 20,85/hr) * (0,34) = Q. 7,09/hr

- Materia prima

Tortilla blanca

Harina de maíz

(1lb/*batch*) (Q.5,00/lb) (1 *batch*/25 tortillas) = Q. 0,20/tortilla

Preservantes

(5,45gr/*batch*) (Q. 0,10/gr) (1 *batch*/25 tortillas) = Q. 0,0218/tortilla

Gas propano

(0,02 lb/*batch*) (Q. 4,86/lb) (1 *batch*/25 tortillas) = Q. 0,0039/tortilla

Costo de materia prima = Q. 0,2257/tortilla

Materia prima tortilla blanca = Q. 0,2257/tortilla * 625 tortillas = Q. 141,06

Tortilla con frijol

Harina de maíz

(1,5lb/*batch*) (Q5,00/lb) (1 *batch*/20 tortillas) = Q.0,375/tortilla

Frijol

(1,2 lb) (Q. 4,50/lb) (1 *batch*/20 tortillas) = Q. 0,27/tortilla

Preservantes

(8,18gr/*batch*) (Q. 0,10/gr) (1 *batch*/20 tortillas) = Q. 0,0409/tortilla

Gas propano

$(0,02 \text{ lb}/\text{batch}) (Q. 4,86/\text{lb}) (1 \text{ batch}/20 \text{ tortillas}) = Q. 0,0049/\text{tortilla}$

Costo de materia prima = Q. 0,6908/ tortilla

Materia prima tortilla con frijol = Q. 0,6908/tortilla * 480 tortillas = Q.331,58

Tortilla con queso

Harina de maíz

$(1,7\text{lb}/\text{batch}) (Q5,00/\text{lb}) (1 \text{ batch}/15 \text{ tortillas}) = Q.0,5667/\text{tortilla}$

Queso = $(1,2 \text{ lb}) (Q. 20,00/\text{lb}) (1 \text{ batch}/15 \text{ tortillas}) = Q. 1,6/\text{tortilla}$

Preservantes

$(9,27\text{gr}/\text{batch}) (Q. 0,10/\text{gr}) (1 \text{ batch}/15 \text{ tortillas}) = Q. 0,0618/\text{tortilla}$

Gas propano

$(0,02 \text{ lb}/\text{batch}) (Q. 4,86/\text{lb}) (1 \text{ batch}/20 \text{ tortillas}) = Q. 0,0049/\text{tortilla}$

Costo de materia prima = Q. 2,2334/ tortilla

Materia prima tortilla con queso

$Q. 2,2334/\text{tortilla} * 460 \text{ tortillas} = Q.1 027,36$

- Energía eléctrica

$EE = (1\text{mot}) (2\text{HP}/\text{motor}) (0,75 \text{ kwatt}/\text{HP}) (Q. 1,80/ \text{kwatt-hr}) = Q. 2,70/\text{hr}$

Se sigue el mismo análisis que se realizó con la mano de obra, se tienen los costos asignados por cada producto, como sigue:

$EE \text{ T. Blanca} = (Q. 2,70/\text{hr}) (0,27) = Q. 0,729/\text{hr}$

$EE \text{ T. Frijol} = (Q. 2,70/\text{hr}) (0,39) = Q. 1,053/\text{hr}$

$EE \text{ T. Queso} = (Q. 2,70/\text{hr}) (0,34) = Q. 0,918/\text{hr}$

- Almacenaje

Tortilla blanca = (Q. 5,00/mes) (1mes/30 días) (1día/24hr) = Q. 0,01/hr

Q. 0,01/hr * 625 tortillas = Q. 6,25/hr

Tortilla frijol = (Q. 5,00/mes) (1mes/30 días) (1día/24hr) = Q. 0,01/hr

Q. 0,01 * 480 tortillas = Q. 4,80/hr

Tortilla queso = (Q. 10,00/mes) (1mes/30 días) (1día/24hr) = Q. 0,02/hr

Q. 0,014 * 460 tortillas = Q. 6,02/hr

Tabla XXXVII. **Resumen de costos**

T. Blancas	Hora normal	Hora extra
Mano de obra	Q. 3,75	Q. 5,63
Materia prima	Q.141,06	Q.141,06
Energía eléctrica	Q. 0,729	Q. 0,729
Almacenaje	Q. 6,25	Q. 6,25
TOTAL	Q. 151,79	Q. 153,67

T. Frijol	Hora normal	Hora extra
Mano de obra	Q. 5,42	Q. 8,13
Materia prima	Q.331,58	Q.331,58
Energía eléctrica	Q. 1,053	Q. 1,053
Almacenaje	Q. 4,80	Q. 4,80
TOTAL	Q. 342,85	Q. 345,56

T. Queso	Hora normal	Hora extra
Mano de obra	Q. 4,71	Q. 7,09
Materia prima	Q. 1 027,36	Q. 1 027,36
Energía eléctrica	Q. 0,918	Q. 0,918
Almacenaje	Q. 6,02	Q. 6,02
TOTAL	Q. 1 039,01	Q. 1 041,39

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Disponibilidad de horas**

Mes	Hora normal	Hora extra
Enero	200 hr	108 hr
Febrero	138 hr	80 hr
Marzo	196 hr	98 hr
Abril	142 hr	84 hr
Mayo	144 hr	92 hr
Junio	140 hr	84 hr

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se calcula el requerimiento y la disponibilidad por cada producto de forma porcentual y se tabulan los datos:

Tabla XXXIX. **Porcentaje de requerimiento**

Mes	T. Blanca	T. Frijol	T. Queso	Total	% de T. Blanca	% de T. Frijol	% de T. Queso
Enero	75	120	99	294	26	41	34
Febrero	76	106	94	275	27	38	34
Marzo	76	103	93	272	28	38	34
Abril	76	109	102	287	26	38	36
Mayo	76	111	97	284	27	39	34
Junio	76	115	93	283	27	41	33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Disponibilidad de horas normales por producto**

Mes	T. Blanca	T. Frijol	T. Queso
Enero	51 hr	81 hr	68 hr
Febrero	38 hr	53 hr	47 hr
Marzo	54 hr	74 hr	67 hr
Abril	37 hr	54 hr	51 hr
Mayo	38 hr	56 hr	49 hr
Junio	37 hr	57 hr	46 hr

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Disponibilidad de horas extra por producto**

Mes	T. Blanca	T. Frijol	T. Queso
Enero	28 hr	44 hr	36 hr
Febrero	22 hr	31 hr	27 hr
Marzo	27 hr	37 hr	34 hr
Abril	22 hr	32 hr	30 hr
Mayo	24 hr	36 hr	32 hr
Junio	22 hr	34 hr	28 hr

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Matriz de preanálisis: tortilla blanca**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Disponibilidad (1T)	51	38	54	37	38	37	256
Disponibilidad (2T)		76		74	76	74	405
Requerimiento (horas)	75	76	76	76	76	76	455
Diferencia (Un turno)	-24	-38	-22	-39	-38	-39	-200
Acumulado 1 (Un turno)	-24	-62	-84	-123	-161	-200	
% Utilización (1T)	100	100	100	100	100	100	
Plan	JDN+24hr extra	2T en JDN	JDN+22hr extra	2T en JDN+2hr extra	2T en JDN	2T en JDN+2hr extra	
Acumulado 2 (Doble turno)	0	0	0	0	0	0	
% Utilización (2T)	0	100	0	100	100	100	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Matriz de preanálisis: tortilla con frijol**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Disponibilidad (1T)	81	53	74	54	56	57	375
Disponibilidad (2T)		106		108	112	114	595
Requerimiento (horas)	120	106	103	109	111	115	664
Diferencia (Un turno)	-39	-53	-29	-55	-55	-58	-289
Acumulado 1 (Un turno)	-39	-92	-121	-176	-231	-289	
% Utilización (1T)	100	100	100	100	100	100	
Plan	JDN + 39 hr extra	2T en JDN	JDN + 29 hr extra	2T en JDN + 1 hr extra	2T en JDN	2T en JDN	
Acumulado 2 (Doble turno)	0	0	0	0	1	0	
% Utilización (2T)	0	100	0	100	99	100	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Matriz de preanálisis: tortilla con queso**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Disponibilidad (1T)	68	47	67	51	49	46	328
Disponibilidad (2T)		94		102	98	92	515
Requerimiento (horas)	99	94	93	102	97	93	578
Diferencia (Un turno)	-31	-47	-26	-51	-48	-47	-250
Acumulado 1 (Un turno)	-31	-78	-104	-155	-203	-250	
% Utilización (1T)	100	100	100	100	100	100	
Plan	JDN+ 31hr extra	2T en JDN	JDN+ 26 hr extra	2T JDN	2T JDN	2T JDN	
Acumulado 2 (Doble turno)	0	0	0	0	1	0	
% Utilización (2T)	0	100	0	100	99	100	

Fuente: elaboración propia.

- **Análisis**

Se analiza la disponibilidad de horas para determinar la mejor opción para cumplir con el requerimiento, ya sea con horas extras si la diferencia no es muy grande o doblando turno si se requiere de más horas.

El análisis de tiempo consumido al d6lar turnos es mayor de 60 % requerido, lo que minimiza las horas de ocio.

La empresa cumple con la producci3n de la demanda estimada, para algunos casos se dobl3 turno por ser una diferencia muy grande entre el requerimiento y la disponibilidad. En otros casos se utilizaron horas extras, se debe tomar en cuenta para la planificaci3n de las tortillas, que 6stas solamente duran un m6ximo de 30 d6as.

Tabla XLV. **Matriz de asignación: tortilla blanca**

Disponibilidad	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	Requerimiento	51	28	38	22	54	27	37	22	38	24	37
Enero 75 horas	151,79	153,67										
Febrero 76 horas			151,79	44								
Marzo 76 horas					151,79	54	153,67					
Abril 76 horas							151,79	153,67				
Mayo 76 horas									151,79	48		
Junio 76 horas											151,79	153,67
Horas de ocio											74	2
Costo de producción Mensual	Q 11 429,37		Q 11 536,04		Q 11 577,40		Q 11,539,80		Q 11 536,04		Q 11 539,80	
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN							Q 69 158,45					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Matriz de asignación: tortilla con frijol**

Disponibilidad	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	Requerimiento	81	44	53	31	74	37	54	32	56	36	57
			106				108		112		114	
			62				64		72		68	
Enero 120 horas	81	44										
	342,85	345,56										
	81	39										
Febrero 106 horas			106	31								
			342,85									
			106	0								
Marzo 103 horas					74	37						
					342,85	345,56						
					74	29						
Abril 109 horas							106	64				
							342,85	345,56				
							106	1				
Mayo 111 horas									110	70		
									342,85			
									110	0		
Junio 115 horas											110	66
											342,85	
											110	0
Horas de ocio												
Costo de producción Mensual	Q 41 247,69		Q 36 342,10		Q 35 392,14		Q 36 687,66		Q 37 713,50		Q 37 713,50	
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN							Q 225 096,59					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Matriz de asignación: tortilla con queso**

Disponibilidad	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		
	Requerimiento	68	36	47	27	67	34	51	30	49	32	46	28
Enero 99 horas	68	36											
	1 039,01	1 041,39											
Febrero 94 horas			94	54									
			1 039,01										
Marzo 93 horas					67	33							
					1 039,01	1 041,39							
Abril 102 horas					67	26	100	60					
							1 039,01						
Mayo 97 horas									96	62			
									1 039,01				
Junio 93 horas											90	27	
											1 039,01		
Horas de ocio											90	0	
Costo de producción Mensual	Q 102 935,77		Q 97 666,94		Q 96 689,81		Q 103 901,00		Q 99 744,96		Q 93 510,90		
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN							Q 594 449,38						

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.6. Trabajo en clase

La empresa de tortillas *gourmet* le pide a usted como Ingeniero Industrial que diseñe un plan de producción si la previsión de ventas es la siguiente:

Tabla XLVIII. **Demanda, trabajo en clase**

Mes	Tortillas con frijol	Tortillas con queso	Tortillas con chipilín
Enero	50 550	41 325	41 520
Febrero	51 310	41 890	41 750
Marzo	51 450	41 905	41 045
Abril	51 650	42 285	41 070

Fuente: elaboración propia.

Salario operario = Q3 000,00/mes

Rendimientos: 1 *batch* tortillas con queso = 19 tortillas

1 *batch* tortillas con frijol = 18 tortillas

1 *batch* tortillas con chipilín = 26 tortillas

Tabla XLIX. **Cantidad de operarios, trabajo en clase**

Proceso	Número de operarios
A	1
B	1
C	1
D	1
E	1
F	2
G	1
H	2

Fuente: elaboración propia.

