



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

ÁREAS DE MEJORA EN UNA PYME DE ALIMENTOS

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presenta:

Nury Stephany Rives Castillo

Dirigida por:

M. I. Susana Casy Téllez Ballesteros



Ciudad Universitaria. México, 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Miembros del jurado:

Presidente: M. I. Silvina Hernández García

Vocal: M. I. Susana Casy Téllez Ballesteros

Secretario: Ing. Irene Patricia Valdez y Alfaro

1º. Suplente: Ing. Guillermina Pérez Durán

2º. Suplente: M. I. Octavio Arenas Covarrubias



ÍNDICE

Introducción	v
Protocolo.....	vi
Antecedentes.....	vi
Problemática.....	vi
Objetivos del proyecto	xi
Hipótesis planteada	xi
Metodología del proyecto	xi
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	12
Objetivos del capítulo	12
1.1 Historia	12
1.2 Misión	13
1.3 Visión.....	13
1.4 Valores	13
1.5 Objetivo general de la organización.....	14
1.6 Diversidad de los productos elaborados.....	14
1.7 Lay out de la empresa	15
1.8 Descripción del proceso	17
1.9 Censo de maquinaria, accesorios y herramientas del proceso	22
CAPÍTULO 2. DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS	25
Objetivos del capítulo	25
2.1 Definición y tipos de diagramas de procedimientos.....	25
2.1.1 Diagrama de operaciones de proceso	26
2.1.1.1 Elaboración del diagrama de operaciones de proceso	26
2.1.2 Diagrama de flujo de proceso.....	27
2.1.2.1 Elaboración del diagrama de flujo de proceso	27
2.1.3 Diagrama de recorrido.....	27
2.1.3.1 Elaboración del diagrama de recorrido	28
2.2 Descripción y diagramas de procesos de la empresa	28
2.3 Tiempo estándar del proceso	36
2.3.1 Cálculo del tiempo estándar de las fases del proceso	36
2.4 Análisis de pérdidas de peso en los productos.....	39
2.5 Porción de ingredientes por botana.....	40
2.6 Conclusiones del capítulo	43



CAPÍTULO 3. HERRAMIENTA DE SOFTWARE DE PLANEACIÓN DE INVENTARIO Y PROCESO	44
Objetivos del capítulo	44
3.1 Importancia de la planeación de inventarios y tiempos de entrega	44
3.1.1 Inventario y tiempo de entrega	44
3.2 Diagrama de flujo de la herramienta de software	45
3.3 Descripción de la salida de datos de la herramienta de software	50
3.3.1 Operaciones internas de la herramienta de software	53
3.4 Manual de uso de la herramienta de software	54
3.5 Conclusiones del capítulo	57
CAPÍTULO 4. REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA	58
Objetivos del capítulo	58
4.1 Definición y metodologías para la distribución de planta	58
4.2 Consideraciones a evaluar durante la distribución de planta	59
4.3 Distribución actual	61
4.4 Desplazamientos dentro de la planta. Diagrama de hilos	62
4.5 Relación entre desplazamiento y salario	69
4.6 Propuesta de redistribución de planta y análisis de desplazamientos	70
4.7 Análisis de la distribución de planta propuesta	78
4.8 Conclusiones del capítulo	79
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
ANEXO I. TABLAS BASE PARA CÁLCULOS DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE DE PLANEACIÓN DE INVENTARIO Y PROCESO	83
ANEXO II. ÍNDICE DE CUADROS	85
REFERENCIAS	86



Introducción

La preparación profesional como ingeniero industrial permite implementar mejoras en los procesos industriales que se presentan en el ámbito laboral.

Es por ello que decidí aplicar algunas de las herramientas adquiridas en mis estudios en la empresa de frituras tostadas a las que hace referencia este trabajo de investigación.

Mi contacto con la empresa surgió al realizar algunos trabajos escolares para las materias de diseño de sistemas productivos, procesos industriales y proyecto de ingeniería. En cada visita a la planta logré identificar diversas oportunidades de mejora tanto en el proceso como en las instalaciones.

Gracias a la disposición de la dirección de la empresa, me fue posible realizar este trabajo de investigación con el que pretendo obtener el título de Ingeniero Industrial; sin embargo, para proteger la información de producción he aplicado una simbología en lugar de los nombres de los ingredientes y las botanas originales.