La jornada laboral es la diurna normal.

El detalle de materiales y distribución de maquinaria por estación son los siguientes:

Tabla L. **Energía eléctrica, trabajo en clase**

Estación	Núm. motores	Hp/motor
B	1	2
C	1	1
F	1	2

Fuente: elaboración propia.

Costo energía eléctrica: Q 1,87/KWatt-hr 1Hp=0,75 KWatt

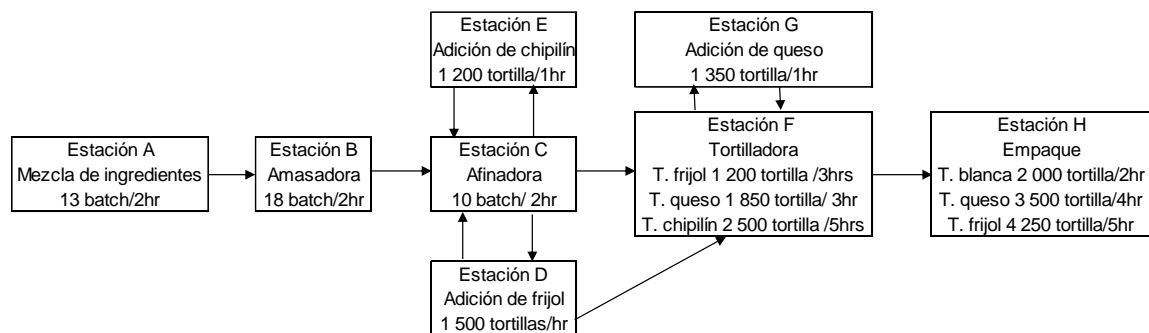
Gas propano: 35lb Q. 170,00

Almacenaje: tortilla de maíz y queso Q. 5,00/mes

tortilla de maíz y frijol Q. 5,50/mes

tortilla de maíz y chipilín Q.8,00/mes

Figura 33. **Proceso de producción, trabajo en clase**



Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Materiales, trabajo en clase**

Insumos	Tortillas con chipilín	Tortillas con frijol	Tortillas con queso	Costo
Harina de maíz	1,4 lb	1,5 lb	1,7 lb	Q 5,00/lb
Frijol		1,20 lb		Q 4,50/lb
Queso			1 lb	Q 20,00/lb
Chipilín	1 lb			Q.5,00/lb
Sal	0,15 lb			Q. 1,00/lb
Preservantes	7,90 gramos	8,18 gramos	9,27 gramos	Q. 0,10/gramo

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.7. Trabajo en casa

Tortillas *gourmet* acaba de introducir un nuevo producto en el mercado, el cual es de tortillas con chicharrón, la gerencia general desea que le proponga el mejor plan de producción que se acomode a las nuevas condiciones que tendrán la empresa para el período comprendido de enero a junio de 2018 tomando en cuenta la información que se le está proporcionando y minimizando el costo de producción.

Tabla LII. **Demanda, trabajo en casa**

Mes	Tortillas con frijol	Tortillas con queso	Tortillas con chipilín	Tortilla con chicharrón
Enero	51 905	41 045	41 070	14 500
Febrero	51 990	41 890	41 750	16 150
Marzo	52 100	41 980	41 910	13 100
Abril	51 630	42 285	42 005	15 200
Marzo	51 310	41 620	41 890	16 500
Junio	51 050	41 325	41 520	14 300

Fuente: elaboración propia.

Salario operario = Q2 990,00/mes

Rendimientos: 1 *batch* tortillas con queso = 19 tortillas

1 *batch* tortillas con frijol = 18 tortillas

1 *batch* tortillas con chipilín = 26 tortillas

1 *batch* tortillas con chicharrón = 20 tortillas

Tabla LIII. **Cantidad de operarios, trabajo en casa**

Proceso	Número de operarios
A	1
B	1
C	1
D	1
E	1
F	2
G	1
H	1
I	1

Fuente: elaboración propia.

La jornada laboral es la diurna normal.

El detalle de materiales y distribución de maquinaria por estación son los siguientes:

Tabla LIV. **Energía eléctrica, trabajo en casa**

Estación	Núm. motores	Hp/motor
B	1	2
C	1	1
F	1	2

Fuente: elaboración propia.

Costo energía eléctrica: Q 1,87/KWatt-hr 1Hp=0,75 KWatt

Gas propano: 35lb Q. 170,00

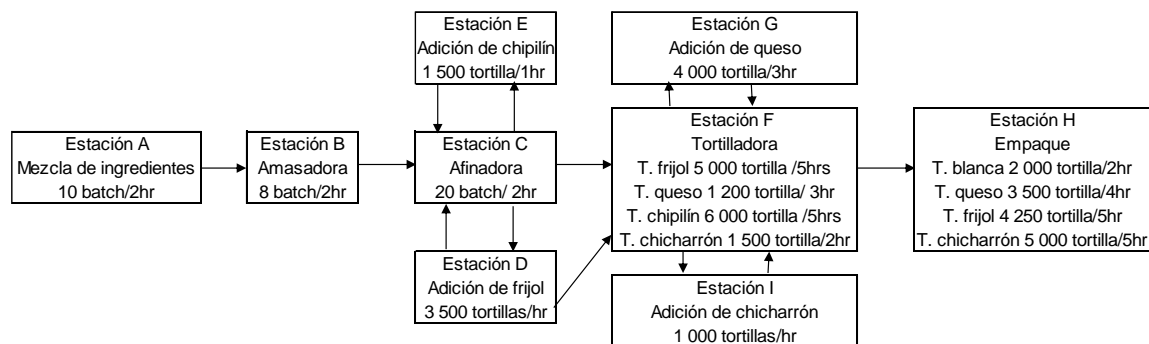
Almacenaje: tortilla de maíz y queso Q. 8,00/mes

Tortilla de maíz y frijol Q. 9,00/mes

Tortilla de maíz y chipilín Q.9,50/mes

Tortilla de maíz y chicharrón Q. 8,50/mes

Figura 34. **Proceso de producción, trabajo en casa**



Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Materiales, trabajo en casa**

Insumos	Tortillas con chipilín	Tortillas con frijol	Tortillas con queso	Tortillas con chicharrón	Costo
Harina de maíz	1,4 lb	1,5 lb	1,7 lb	1 lb	Q 5,00/lb
Frijol		1,20 lb			Q 4,50/lb
Queso			1 lb		Q 20,00/lb
Chipilín	1 lb				Q.5,00/lb
Chicharrón	¼ lb				Q.50/lb
Sal	0,15 lb			0,15 lb	Q. 1,00/lb
Preservantes	7,90 gramos	8,18 gramos	9,27 gramos	8,15 gramos	Q. 0,10/gramo

Fuente: elaboración propia.

- Investigue:
 - ¿Cuál es el crecimiento del sueldo anual a nivel nacional?
 - Según el inciso anterior, ¿cuál será el sueldo mínimo para el 2019?
 - ¿Qué opina usted con los sueldos propuestos año con año para los municipios de San Agustín Acasaguastlán y Guastatoya en el departamento de El Progreso, Estanzuela en el departamento de Zacapa y Masagua en el departamento de Escuintla?
 - ¿Qué otros factores influyen en el costo de producción? Mencione por lo menos 5 y de sus razones.

3.3. Ingeniería de Métodos

Las empresas que buscan constantemente crecer e incrementar sus ganancias recurren a analizar la forma de aumentar su productividad mediante la utilización de métodos, diseño de trabajos y estudios de tiempos. Uno de los cuales es el análisis del diagrama de hombre máquina.

3.3.1. Práctica de diagrama de hombre máquina

El diagrama de hombre máquina estudia la relación que tiene el recurso humano con la maquinaria que se emplea para realizar el trabajo, analiza los tiempos del trabajador y en los tiempos de la maquinaria.

3.3.1.1. Introducción

Existen varias herramientas para analizar el tiempo empleado en la fabricación de un producto y cuando se requiere estudiar detenidamente una estación de trabajo en específico se recurre al análisis del diagrama de procesos

hombre máquina, el cual relaciona las operaciones que realiza el hombre con la maquinaria y el tiempo de trabajo de cada uno.

La finalidad del diagrama hombre máquina es determinar si el tiempo del ciclo está siendo utilizado de forma adecuada o si se pueden hacer mejoras para reducir el tiempo e incrementar la productividad.

3.3.1.2. Objetivos

Se determinan los siguientes objetivos a alcanzar dentro de la práctica.

- General
 - Proponer una mejora de la productividad mediante la utilización del diagrama hombre máquina.

- Específicos
 - Determinar el tiempo productivo de la maquinaria y de los operarios.
 - Analizar las actividades que realizan los operarios e identificar las acciones que se pueden cambiar para eliminar el tiempo ocio.
 - Identificar el ciclo de operación de la máquina y el ciclo de operación de la persona.

3.3.1.3. Fundamento conceptual

El diagrama de procesos hombre máquina estudia la relación del operario con la máquina que trabaja, a fin de mejorar una estación de trabajo en específico. Se analiza por separado el trabajo realizado por el operario y el trabajo

que es realizado por la máquina o las máquinas para identificar los tiempos de ocio. Hay tres variables importantes a tomar en cuenta, los cuales son: la preparación de la máquina, el trabajo realizado por la maquinaria y el tiempo de espera del operario.

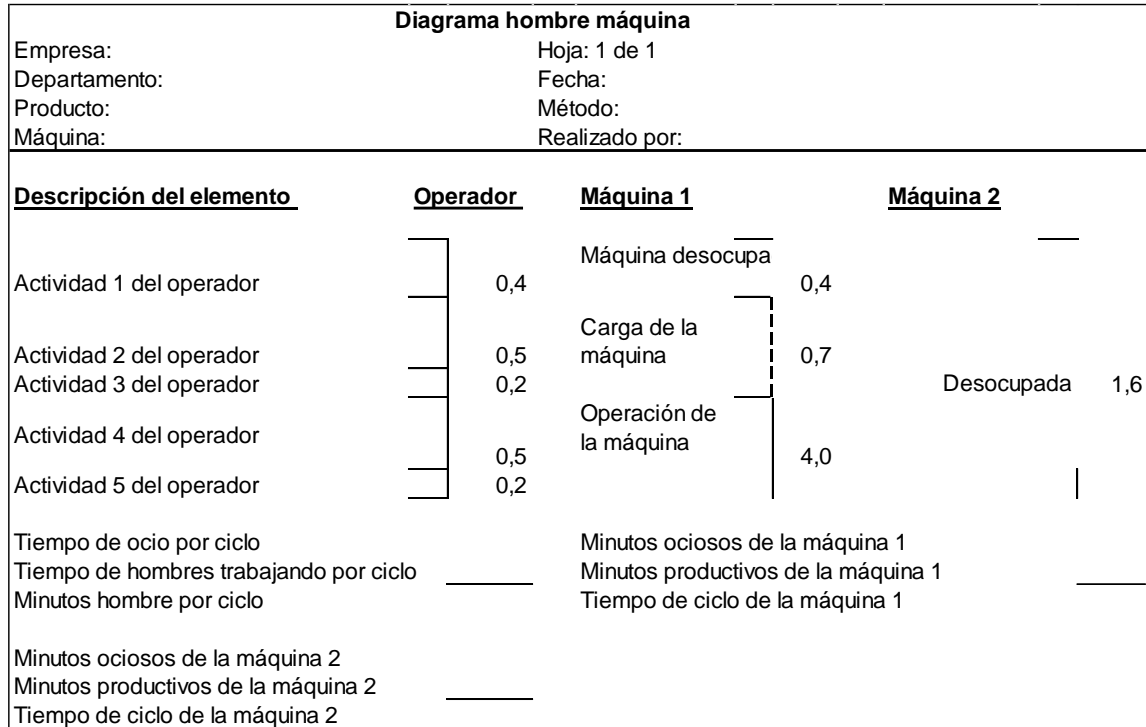
Se identifican las actividades que se pueden programar para eliminar o disminuir los tiempos de ocio de los operarios y las máquinas, y así aumentar la productividad. Tomar en cuenta que saturar al operario de trabajo puede ocasionar interferencias, en cambio si lo que se busca es saturar la máquina se debe de ocupar menos al operario, sin embargo, ninguno de estos criterios es adecuado pues se busca el equilibrio entre ambos.

El diagrama hombre máquina busca representar de forma gráfica las operaciones que realizan los operarios y el tiempo de demora en relación con la maquinaria que está utilizando. Conocer el tiempo invertido de los operarios y la maquinaria permite observar y examinar la estación de trabajo para poder mejorarla y balancear las actividades.

Pasos para realizar un diagrama hombre máquina:

- Seleccionar la estación de trabajo que se desee mejorar, tomando en cuenta para la elección las más costosas, más repetitivas o que está ocasionando problemas durante el proceso de producción.
- Identificar el inicio y el fin del ciclo que se desea estudiar.
- Observar las operaciones realizadas para identificar de forma clara los elementos que la componen.
- Determinar el tiempo de duración de cada operación identificada en el paso anterior.

Figura 35. Ejemplo del diagrama hombre máquina



Fuente: elaboración propia.

En donde, una línea recta representa el trabajo realizado. Una línea punteada representa la carga y descarga de la maquinaria y un espacio en blanco, el tiempo en el cual la máquina se encuentra desocupada.

3.3.1.4. Ejemplo resuelto

Actualmente tortillas gourmet cuenta con tres máquinas: amasadora, afinadora y tortilladora, cada una es manejada por un operario, se le solicita a usted como Ingeniero Industrial que realice un análisis para mejorar la situación actual y demostrar que un operario puede operar dos máquinas a la vez, las

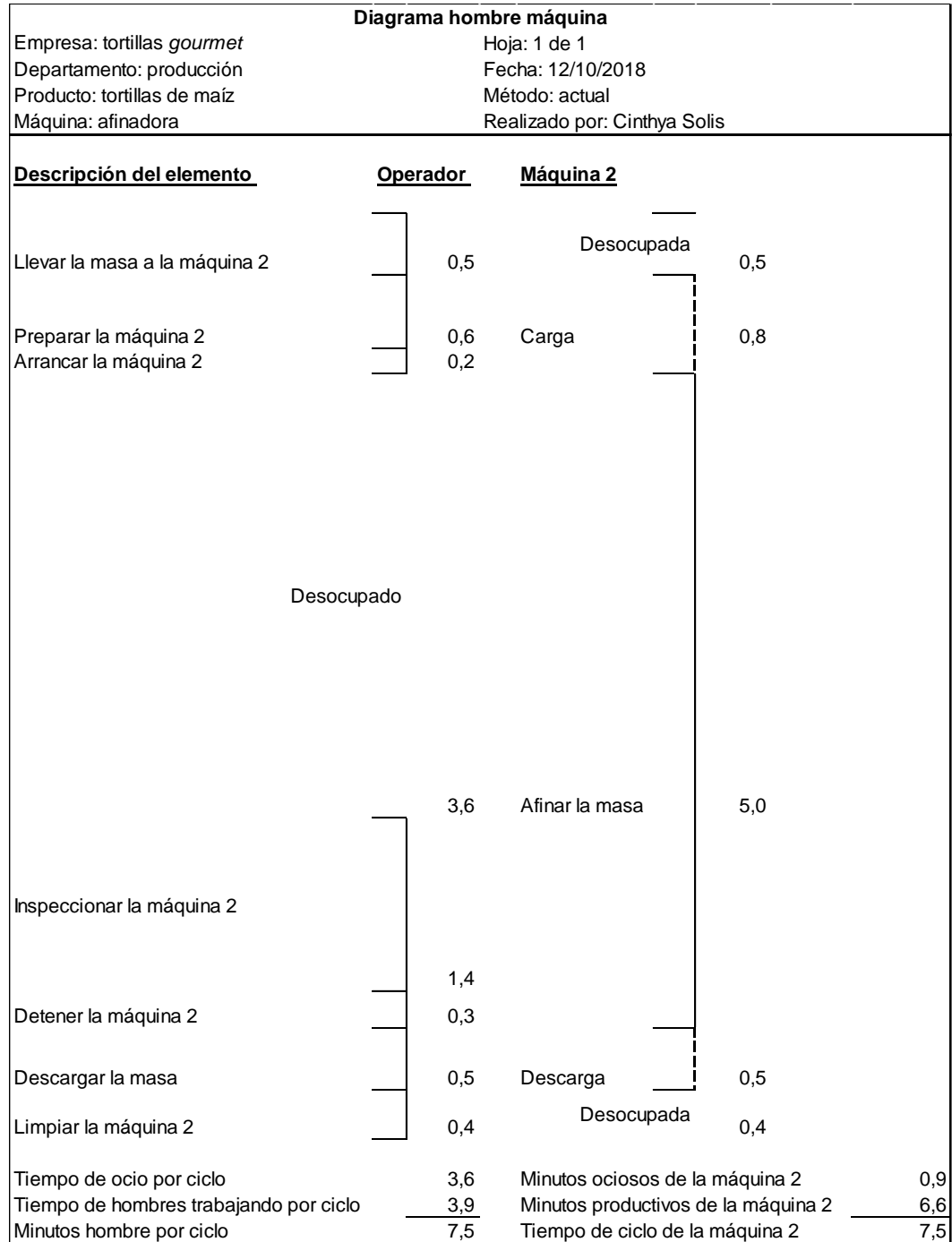
cuales serían: la amasadora y la afinadora. Se le entrega el diagrama hombre máquina de la situación actual.

Figura 36. Diagrama hombre máquina a mejorar (amasadora)

Diagrama hombre máquina			
Empresa: tortillas <i>gourmet</i>			Hoja: 1 de 1
Departamento: producción			Fecha: 12/10/2018
Producto: tortillas de maíz			Método: actual
Máquina: amasadora			Realizado por: Cinthya Solis
<u>Descripción del elemento</u>	<u>Operador</u>	<u>Máquina 1</u>	
Llevar los ingredientes a la máquina 1	0,4	Desocupada	0,4
Preparar la máquina 1	0,5	Carga	0,7
Arrancar la máquina 1	0,2		
Desocupado			
	1,5	Amasar la masa	4,0
Inspeccionar la máquina 1	0,9		
Desocupado			
Detener la máquina 1	1,6		
	0,2		
Descargar la masa	0,5	Descarga	0,5
		Desocupada	
Limpiar la máquina 1	0,6		0,6
Tiempo de ocio por ciclo	3,1	Minutos ociosos de la máquina 1	1,0
Tiempo de hombres trabajando por ciclo	3,3	Minutos productivos de la máquina 1	5,1
Minutos hombre por ciclo	6,1	Tiempo de ciclo de la máquina 1	6,1

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Diagrama hombre máquina a mejorar (afinadora)



Fuente: elaboración propia.

3.3.1.5. Solución del ejemplo

Amasadora

Ciclo total del operador = 6,4

Ciclo total de la máquina = 6,4

Tiempo total del ciclo = 6,4 min

Factor de corrección para el tiempo estándar 15 %

Tiempo estándar = $6,4 \times 1,15 = 7,36$ min

Número de ciclos en 8 horas = $8 \times 60 / 7,36 = 65$ ciclos

Tabla LVI. **Porcentaje de utilización del hombre máquina**

Resumen	Tiempo del ciclo	Tiempo de acción	Tiempo de ocio	Porcentaje de utilización
Hombre	6,4	3,3	3,1	52 %
Máquina	6,4	5,4	1,0	85 %

Fuente: elaboración propia.

Afinadora

Ciclo total del operador = 7,5

Ciclo total de la máquina = 7,5

Tiempo total del ciclo = 7,5 min

Factor de corrección para el tiempo estándar 15 %

Tiempo estándar = $7,5 \times 1,15 = 8,63$ min

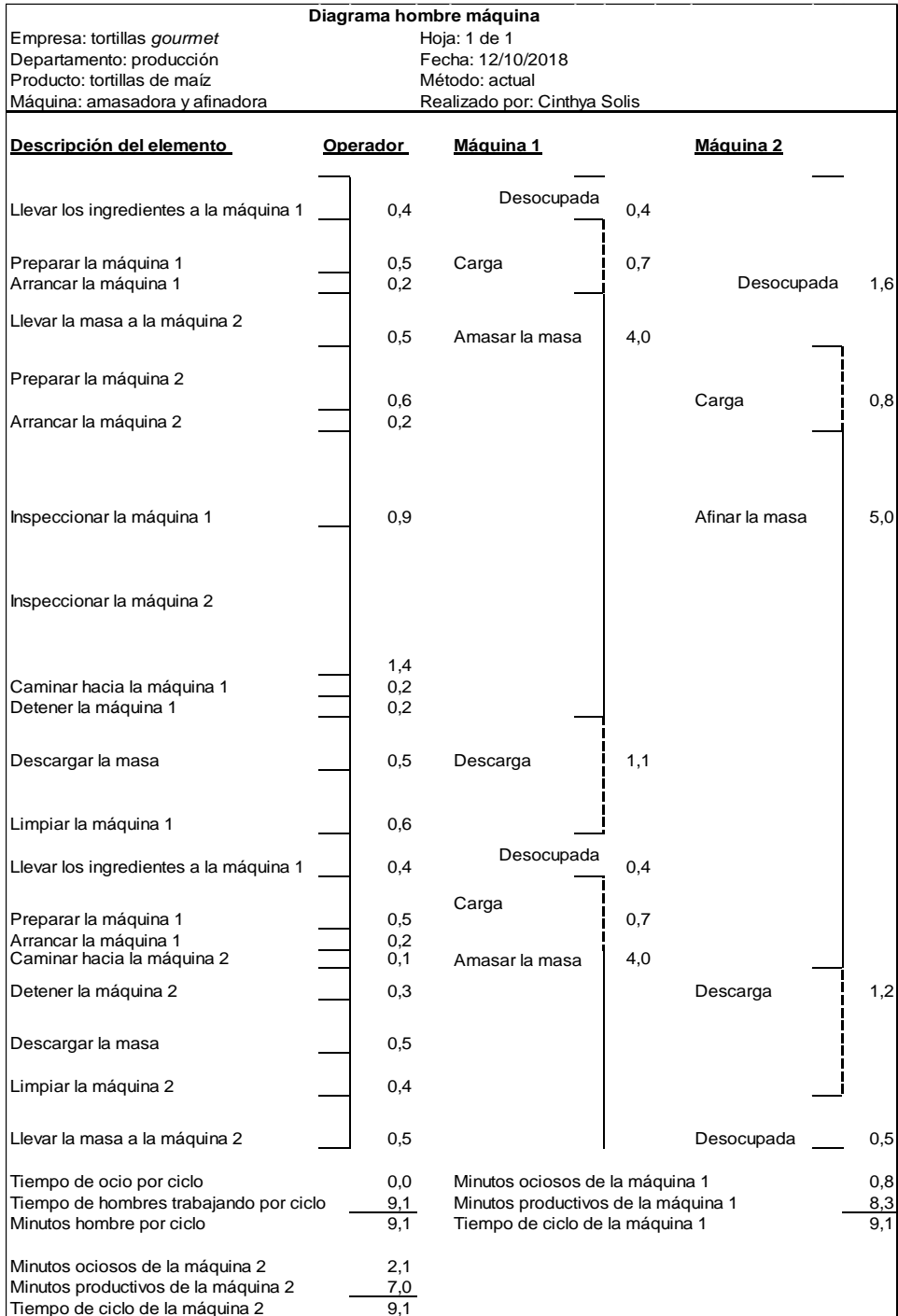
Número de ciclos en 8 horas = $8 \times 60 / 8,63 = 55$ ciclos

Tabla LVII. **Porcentaje de utilización hombre máquina**

Resumen	Tiempo del ciclo	Tiempo de acción	Tiempo de ocio	Porcentaje de utilización
Hombre	7,5	3,9	3,6	52 %
Máquina	7,5	6,6	0,9	88 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Método propuesto



Fuente: elaboración propia.

Por medio del diagrama hombre máquina se puede observar que el operario puede trabajar con las dos máquinas sin ser saturado de trabajo.