El punto de partida para la realización de este trabajo de investigación se dio cuando la dirección de la empresa me solicitó realizar un estudio de tiempos de las actividades del proceso de fabricación de botanas tostadas.

Con el análisis del proceso pude desarrollar una herramienta electrónica que permite estimar el tiempo de preparación de productos, ya que actualmente se aceptan demandas que pueden no ser cubiertas debido a que el tiempo de entrega estimado es inferior al real.

Por otro lado, pretendí ayudar el departamento de adquisiciones a tener un control sobre la materia prima. Para ello realicé un estudio de pérdida de peso en los ingredientes, ya que éste se modifica durante el proceso. Con esta información, la herramienta de software desarrollada arroja la cantidad de ingredientes requerida, tanto en almacén de materia prima como en almacén de producto en proceso.

Como una aplicación más de herramientas de la ingeniería industrial en la empresa, realicé un análisis de distribución de planta con el fin de minimizar traslados de material o personal que no agregan valor al producto.

Finalmente, resumí las conclusiones que deduje a lo largo del trabajo de investigación, de igual forma anexo algunas observaciones; que como mencioné anteriormente, percibí durante las visitas de trabajo a la empresa. Hago la aclaración que para éstas últimas no profundice pues es necesario realizar análisis profundos que no forman parte de éste trabajo.



Protocolo

Antecedentes

En el mercado existen diversas variedades de frituras o botanas, en su mayoría fritas o hechas a base de harinas, las cuales benefician poco a la salud.

La empresa analizada en este trabajo es pionera en la elaboración de botanas tostadas hechas a base de semillas, leguminosas y frutas secas libres de conservadores.

Problemática

La problemática de la empresa puede encontrarse al analizar las debilidades de la misma; por ello se ha desplegado un análisis FODA de la situación actual. A continuación se describen cada una de las características, internas y externas, de la empresa.

FORTALEZAS

Como primera característica positiva del producto hay que resaltar que es un alimento crujiente; lo que proporciona al consumidor una sensación de placer, goce y satisfacción; ésta particularidad puede ser explotada en la publicidad visual y auditiva.

La segunda cualidad mencionada es que los productos son libres de procesos de freído, lo que convierte a las botanas en 100 % saludables, con un índice calórico reducido y alto contenido en fibra, además de no contener conservadores.

Se considera que la mayor fortaleza de la empresa es la facilidad, por parte de la dirección, para establecer relaciones comerciales, ya que gracias a esto se ha logrado construir una cartera de clientes extensa. Si se sigue ésta tendencia, el futuro de la empresa parece ser muy prometedor.



OPORTUNIDADES

Una oportunidad a lograr en un mediano plazo es introducir las botanas tostadas en el mercado infantil. Sabiendo que el país atraviesa una crisis de obesidad en la niñez, la comercialización de estos productos en las escuelas de educación primaria y secundaria dará a los niños una mejor opción de compra en sus alimentos.

Otra oportunidad de mercado se presenta en las dulcerías de los cines, ya que en las salas de proyección mientras las personas observan una película consumen algún tipo de botana o golosina. El contenido del producto debe ser reducido pero suficiente para la duración del filme; es importante considerar que si se trata de un alimento que se consume con las manos, éste no debe ensuciarlas en exceso ni derramarse fácilmente del empaque mientras se lleva a la boca. Los productos abordados en el presente trabajo cumplen con éstas características.

Como se ha dicho anteriormente, las botanas tostadas representan una opción más para el consumidor que se preocupa por su alimentación. Por ello, una forma adicional de incursionar en el mercado es a través de las instituciones deportivas. Las personas que acuden a éstos centros están interesadas en mantener una buena condición física y mejorar su salud, por ello se espera que el consumo de los productos sea alto.

Una oportunidad latente que presenta la empresa es la participación en ferias nacionales de micro y pequeñas empresas, pues mediante éstas intervenciones se logra la divulgación de la marca de botanas sin presentar un costo en publicidad. Por otro lado, al acudir a estos eventos la empresa tiene la oportunidad de conseguir clientes potenciales y proveedores de materias primas o maquinaria.



AMENAZAS

La mayor amenaza para la empresa es su competencia, la cual está constituida por la variedad de frituras en el mercado. Aunque la empresa ofrece un producto diferente a las botanas convencionales la competencia posee la ventaja de ser accesible a todo el público, pues se encuentra en casi cualquier establecimiento, y poder venderse a un precio accesible.