3.3.1.6. Trabajo en clase

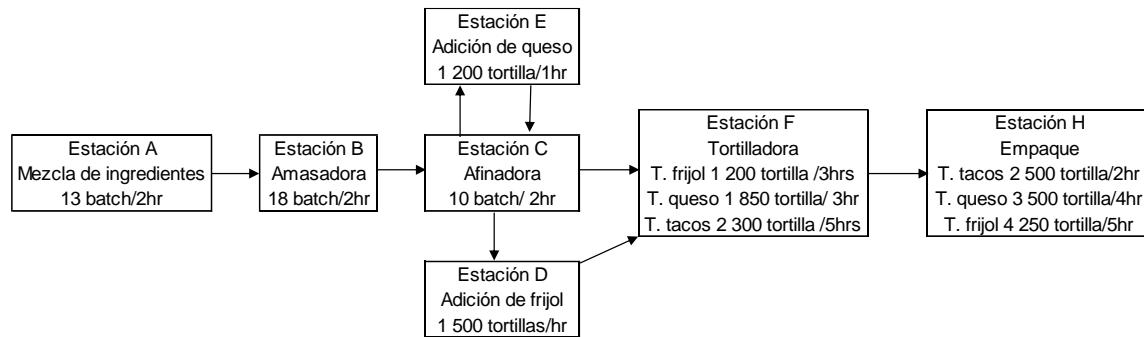
Tortillas *gourmet* tiene entre sus productos las tortillas con queso, con frijol y su tortilla especial para tacos, se le pide que realice un diagrama hombre máquina para determinar el porcentaje de utilización de la maquinaria utilizada, si en cada estación se encuentra un operario.

Tabla LVIII. **Actividades realizadas para la producción de tortillas con queso, frijol y tacos**

Actividad	Tiempo en minutos
Preparar la amasadora	0,8
Trabajo de la amasadora	3,0
Descarga de la amasadora	0,5
Limpieza de la amasadora	1,5
Preparar la afinadora	0,5
Trabajo de la afinadora	4,5
Descarga de la afinadora	1,0
Preparar la tortilladora	0,5
Trabajo de la tortilladora	0,4
Traslado hacia la tortilladora	0,2

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Proceso de producción de tortillas de frijol, queso y tacos**

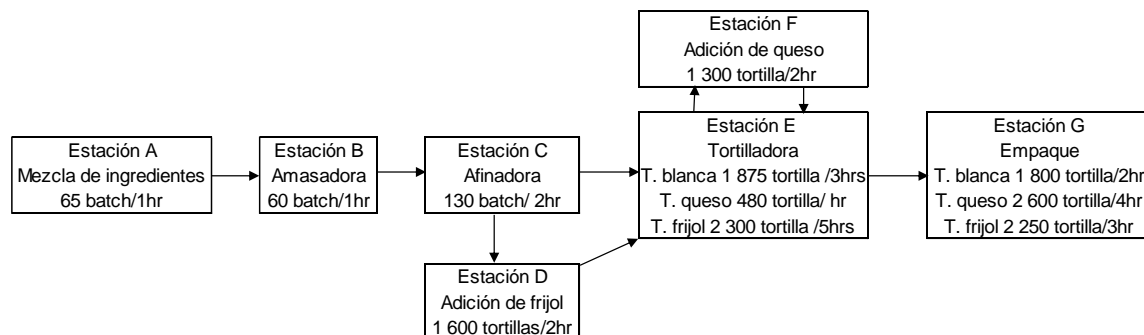


Fuente: elaboración propia.

3.3.1.7. Trabajo en casa

La fábrica de tortillas *gourmet* quiere realizar un acoplamiento de las máquinas utilizadas en la producción de tortillas, las máquinas a utilizar son la amasadora y afinadora que pueden ser operadas por un solo trabajador sin saturarlo de trabajo, para lo cual se le presenta la siguiente información:

Figura 40. **Proceso de producción de tortillas blancas, de queso y frijol**



Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Actividades realizadas para la producción de tortillas blancas, queso y frijol**

Actividad	Tiempo en minutos
Preparar la amasadora	0,7
Trabajo de la amasadora	3,5
Descarga de la amasadora	0,3
Limpieza de la amasadora	1,2
Preparar la afinadora	0,6
Trabajo de la afinadora	6,3
Descarga de la afinadora	1,0
Preparar la tortilladora	0,5
Trabajo de la tortilladora	0,4
Traslado hacia la tortilladora	0,2

Fuente: elaboración propia.

Determine el tiempo de ciclo del trabajador y de las máquinas a utilizar en el proceso de fabricación de tortillas *gourmet*.

3.4. Recomendaciones

Realizar las prácticas de: techos industriales, ruido, ventilación industrial, estudio de impacto ambiental, para el curso de Ingeniería de Plantas. Para el curso de Ingeniería de Métodos: estudio de tiempos y ergonomía. Diseño del producto para el curso de diseño de la producción. Calidad total para controles industriales, manejo de materiales para control de la producción. Y para el curso de seguridad industrial: métodos de análisis de riesgos y enfermedades

profesionales. Siguiendo el formato utilizado en los ejemplos de las prácticas anteriores para abarcar toda el área de producción.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis

Al tener un área designada para las prácticas propias de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial los estudiantes podrán desarrollar los conocimientos aprendidos en las aulas, experimentar y aprender, utilizando máquinas que se asemejan a la maquinaria de la industria.

4.1.1. Efecto en los estudiantes

Al colocar a un estudiante en un entorno real donde se ve objetivamente los conocimientos se logra que el estudiante desarrolle sus competencias laborales así mismo de manejo de situaciones y desarrollo de criterio propio que le permita toma de decisiones eficientes.

Los estudiantes tienen la posibilidad de aprender mejor y complementan la teoría con la práctica aún en el nivel de formación de profesionales, es decir, experimentan lo aprendido.

Un laboratorio hará que los estudiantes estén motivados a aprender sobre los temas vistos en clase, ya que experimentarán los beneficios obtenidos en el proceso de formación tomando en cuenta que lo que se hace se recuerda.

Realizar prácticas en el laboratorio brindara herramientas necesarias para que los estudiantes tengan una mejor inclusión en el mercado laboral, pues

aprenden la dinámica del trabajo en equipo en el área de producción, en la cual los ingenieros industriales deberían de especializarse.

Lograr un acercamiento más profesional a un campo de aplicación para ver la reciprocidad entre la teoría y la aplicación de la misma.

4.1.2. Beneficios que tendrá en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial entregará al sector laboral a ingenieros preparados para trabajar directamente en el área de producción de las empresas, con un mejor desarrollo crítico y capacidad de resolver problemas, puesto que ya ha estado familiarizado con la maquinaria.

Las prácticas que realizarán los estudiantes contribuirán a la mejora continua del laboratorio, proporcionando las mejoras requeridas e implementándolas.

Con el laboratorio funcionando para la carrera de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial se podrá llevar a cabo los procesos respectivos para lograr que la carrera sea acreditada a nivel regional, el cual también incrementará la excelencia académica al resolver casos reales.

Las investigaciones que se realizarán con ayuda del laboratorio darán una mejor perspectiva sobre los egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al desarrollar patentes dentro del laboratorio contribuirá al enriquecimiento de la Escuela.

4.2. Costo

Para el análisis de los costos se estudia la inversión en el recurso humano, equipo, utensilios, materia prima y el mantenimiento y limpieza.

4.2.1. Recursos humanos

Es necesario la contratación de un profesional que coordine y supervise el área de las prácticas y se apoye en auxiliares de laboratorio con amplio conocimiento de los temas a tratar.

Tabla LX. Recursos humanos

Cargo	Título	Horas	Salario	Total
Profesor instructor de prácticas de laboratorio	Titular I	2	Q.1 461,00	Q.2 922,00
Auxiliar de laboratorio	Auxiliar de cátedra I	4	Q.909,00	Q.3 636,00

Fuente: tesorería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

4.2.2. Equipo

Se propone que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en su trabajo de graduación, elaboren las máquinas a utilizar en el laboratorio proporcionándoles en el capítulo 2 una serie de planos para tomar como base. Tal forma enriquecería a las dos Escuelas en la formación integral de nuevos

profesionales y ayudaría a la EMI en la creación del laboratorio de tortillas de maíz.

4.2.3. Utensilios

Los utensilios a utilizar para la preparación de las tortillas *gourmet* serán una taza medidora y un recipiente para realizar la mezcla de la harina de maíz con el agua.

Tabla LXI. Precios de los utensilios

Utensilios	Precio	Cantidad
Taza medidora	Q15,00	1 unidad
Recipiente de mezcla	Q 30,00	1 unidad
Total	Q 45,00	

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Materia prima

La materia prima a utilizar en la preparación de las tortillas *gourmet* son: harina de maíz, frijol, queso, preservantes, sal y chipilín.

Tabla LXII. **Precio de los ingredientes tortillas**

Ingredientes	Cantidad	Precio unitario
Harina de maíz	5 libras	Q. 18,00
Frijol	1,2 libras	Q 5,50
Queso	1 libra	Q 20,00
Chipilín	1 libra	Q 5,00
Sal	1 libra	Q 2,00
Preservantes	1 libra	Q 45,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Mantenimiento y limpieza**

Producto	Cantidad	Precio Unitario	Total
Escobas	2 unidades	Q.20,00	Q.40,00
Limpiadores	5 unidades	Q. 5,00	Q.25,00
Trapeador	2 unidades	Q20,00	Q40,00
Cloro	1 galón	Q20,00	Q20,00
TOTAL			Q.125,00

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Análisis de la propuesta**

Las tres máquinas que se proponen en el capítulo 2 se pueden realizar en la Facultad de Ingeniería, con el apoyo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, lo cual contribuirá al desarrollo de las dos escuelas.

4.4. Actividades necesarias para poner en marcha el nuevo laboratorio

Las actividades para a realizar para poner en marcha el laboratorio son: colocar las paredes de tabla yeso y colocar el techo, de tal forma que impida la entrada de vectores al laboratorio de alimentos, instalar la electricidad y tuberías necesarias para el suministro de agua potable, elaborar la maquinaria con el apoyo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, instalar la maquinaria y señalar el área en donde se encuentre la maquinaria.

Tabla LXIV. **Actividades a realizar para poner en marcha el nuevo laboratorio**

Núm.	Actividad	Tiempo estimado
1	Colocar las paredes de tabla yeso	3 días
2	Colocar el techo	2 días
3	Instalar la electricidad y tuberías	2 días
4	Elaborar la maquinaria	8 meses
5	Instalar la maquinaria	3 días
6	Señalar la maquinaria	1 día

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. **Cronograma de prácticas a realizar en el laboratorio**

Núm.	Clase	Tema	Lugar	Fecha	Hora
1	Ingeniería de Plantas	Iluminación industrial	CII	9 de febrero	11 am
2	Ingeniería de Plantas	Buenas prácticas de manufactura	CII	23 de febrero	9 am
3	Ingeniería de Plantas	Distribución de maquinaria	CII	16 de febrero	9 am
4	Ingeniería de Métodos		CII	2 de febrero	11 am
5	Control de la Producción	Pronósticos	CII	2 de febrero	9 am
6	Control de la Producción	Producción continua	CII	9 de febrero	9 am

Fuente: elaboración propia.

5. CONTROL Y SEGUIMIENTO

5.1. Generalidades

La escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, tiene como uno de los objetivos, lograr que la carrera de Ingeniería Industrial sea acreditada, por lo cual se deben de cumplir ciertos estándares de calidad en el manejo y control de las prácticas de laboratorio.

Para obtener un sistema de calidad se necesita armar una estructura de trabajo, en donde se estandaricen los procedimientos, mismos que deben de incluir la parte organizacional. Un sistema de calidad se caracteriza por tener una jerarquía de objetivos que se cumplan por medio de las políticas de la organización.

El sistema de calidad propio del laboratorio debe incluir los procedimientos para alcanzar los objetivos, mismo que incluye las instrucciones de trabajo para las operaciones realizadas dentro del laboratorio y el registro de actividades del mismo.

Se debe de llevar un control, tanto de las actividades que se realizarán en el laboratorio como los requerimientos que deben de cumplir los estudiantes en el momento de entrar al laboratorio, su comportamiento y los conocimientos que deben de tener, entre otros.

Es importante el cumplimiento de las normas establecidas en dicho laboratorio, esto ayudará a mantener las condiciones apropiadas de las instalaciones, evitar el deterioro de las máquinas, evitar accidentes, entre otras.

5.2. Plan de control

La finalidad del plan de control, en las operaciones que se realizarán en el laboratorio es de proponer soluciones a los problemas más frecuentes que se den, mantener la calidad del producto, verificar la calidad de la materia prima, verificar la eficiencia de la maquinaria, verificar el producto terminado, entre otros. Se presenta una propuesta de formato de producto terminado, ubicado en el apéndice, la figura 61.

Para llevar un mayor control se debe de verificar que se cumplan todos los requerimientos. Por ser una planta de alimentos se busca que el mayor control este en todas las áreas respecto a la sanidad de los productos.

El sistema de calidad propio del laboratorio debe incluir los procedimientos para alcanzar los objetivos, mismo que incluye las instrucciones de trabajo para las operaciones realizadas dentro del laboratorio y el registro de actividades del mismo.

Para obtener un sistema de calidad como se mencionó en la sección 5.1, se necesita armar una estructura de trabajo, en donde se estandaricen los procedimientos, mismos que deben de incluir la parte organizacional. Un sistema de calidad se caracteriza por tener una jerarquía de objetivos que se cumplan por medio de las políticas de la organización.

Como se ve en los cursos de Ingeniería Industrial, para obtener un sistema de gestión de la calidad existen diversas normas que pueden ser aplicadas en este ámbito. Es otro beneficio que traería el diseño del laboratorio para ensayos prácticos propios de los cursos del área de producción; ya que se estaría poniendo en práctica la aplicación de diversas normas importantes en una planta de producción.

5.2.1. Normas que pueden ser aplicadas en el laboratorio para ensayos prácticos propios de los cursos del área de producción

- Normas ISO: buscan estandarizar normas de productos y servicios de una empresa, dentro de las que pueden ser aplicadas en el laboratorio encontramos:
 - ISO 9001: trata de los requisitos de los sistemas de gestión de la calidad.
 - ISO9000: es un complemento a las 9001, esta norma da definiciones y trata de mantener un lenguaje estandarizado para el Sistema de Gestión de Calidad.

¿En qué curso pueden ser aplicadas?

Estas normas son vistas más a detalle en el curso de controles industriales. Es recomendable realizar una práctica en base a la aplicación de dichas normas, para que el alumno conozca el proceso que se debe de seguir. Cabe destacar que el contenido de estas normas es bastante extenso, por lo que su aplicación debe desarrollarse a lo largo del curso, para que el alumno pueda aplicarlo correctamente y profundamente.

Estas normas incluyen requisitos para los sistemas de gestión de la calidad, requisitos del producto, documentación necesaria, tipos de documentos utilizados en los sistemas de gestión de la calidad, evaluación de los sistemas de gestión de la calidad, procesos de evaluación, auditoría y mejora continua.

- BPM (buenas prácticas de manufactura): son aplicables a todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos.

¿En qué curso pueden ser aplicadas? Las BPM'S son vistas en el curso de ingeniería de plantas. Es recomendable realizar una práctica en base a la aplicación de dichas normas, para que el alumno conozca el proceso que se debe de seguir. Cabe destacar que el contenido de estas normas para su aplicación es bastante extenso, por lo que su aplicación debe desarrollarse a lo largo del curso, para que el alumno pueda aplicarlo correctamente y profundamente.

La aplicación de las BPM'S necesita del desarrollo de manuales estandarizados de saneamiento, los cuales consisten en una descripción detallada de procedimientos técnicos de higiene y sanitización de toda la planta.

El manual de las BPM'S debe de contener: políticas, misión, visión, organigrama de equipo BPM, flujograma y procedimientos establecidos, plano de distribución de la planta, formatos de procedimientos, formatos de recomendaciones.

Es importante recalcar que las BPM'S también tocan puntos importantes como lo son utensilios utilizados en la fabricación de las tortillas, la infraestructura como pisos, paredes, entre otros.

- Sistema HACCP: el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en el cual se incluye todos los procedimientos, para garantizar la seguridad alimentaria a través de la identificación y evaluación de amenazas desde la perspectiva de calidad sanitaria de los alimentos.

¿En qué curso pueden ser aplicadas? Estas normas no están específicas en algún curso de la carrera de Ingeniería Industrial, sin embargo, es importante poder aplicarlas en dicho laboratorio. Dentro de los cursos que puede ser implementada se encuentra ingeniería de plantas o controles industriales.

Es sistema HACCP consiste en siete principios importantes que se deben de cumplir, los cuales son:

- Principio 1: realizar un análisis de peligros.
- Principio 2: determinar los puntos críticos de control (PCC).
- Principio 3: establecer un límite o límites críticos.
- Principio 4: establecer un sistema de vigilancia del control de PCC.
- Principio 5: establecer medidas correctivas que han de adoptarse en la vigilancia indicada, en los puntos críticos de control donde no están aplicados.
- Principio 6: establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema HACCP funciona eficazmente.
- Principio 7: establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados.

De igual manera es importante que para la aplicación de los siete principios del sistema HACCP se debe realizar las siguientes operaciones:

- Formación de equipo HACCP

- Descripción del producto
- Determinación del uso al que ha de destinarse
- Elaboración de diagrama de flujo
- Enumeración de los posibles riesgos relacionados con cada fase de ejecución de un análisis de peligros

5.2.2. Características de la materia prima

La materia prima es un elemento de suma importancia para la elaboración de un producto, ya que la calidad del mismo depende en gran parte de la calidad de las materias primas.

Siempre que se elaboran productos, se buscan los mejores ingredientes que permitirán obtener un producto de calidad, como el que se espera obtener. Se deben de observar características importantes como color, olor, consistencia, entre otras.

Los ingredientes que serán utilizados en la elaboración de tortillas deben de cumplir con ciertas características. A continuación, se presenta un *check list* de las características que deben de cumplirse con la materia prima o ingredientes en la elaboración de tortillas.

Tabla LXVI. **Características de la materia prima**

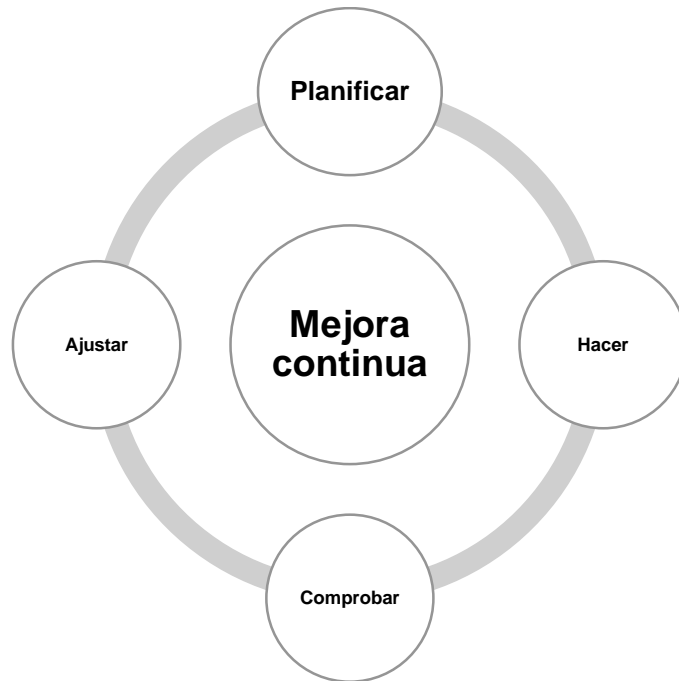
Ingrediente	Característica	Lo cumple/ no lo cumple
Harina de maíz	Debe de estar seca En polvo Color blanco	
Queso	Debe ser sólido Color blanco Verificar fecha de vencimiento	
Frijol	Consistencia pastosa y húmeda Verificar fecha de vencimiento	
Chipilín	Hojas verdes Completamente limpias Sin hojas secas	

Fuente: elaboración propia.

5.3. Mejora continua

Se propone utilizar la mejora continua como método de autoevaluación para determinar los puntos fuertes, las áreas a mantener y las áreas en las que se puede mejorar, en la formación del estudiante de Ingeniería Industrial.

Figura 41. **Mejora continua: círculo de Deming**



Fuente: elaboración propia.

5.3.1. **Panificar**

Es indispensable que como primer punto identifiquemos lo que deseamos mejorar en este caso, puede ser la calidad de las tortillas, agregarle o quitar algún ingrediente específico, ampliar la línea de producción, entre otros.

Para poder llevar a cabo este paso se requerirá de la participación de los estudiantes en las formas distintas de realizar alguna tarea, en la determinación de problemas y su solución, entre otros.

Es importante realizar una recopilación de datos para profundizar en el conocimiento del proceso, detallar las especificaciones de los resultados esperados, definir actividades necesarias para lograr el producto.

Se elaborará una planeación estratégica, que se basa en realizar un análisis y evaluación de la situación existentes, seguido del establecimiento de los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Existen diversas herramientas que pueden ayudar a facilitar y estandarizar la metodología de planificar; las podemos mencionar:

- Diagrama de flujo: el cual nos ayudará a comprender el proceso, identificar los problemas y oportunidades de mejora en el proceso. En la figura 42 se muestra el ejemplo de un diagrama de flujo.

Figura 42. Diagrama de flujo

Diagrama de Flujo de Operaciones	
Empresa: Gestión de la calidad	Hoja 1 de 1
Departamento: Producción	Fecha: 20/01/2016
Producto: Tortillas de maíz	Método: Actual
Propuesta No. 1	



RESUMEN				
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	16	67.30	0
△	Almacenaje	1	1	0
TOTAL		16	68.30	0

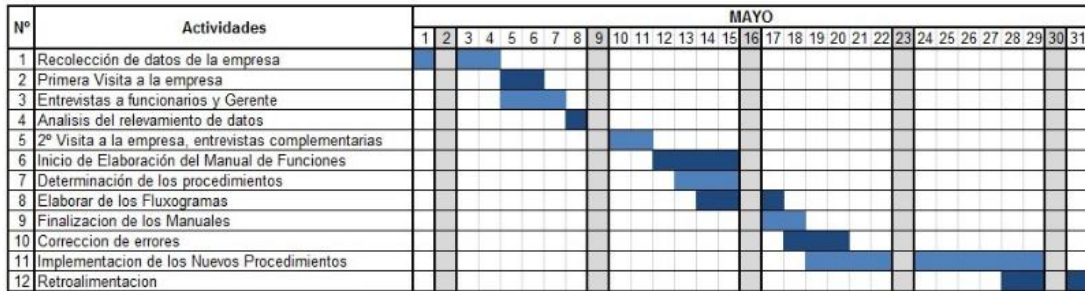
94

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de Gantt: es utilizada para realizar la planificación y seguimiento de actividades y proyectos. En la figura 43 se presenta un ejemplo de un diagrama de Gantt.

Figura 43. Diagrama de Gantt

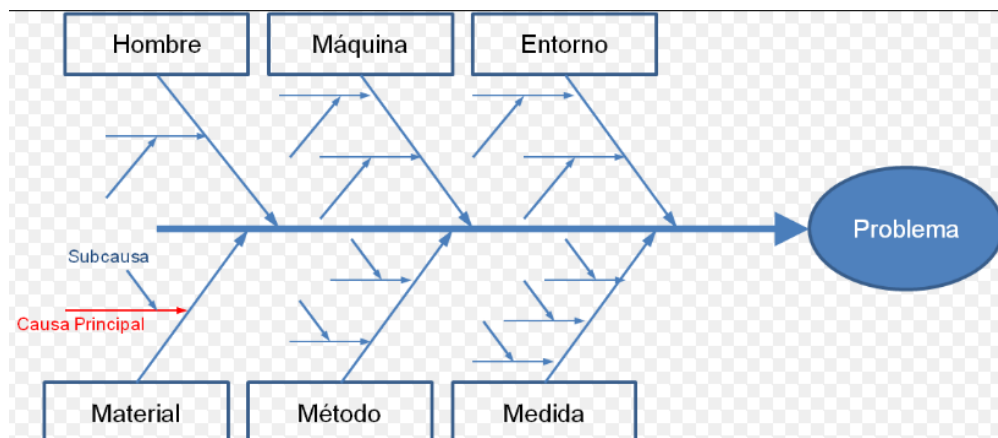
DIAGRAMA DE GANTT
Secuencia de la elaboración de los Manuales de procedimientos para empresa XX



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama Ishikawa: estudia las causas de los problemas que se nos presentan, puede ser trabajado por el método de las 6 M'S que incluye; método, máquina, material, mano de obra, medio y medida. En la figura 44 se presenta un ejemplo de diagrama de Ishikawa.

Figura 44. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Hacer

Conociendo los problemas o las áreas en las cuales se puede mejorar, se procede a estudiar y determinar las mejoras a realizar y el impacto que éstas tendrán. Se realizan los cambios para poder implementar la mejora de la propuesta, es recomendable realizar primero una prueba piloto para determinar el funcionamiento antes de realizar cambios a gran escala.

5.3.3. Comprobar

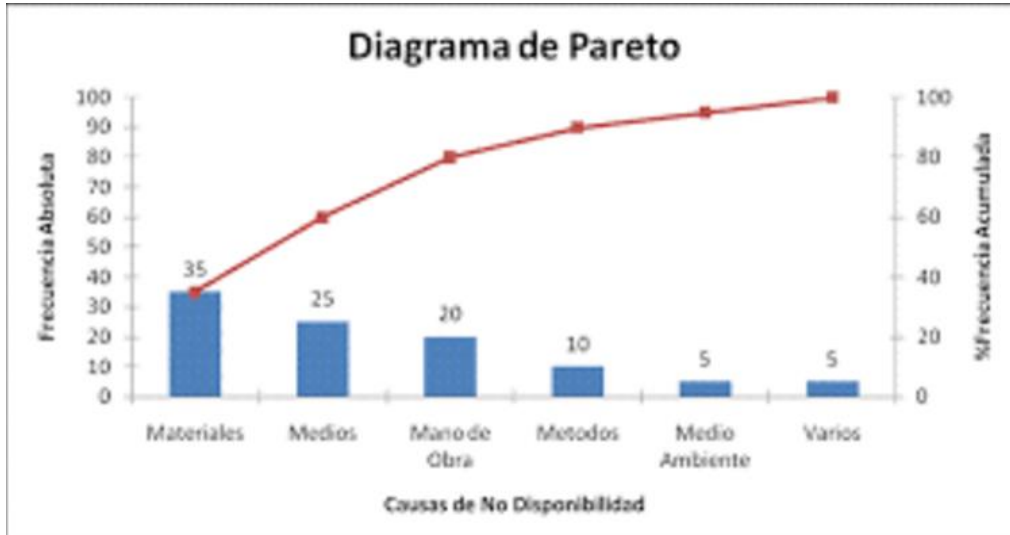
Una vez implementada la mejora de propuesta es indispensable analizar si se están alcanzando los objetivos planteados, se comprueba que los cambios den el resultado deseado y que estos sean funcionales.

Si en dado caso las soluciones aplicadas no cumplen con los requerimientos esperados, se debe de regresar a la planificación para poder estructurar nuevamente un plan de acción.

Existen diferentes herramientas que de igual manera nos ayudarán a la evaluación para controlar el estado actual del proyecto, proceso o producto:

- Diagrama Pareto: también llamada curva 80 % - 20 % para organizar datos y centrarse en lo más importante.

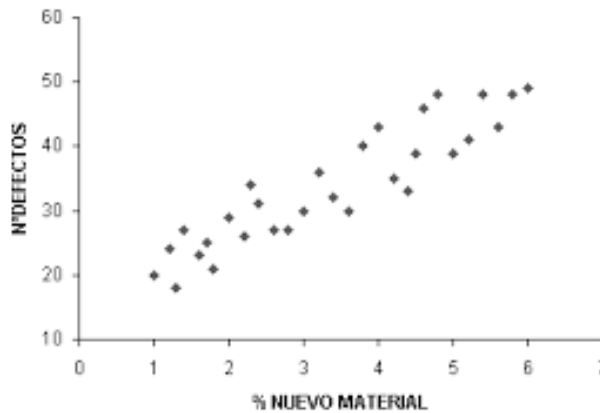
Figura 45. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de correlación: representación gráfica que muestra la relación de las variables.

Figura 46. **Diagrama de correlación**



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de Ishikawa: mencionado con anterioridad en la sección 5.3.1
- *Check List*: Se trata de un listado de control para verificar que se está o no cumpliendo. En la figura 47 se muestra un ejemplo del formato de un *Check List*.

Figura 47. **Check List**

Item	Attribute	Relevance	Practice	Assessment
2.2.9	Are changes in deliverable commitments agreed to by all affected groups & individuals?			
2.2.10	Is the organization structure for both tracking & controlling project activities work products & costs (effort, schedule & budget) well defined and assigned to a specific individual?			
2.2.11	Are measurements and feedback mechanisms incorporated in tracking work effort & refining work estimating techniques?			
2.2.12	Have procedures for identifying variances from estimates & adjusting the detailed work program been established?			
2.2.13	Is project work proceeding in accordance with the original project schedule?			
2.2.14	If not, have all project delays been adequately accounted for, communicated to all stakeholders and adjustments made in overall project schedule?			
2.2.15	Is there general agreement & acceptance of the current status and progress of the project?			
2.2.16	Is PERT / Critical Path or equivalent methodology being used? Can you see the critical path on the plan?			
2.2.17	Is an industry recognized mechanized support tool(s) being used for project scheduling & tracking?			
2.2.18	Is it possible to track all classes of project work (e.g. scheduled, un-scheduled, defect repair, etc.)? Can you compare work done to the baseline?			

Fuente: elaboración propia.

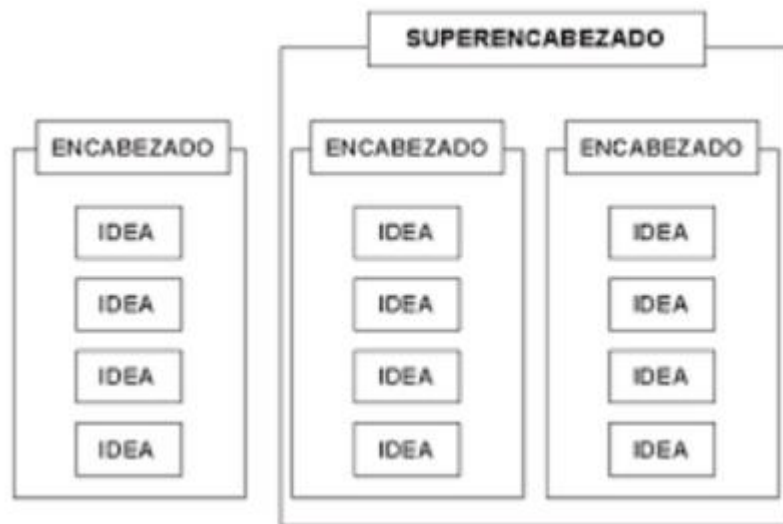
5.3.4. **Ajustar**

Una vez obtenidos los resultados en base a la fase anterior se procede a recopilar todo lo aprendido y a ponerlo en marcha. Siempre es necesario realizar recomendaciones y observaciones que en un futuro servirán nuevamente para regresar al paso inicial de planificación. La mejora continua se debe de realizar periódicamente.

Este paso también denominado actuar sirve para realizar una retroalimentación acerca de todos los resultados obtenidos en base a los objetivos. Existen de igual forma herramientas que pueden ayudar a desarrollar este paso, que buscan puntos débiles a los procesos, productos y servicios actuales. Dentro de las que podemos mencionar:

- Diagrama de afinidad: juntar ideas y organizarlas. En la figura 48 se muestra una representación gráfica de un diagrama de afinidad.

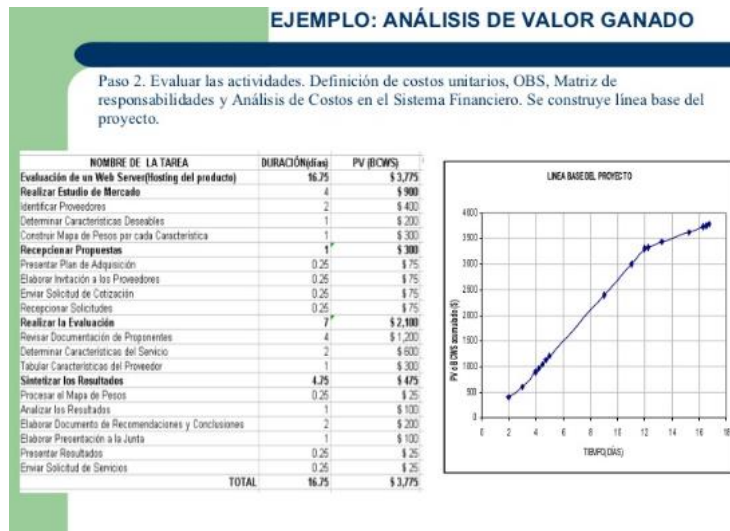
Figura 48. **Diagrama de afinidad**



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de valor: método ordenado para aumentar el valor del producto.

Figura 49. Análisis de valor agregado



Fuente: elaboración propia.

5.4. Requisitos de sanidad para instalar una planta de alimentos

Es importante cumplir con los requisitos de sanidad al momento de instalar el laboratorio de producción de tortillas de maíz, para lo cual se realizará un estudio de impacto ambiental, se solicitará una licencia sanitaria, se solicitará la tarjeta de salud, la tarjeta de manipulación de alimentos y la tarjeta de pulmones para las personas que laboren en las practicas.

5.4.1. Estudio de impacto ambiental

Los pasos a seguir para realizar una evaluación ambiental


- Contratación de un consultor ambiental registrado en el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales).
- Todos los documentos legales de la empresa o representante legal.

- Original de informe técnico según la guía de términos de referencia proporcionados por el MARN.
- Constancia de publicación en un diario de mayor circulación (no diario de Centroamérica).

5.4.1.1. Requisitos básicos de presentación para estudios de evaluación de impacto ambiental

- Carta de presentación del proyecto firmada por representante legal
- Nombre o razón social de la entidad
- Nombre del propietario o representante legal
- Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones
- Documento foliado
- Dirección competente del proyecto
- Fotocopia de la constancia del número de identificación tributaria (NIT)
- Fotocopia autenticada del nombramiento y DPI del representante legal
- Fotocopia de patente del comercio
- Certificación de colegiado activo de los consultores
- Registro actualizado del consultor en el MARN
- Declaración jurada del consultor
- Certificado de registro de la propiedad
- Planos debidamente timbrados, sellados y firmados por el profesional que los realizó.

Figura 50. Carátula de datos generales para instrumentos ambientales



DATOS GENERALES PARA INSTRUMENTOS AMBIENTALES

NUMERO DE EXPEDIENTE	
NOMBRE DEL PROYECTO	
FOLIOS AL MOMENTO DEL INGRESO	
TIPO DE PROYECTO	
TIPO DE ACTIVIDAD QUE VA A DESARROLLARSE EN EL PROYECTO TERMINADO O EN OPERACION	
DIRECCION EXACTA DEL PROYECTO	
NOMBRE DE LA EMPRESA O RAZON SOCIAL	
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA INDIVIDUAL	
NUMERO DE CEDULA DEL REPRESENTANTE LEGAL	
DIRECCION PARA RECIBIR NOTIFICACIONES	
NUMERO TELEFONICO	
NUMERO DE NIT	
MONTO ESTIMADO DE INVERSION DEL PROYECTO EN Q.	
NUMERO DE EMPLEOS QUE VA A GENERAR EN LA FASE DE OPERACION Y EN LA FASE DE CONSTRUCCION	
FOLIO DE LA LOCALIZACION DEL AREA PROTEGIDA DENTRO DEL ESTUDIO	
FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	
FOLIO DE LOS COSTOS DE MEDIDAS DE MITIGACION	
CONSULTOR QUE REALIZO EL ESTUDIO Y No. DE LICENCIA MARN	
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

5.4.2. Registro sanitario

Es importante que en una planta de producción de alimentos sea extendida una licencia sanitaria, esto es obligatorio para cualquier planta de producción en Guatemala. El registro sanitario tiene vigencia de un período de cinco años. Mediante el reglamento técnico centroamericano se establecen los

procedimientos para otorgar el registro sanitario y la inscripción sanitaria de alimentos, procesados.

Se debe de realizar un estudio de impacto ambiental en donde se establecen los procesos y señalización de todas las áreas de la planta. Se procede a un análisis fisicoquímico del agua. Dicho estudio es llevado al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN para dar la resolución, la cual puede ser de bajo o alto impacto.

Posteriormente se adjunta dicha resolución, patente de comercio, y se extiende a todo el personal: tarjeta de salud, pulmones y manipulación de alimento. Consecutivamente se desarrollan los requisitos mencionados en la sección 5.4.1.1.



5.4.2.1. Requisitos y mecanismos para el otorgamiento del registro sanitario

Para obtener el registro sanitario se deberá presentar ante la autoridad sanitaria del Estado lo siguiente:

- Solicitud conteniendo la información indicada a continuación:
 - Datos del solicitante
 - Nombre del solicitante
 - Numero de documento de identificación
 - Nombre del representante legal
 - Número del documento de identificación
 - Dirección exacta del solicitante


- Teléfono, fax, correo electrónico
- Dirección exacta de bodega o distribuidora, teléfono, fax, correo electrónico
- Datos del fabricante
 - Nombre de la fábrica, indicar si es nacional o extranjera
 - Número de licencia o permiso de la fábrica o bodega
 - Dirección exacta de la fábrica, teléfono, fax, correo
- Datos del producto
 - Nombre del producto a registrar
 - Marca del producto
 - Tipo de producto
 - Contenido neto del producto
 - Núm. de registro sanitario, en caso de renovación
 - País de procedencia
 - Etiqueta original para los productos importados y nacionales que ya estén en el mercado.
 - Comprobante de pago
 - Muestra del producto, cuando se realicen análisis previos al Registro Sanitario

Figura 51. Formulario de inscripción sanitaria de alimentos

 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA				
DRCA 22-2009 Vers 2 20/04/2012		Inscripción Sanitaria de Alimentos		Página 1 de 1
Llenar hasta la sección 6: LLENARLO A MAQUINA O EN FORMA ELECTRÓNICA SIN TACHONES NI CORRECCIONES				
1. TIFICACIÓN DE TRAMITE				
No. de Expediente (ver anexo):	1.1 Fecha de Presentación: (día / mes / año)	1.2 Tipo de inscripción: <input type="checkbox"/> Nuevo <input type="checkbox"/> Renovación	1.3 No de registro sanitario: PARA RENOVACIÓN:	1.4 No de inscripción sanitaria:
2. IDENTIDAD ADMINISTRATIVA				
2.1 EMPRESA QUE INSCRIBE EL PRODUCTO (IMPORTADOR):				
2.1.1 NOMBRE:			2.1.2 NIT:	
2.1.3 DIRECCIÓN EXACTA:				
2.1.4 MUNICIPIO:		2.1.5 DEPARTAMENTO:		2.1.6 TELÉFONOS:
2.1.8 EMAIL:				
2.1.9 No LICENCIA SANITARIA:			2.1.10 FECHA VENCIMIENTO DE LICENCIA SANITARIA:	
2.2 PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL				
2.2.1 APELLIDOS Y NOMBRES:				
2.2.2 TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN: <input type="checkbox"/> DNI <input type="checkbox"/> Pasaporte			2.2.3 No DE DOCUMENTO:	
2.2.4 DIRECCIÓN EXACTA:				
2.2.5 TELÉFONOS:			2.2.7 EMAIL:	
3. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO				
3.1 NOMBRE DEL FABRICANTE:		3.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:		
3.3 PAIS DE FABRICACIÓN:		3.4 NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO:		
3.5 MARCA:		3.6 CLASIFICACIÓN DE LA SUBCATEGORÍA DEL PRODUCTO SEGÚN RTCA DE ADITIVOS ALIMENTARIOS:		
4. DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD				
4.1 PARA NUEVA INSCRIPCIÓN:		4.2 PARA RENOVACIÓN DE INSCRIPCIÓN:		
Documentación*	Faltó	Documentación*	Faltó	
General				
Comprobante de pago por derecho de trámite de registro sanitario.		Comprobante de pago por derecho de trámite de registro sanitario.		*****
Formulario DRCA 22-2009 Versión 2 debidamente llenado, firmado y sellado.		Formulario DRCA 22-2009 Versión 2 debidamente llenado, firmado y sellado.		*****
Carta de original debidamente suscrita por el Titular del Registro Sanitario, donde sustenta la Inscripción Sanitaria.		Carta de original debidamente suscrita por el Titular del Registro Sanitario, donde sustenta la Inscripción Sanitaria.		*****
Fotocopia simple de Licencia Sanitaria de la bodega de almacenamiento del producto		Fotocopia simple de Licencia Sanitaria de la bodega de almacenamiento del producto		*****
Original original y etiqueta complementaria		Original original y etiqueta complementaria		*****
* Presentar la pagaría en el orden establecido en folio tamaño oficio color manila con gancho y debidamente foliado				
5. OBSERVACIONES DEL USUARIO				
Observaciones del usuario				
6. ACEPTACIÓN DEL IMPORTADOR DEL PRODUCTO				
DECLARO Y JURO QUE LOS DATOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE EXPEDIENTE SON VERIDICOS YA QUE REFLEJAN LA COMPOSICIÓN E IDENTIDAD DEL PRODUCTO				
6.1 FIRMA DEL IMPORTADOR:			6.2 SELLO DEL IMPORTADOR:	
Área para firma y sello del importador				
7. DECLAMEN FINAL				
7.1 RESULTADO DE TRÁMITE: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Reprobado		7.2 FIRMA Y SELLO:		
Área para resultado de trámite y firma y sello				

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 52. Formulario de inscripción sanitaria de alimentos

 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA			
DRCA 33-2009 Ver 2 20/04/2015		Instructivo de llenado del formulario DRCA 33-2009 Versión 3	
Página 1 de 1			
LLENAR EL FORMULARIO A MAQUINA O EN FORMA ELECTRONICA SIN TACHONES NI CORRECCIONES			
1. TIPIFICACIÓN DE TRÁMITE			
1.1 FECHA DE PRESENTACIÓN:	Declarar fecha en que se esta presentando la solicitud, en el formato Día / Mes / Año.		
1.2 TIPO DE INSCRIPCIÓN:	Marcar en la casilla correspondiente según sea el caso, si es una inscripción nueva (Primer ingreso ante el Departamento de Regulación y Control de Alimentos) o renovación (Producto que ya se le ha asignado la inscripción anteriormente).		
1.3 No. REGISTRO SANITARIO:	Colocar número de registro sanitario otorgado por el Departamento de Regulación y Control de Alimentos del Ministerio de Salud al que se desea que se le otorgue la inscripción.		
1.4 No. INSCRIPCIÓN SANITARIA:	Llenar esta casilla solo si es renovación de la inscripción sanitaria. Colocar número de inscripción sanitaria otorgado por el Departamento de Regulación y Control de Alimentos de Ministerio de Salud que se desea renovar.		
2. IDENTIDAD ADMINISTRATIVA			
2.1 EMPRESA QUE INSCRIBE EL PRODUCTO (IMPORTADOR)			
2.1.1 NOMBRE:	Razón social de la empresa que desea la inscripción sanitaria del producto.		
2.1.2 NIT:	Colocar el número de identificación tributaria de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.3 DIRECCIÓN EXACTA:	Dirección completa de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.4 MUNICIPIO:	Municipio en el que se encuentra ubicado la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.5 DEPARTAMENTO:	Departamento en el que se encuentra ubicado la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.6 TELÉFONOS:	Número de teléfono de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.7 EMAIL:	Dirección de correo electrónico de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.8 No LICENCIA SANITARIA:	Número de licencia sanitaria de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		
2.1.9 FECHA VENCIMIENTO DE LICENCIA SANITARIA:	Fecha en que vence la licencia sanitaria mencionada en el inciso 2.1.8.		
2.2 PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL			
2.2.1 APELLIDOS Y NOMBRES:	Deberá indicarse el nombre completo del representante legal de la empresa a quien se le otorgó el mandato legal de representación. Si es empresa individual colocar el nombre de propietario.		
2.2.2 TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN:	Seleccionar el tipo de documento de identificación del representante legal de la empresa. Si es empresa individual colocar el tipo de documento de identificación del propietario.		
2.2.3 No DE DOCUMENTO:	Número de documento de identificación relacionado con el tipo de documento de identificación mencionado en el inciso 2.2.2.		
2.2.4 DIRECCIÓN EXACTA:	Dirección completa del representante legal. Si es empresa individual, dirección exacta de propietario.		
2.2.5 TELÉFONOS:	Número de teléfono del representante legal. Si es empresa individual, teléfonos de propietario.		
2.2.6 EMAIL:	Dirección de correo electrónico del representante legal. Si es empresa individual, dirección de correo electrónico del propietario.		
3. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO			
3.1 NOMBRE DEL FABRICANTE:	Colocar el nombre de la empresa fabricante del producto.		
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:	Describir detalladamente las características del producto.		
3.3 PAIS DE FABRICACIÓN:	Colocar el nombre del país en el que se fabrica el producto.		
3.4 NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO:	Colocar el nombre comercial del producto (nombre con el que se conoce en el mercado) de acuerdo a etiquetas y documentos presentados. Si el nombre de un producto importado está en otro idioma que no sea español, deberá escribirlo entre paréntesis en español.		
3.5 MARCA:	Colocar la marca con la que se está comercializando el producto de acuerdo a etiquetas y documentos presentados.		
3.6 CLASIFICACIÓN DE LA SUBCATEGORÍA DEL PRODUCTO SEGÚN RTCA DE ADITIVOS ALIMENTARIOS:	Colocar el número y nombre de la subcategoría del alimento en la cual se clasifica el producto de acuerdo a lo establecido en el reglamento técnico centroamericano de Aditivos Alimentarios. RTCA 67.04.54:10.		
4. DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD			
Cuando es una nueva inscripción, se debe llenar la columna 4.1. Si es renovación llenar la columna 4.2.			
4.1 PARA NUEVA INSCRIPCIÓN:	Para cada requisito, consignar el folio correspondiente en el expediente presentado.		
4.2 PARA RENOVACIÓN DE INSCRIPCIÓN:	Para cada requisito, consignar el folio correspondiente en el expediente presentado.		
5. OBSERVACIONES DEL USUARIO			
En esta sección se deben colocar cualquier comentario adicional referente al producto que se desea inscribir. Si no hay observaciones colocar N/A (No aplica).			
6. ACEPTACIÓN DEL IMPORTADOR DEL PRODUCTO			
6.1 FIRMA DEL IMPORTADOR:	Firma del propietario (si es persona individual) o representante legal (si es persona jurídica) de la empresa de cuyo nombre se solicita el registro.		
6.2 SELLO DEL IMPORTADOR:	Sello de la empresa que solicita la inscripción sanitaria.		

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

5.4.2.2. Requisitos y mecanismos para la inscripción sanitaria

- Requisitos para la inscripción sanitaria

Solicitud con los datos siguientes:

- Lugar y fecha de presentación de la solicitud de inscripción sanitaria
- Número de registro
- Identificación de la empresa que inscribe el producto
- Nombre de la empresa
- Nombre del propietario o representante legal
- Dirección de la empresa
- Teléfonos, fax, correo electrónico
- Numero de licencia y fecha de vencimiento (en caso la tuviera)
- Identificación y caracterización del producto
- Nombre del fabricante o productor
- Nombre del país donde es fabricado
- Nombre comercial del producto
- Nombre del producto sujeto de inscripción
- Marca del producto

Figura 53. Contraseña de recepción de documentos



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA



CONTRASEÑA DE RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS INSCRIPCIÓN DE PRODUCTOS AFINES

DATOS GENERALES					
TIPO DE INSCRIPCIÓN NUEVA	TIPO DE AFÍN PT COSMETICOS		NO DE CONTRASEÑA VCP1X		
SOLO SI ES RENOVACIÓN EXISTE REFORMULACIÓN NO		ORIGEN NACIONAL	FECHA DE RECEPCIÓN 03/10/2012	USUARIO XXXX	
		FECHA SERIE 03/10/2012 02:13:30p.m.			
NO. MUESTRAS N/A	NO. DE EXPEDIENTE: XXXX	NO. DOCUMENTO PAGO (6JA): XXXX			
NOMBRE DEL PRODUCTO: XXXX					
REPRESENTANTE: XXXX XXXX					
DOCUMENTOS RECIBIDOS				SI	NO
Comprobante de pago por derecho de trámite de inscripción sanitaria				X	
Solicitud F-MC-g-012, firmada, sellada y timbrada por el profesional responsable				X	
Certificado de BPM o documento de autorización de fabricación debidamente legalizado o copia sim				X	
Poder a favor del representante legal y del profesional responsable o copia simple del dictamen				X	
Formula cualitativa completa. Firmada y Sellada por Profesional Responsable				X	
Especificaciones del producto terminado extendida por el laboratorio fabricante				X	
Empaques primario y/o secundario, proyecto legible o transcripción				X	
Si el producto es bloqueador solar: Presentar 2 muestras (mínimo 30 gramos o 30 ml cada una)				X	
Fotocopia del expediente: solicitud, formula, especificaciones y empaque				X	
Folder Color Rosado				X	

ESTADO DE LA RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS: PROCEDENTE

PRESENTAR ESTA CONTRASEÑA EN ORIGINAL, EN EL MOMENTO QUE DESEE CONOCER EL ESTADO DE SU EXPEDIENTE

PARA CONSULTAR EL ESTADO DE SU EXPEDIENTE EN LINEA (INTERNET) INGRESE A:
http://www.mspas.gob.gt/consulta_de_expedientes_de_inscripcion_de_productos_afines.html

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 54. Ejemplo de licencia sanitaria

**MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL** N° 00092
DIRECCION GENERAL DE REGULACION VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE REGULACION Y CONTROL DE ALIMENTOS
3a. Calle Final 2-10, Zona 15 Valles de Vista Hermosa, Zona 15 Guatemala, C. A.

El infrascrito Jefe del Departamento de Regulación y Control de Alimentos, ha tenido a la vista el informe favorable del establecimiento:
BUENA

Ubicado en _____ **SOLOLA** _____
Propiedad de _____

En el que consta que cumple con los requisitos de ubicación, instalación y operaciones sanitarias;
POR TANTO: Esta Jefatura otorga

LICENCIA SANITARIA

INDUSTRIA PROCESADORA DE BEBIDAS, REFRESCOS, AGUA

Para que pueda funcionar como: _____
Por el plazo de cinco años. El propietario deberá solicitar autorización de toda modificación que se haga al establecimiento; salvo que por violaciones a normas jurídicas de índole sustancial o formal, proceda la suspensión o cancelación de la misma. Artículos: 121, 122, 123, 130 (literal a), 133 (literal a), 140, 141, 142, 144 y 219 del Código de Salud.


Licencia Sanitaria No. **IPBRAH-G-7- -2007**
Fecha de otorgamiento: **21/02/2007** Fecha de vencimiento: **20/02/2012**

Inga. Gladys Arreola Camargo
Nombre del Jefe DRC
Firma y Sello  
JEFATURA
INGENIERA QUIMICA INDUSTRIAL
COLEGIADO 1112

MANTENGASE EN LUGAR VISIBLE DEL ESTABLECIMIENTO.
Nota: El trámite de renovación de la licencia deberá realizarse con un mes de anticipación a su vencimiento.

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 55. **Certificado de registro sanitario**



DIRECCION GENERAL DE REGULACION, VIGILANCIA
Y CONTROL DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE REGULACION Y CONTROL DE ALIMENTOS
UNIDAD DE AUTORIZACIONES SANITARIAS
CIUDAD DE GUATEMALA

REGISTRO POR CINCO AÑOS _____

NOMBRE DEL PRODUCTO

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

MARCA

_____ ULTIMA LINEA _____

ELABORADO POR

DISTRIBUIDO POR:

TITULAR DEL REGISTRO:

FIRMA

JEFE
DEL DEPARTAMENTO DE REGULACION Y
CONTROL DE ALIMENTOS

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 56. Tarjeta de salud


Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
República de Guatemala

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCION GENERAL DEL SISTEMA INTEGRAL DE ATENCION EN SALUD
AREA DE SALUD DE SOLOLA
GUATEMALA, C.A.

TARJETA DE SALUD No. 11-2012

ENFERMEDADES TRANSMISIBLES


El infrascrito Médico Coordinador Municipal del Distrito de Salud de:
Santiago Atitlán, Sololá CERTIFICA Haber practicado
reconocimiento a: José
de 46 años de edad, residente en: Cantón
se identifica con la cédula de vecindad No. de Orden 1 Reg. 1, 201
extendida en: Santiago Atitlán, Sololá
cuyo retrato o impresión digital del pulgar derecho al margen, encontrando que
no padece de ninguna de las enfermedades a que se refieren las disposiciones de los
servicios de Salud.

31 de Enero año 2012

Dr. Juan
NOMBRE DEL MEDICO DIRECTOR DEL CENTRO DE SALUD


FIRMA Y SELLO



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Figura 57. Tarjeta de manipulación de alimentos



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Tarjeta de pulmones

LIGA NACIONAL CONTRA LA TUBERCULOSIS
AVENIDA ELENA 9-19, ZONA 1, GUATEMALA - PBX: 2220-3244 FAX: 2232-0549

IMPRESO POR FUNDADA S.A. - 0112323 - TEL. (001) 2237-9999 - 2237-9999 - 1167316

109487 35991
NUMERO DE PELICULA


12/05/2016
FECHA DE TOMADA

NOMBRE: DANIELA VICTORIA MIRANDA SAMBRANO

DIRECCION:

RECIBO DE CAJA No. 2884943

VALIDO POR 6 MESES



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se tomó en cuenta el laboratorio de tortillas de maíz por la facilidad de elaborar varios productos con pocos ingredientes, para aplicar las buenas prácticas de manufactura, llevar un mayor control en el producto a entregar y demostrar los requisitos de la industria de alimentos, entre otros aspectos importantes.
2. Se presentaron los planos de tres máquinas, siendo éstas la amasadora, la afinadora y la tortilladora, además de incluir las piezas más relevantes tales como: rodillos, rodillos cortadores, motores, engranajes y chumaceras, entre otros.
3. Las prácticas que se utilizaron como modelo son la distribución de maquinaria, buenas prácticas de manufactura, iluminación, pronósticos, producción continua e intermitente. Cada una cuenta con introducción, objetivos, marco teórico, ejemplo propuesto y resuelto, trabajo en casa y clase.
4. Los estudiantes pueden llegar a obtener mejores oportunidades de trabajo, puesto que se desarrollarán mejor en el ámbito laboral al tener los conocimientos prácticos de trabajar en una planta de producción de alimentos, conocerán los problemas más frecuentes y utilizarán su ingenio para proponer mejoras y soluciones.
5. En el laboratorio se debe de tener extintores debidamente identificados, las áreas señaladas en donde estará la maquinaria. Los métodos de

control y seguimiento a utilizar es el sistema HACCP, el círculo de Deming, diagramas de flujo, *check list*, Normas ISO 9001, entre otros.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar la presente tesis para la elaboración de las prácticas de los cursos restantes, además de ser una guía para la fabricación de la maquinaria a utilizar en el laboratorio.
2. Proporcionar a cada estudiante que utilizará el laboratorio un reglamento de seguridad, un reglamento de conducta en el laboratorio y un reglamento de buenas prácticas de manufactura donde incluya como debe de presentarse en el laboratorio.
3. Adiestrar a cada estudiante en el manejo de cada máquina del laboratorio ya que es un aspecto importante el poderlo utilizar adecuadamente.
4. Implementar las fichas de control que están ubicadas en el apéndice, las figuras 59 y 60, asignando a un encargado de grupo para que pueda llevar las anotaciones del control de limpieza en el laboratorio, tomando en cuenta que los estudiantes deberán de limpiar después de utilizar la maquinaria.
5. Llevar un control de toda la producción que se realiza en la planta, en el apéndice se encuentra la figura 61, la cual proporciona la ficha de control que se puede implementar en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Área de mejora ambiental de la Unidad de Investigación Alimentaria de AZTI-Tecnalia. *Buenas prácticas ambientales en la industria alimentaria*. [en línea]. <<http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/resource/Buenas%20pr%C3%A1cticas%20ambientales%20sector%20alimentario.pdf>>. [Consulta: 3 de febrero de 2016].
2. BUN-CA. *Iluminación*. [en línea]. <<http://bun-ca.org/publicaciones/manuales/ManualesTecnicos03Agosto2011/Iluminacion.pdf>>. [Consulta: 25 de julio de 2015].
3. Escuela de Administración. Región de Murcia. *Prevención de riesgos laborales en tareas docentes de laboratorio*. 4 p.
4. Luxilite. *Empresa comercializadora de productos de iluminación*. [en línea]. <<http://www.ecoluxlite.com>>. [Consulta: 6 de enero de 2016].
5. MIEM. *Manual de iluminación eficiente*. [en línea]. <<http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/archivo/publicaciones/ManualIluminacionEficiente.pdf>>. [Consulta: 25 de julio de 2015].

6. OPS. *Principios generales de higiene de los alimentos*. [en línea]. <http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2BRCP%2B11969%252Fcxp_001s.pdf>. [Consulta: 22 de julio de 2015].
7. RIESKE, David; RAY, Asfahl. *Seguridad industrial y administración de la salud*. México: Pearson, 2010. 285 p.
8. TORRES, Sergio Antonio. *Ingeniería de Plantas*. Guatemala: editorial Universitaria, 2010. 131 p.
9. Universidad de Zaragoza. *Guía de seguridad y buenas prácticas en el laboratorio*. [en línea]. <<http://www.inti.gob.ar/redaloe/pdf/guiabpl.pdf>>. [Consulta: 22 de julio de 2015].

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de control de limpieza y desinfección





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA INDUSTRIAL



Control de limpieza y desinfección

FECHA: _____ HORA: _____

GRUPO/ENCARGADO: _____

Superficies y/o elementos a limpiar	Producto a utilizar	Dosificación	Modo de empleo
Suelos 			
Superficies 			
Techos/ lámparas 			
Estanterías 			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato de Control de limpieza y desinfección**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA INDUSTRIAL



Control de limpieza y desinfección

FECHA: _____ HORA: _____

GRUPO/ENCARGADO: _____

Zona y/o materiales a limpiar	Producto a utilizar	Dosificación	Modo de empleo
Maquinaria y/o equipo 			
Utensilios 			
Cubos de basura 			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Formato de Plan de Control

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA INDUSTRIAL



PLAN DE CONTROL						
PROTOTIPO		PRE-SERIE	CONTINUO / SERIE			
Grupo:			Producto:			
Encargado del grupo:			Revisado por:			
Fecha:			Aprobado por:			
Flujo de proceso			Características		Método de análisis	Reacción a situación de anomalía
No.	Fase/operación	Máquina/medio de producción	Se acepta	No se acepta		

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de amasadora



Fuente: Equipos alimenticios. <http://www.equiposalimenticios.com/inventario/tag/amasadora>.

Consulta: 6 de agosto de 2018.

Anexo 2. Ejemplo de tortilladora, rodillos afinadores



Fuente: Citizen Park. <https://www.youtube.com/watch?v=N9FaNxgZMwo&t=35s>. Consultado: 6 de agosto de 2018.

Anexo 3. Ejemplo de tortilladora, rodillo cortador



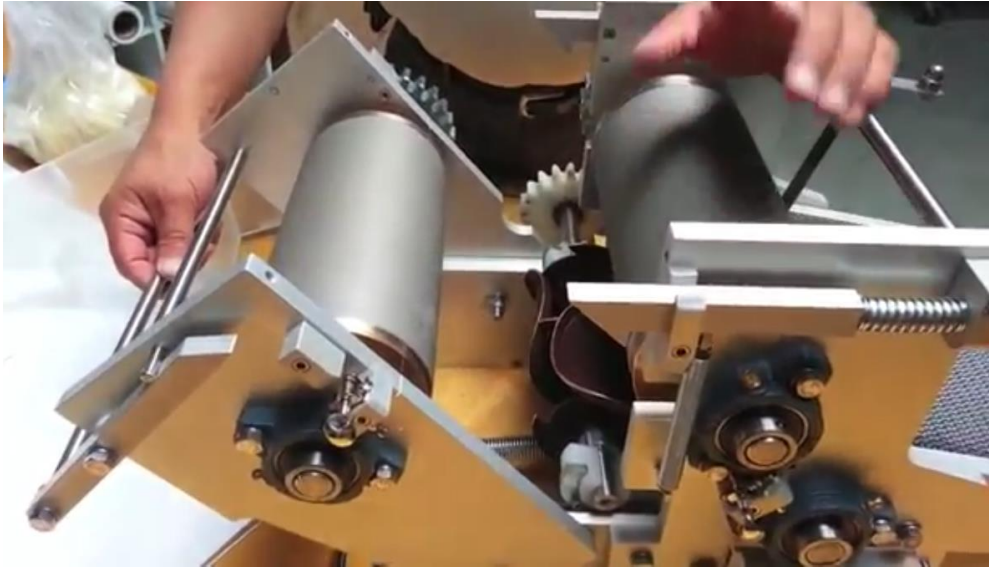
Fuente: Citizen Park. <https://www.youtube.com/watch?v=N9FaNxgZMwo&t=35s>. Consultado: 6 de agosto de 2018.

Anexo 4. **Ejemplo de tortilladora**



Fuente: Citizen Park. <https://www.youtube.com/watch?v=N9FaNxgZMwo&t=35s>. Consultado: 6 de agosto de 2018.

Anexo 5. **Ejemplo de tortilladora, rodillos**



Fuente: Citizen Park. <https://www.youtube.com/watch?v=N9FaNxgZMwo&t=35s>. Consultado: 6 de agosto de 2018.