Otra amenaza ante la competencia es la poca divulgación que tienen las botanas tostadas en cuestión; debido a que la publicidad es la interfaz entre la empresa y el cliente, si el producto no es conocido las ventas serán bajas. Sin embargo, puede ser una estrategia de venta él sólo distribuir los productos en lugares prestigiados y a un precio elevado.

DEBILIDADES

Una debilidad de la empresa es su escaso personal, el cual no podría cubrir una demanda mayor a la actual en caso de ser requerida, teniendo que recurrir al contrato de personal provisional. Esto puede disminuir la producción y la calidad del producto pues el personal provisional no tiene la capacitación ni la habilidad del personal de planta en la preparación de botanas tostadas.

Aunado a esto, otra debilidad de la empresa se debe a la ausencia de manuales de procesos, ya que éstos son una herramienta auxiliar en la capacitación futura de personal.

Por otro lado, se observó que no existe una herramienta que ayude a planificar los tiempos para cubrir demandas grandes, por lo que el área de producción puede encontrarse saturada de trabajo, lo que ocasionaría una disminución en la calidad del producto y fatiga en los trabajadores.



Se considera como una debilidad más a la ausencia de un control del inventario de materia prima, lo que podría conducir a compras de pánico al no cubrir cierta demanda sólo con los ingredientes en existencia; de igual forma, se debe tener un control en el almacén de producto en proceso, ya que los lotes de semillas tostadas se combinan aunque sus fechas de elaboración sean distintas.

El almacén de la empresa puede presentar otra debilidad, ya que es muy pequeño, lo que conlleva a no poder almacenar la producción total. Sin embargo, se tienen planes futuros de expandir la planta, por lo que el almacén será reubicado y reordenado de manera más favorable.

Para una mayor comprensión de todo lo anterior, el análisis FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas) de la empresa se ha resumido en la Cuadro 1.



Características	Positivas	Negativas
Exteriores	<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Posible distribución en tiendas escolares • Venta en dulcerías de cines • Alternativa en botanas saludables • Divulgación en ferias PYMES • Ventas potenciales en instituciones deportivas de alto prestigio 	<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gran variedad de botanas en el mercado • Botanas fritas a más bajo costo • Accesibilidad de la competencia a toda la población • Hasta ahora, producto poco conocido por la población en general
Interiores	<p><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimento crujiente • Botanas no fritas y libres de conservadores • Facilidad direccional para establecer relaciones comerciales • Productos naturales y sin conservadores 	<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Escaso personal que puede no cubrir la demanda • Necesaria ampliación y reordenamiento de almacén • No hay planeación en tiempos de producción • Desconocimiento de la cantidad de ingredientes en existencia

Cuadro 1. Análisis FODA de la empresa PYME analizada
Fuente: Miranda [2010]. Pp. 15



En los puntos siguientes se describirán los objetivos que el presente trabajo de investigación pretende cumplir, la hipótesis que se quiere demostrar y se detallará la metodología que se seguirá para conseguirlo.

Objetivos del proyecto

- a) Analizar los procesos de preparación de botanas tostadas y elaborar los diagramas de producción correspondientes.
- b) Realizar una herramienta de software que auxilie a la empresa en su planeación de inventario y proceso.
- c) Proponer una nueva distribución de planta con la finalidad de disminuir los trayectos de los operarios.

Hipótesis planteada

La implementación de algunas herramientas de la Ingeniería Industrial mejorará y simplificará ciertos procesos llevados a cabo en la elaboración de botanas tostadas. Con los datos recabados durante el análisis de los procesos, se desarrollará una herramienta de software auxiliar en la planeación de compras y producción dentro de la empresa.

Metodología del proyecto

El fin que persigue éste trabajo es aplicar herramientas de la ingeniería industrial en beneficio de una industria alimenticia naciente; para ello la tesis se ha dividido en 5 capítulos, el primero de los cuales tiene la finalidad de involucrar al lector con la empresa dando a conocer su estructura física, sus principios administrativos y el proceso general de producción; al final del mismo se enlista la variedad de productos fabricados.

El segundo capítulo describirá los procesos que deben de realizarse para la fabricación de los productos más demandados, aunado a esto, se incluirán los diagramas de procedimientos para cada uno con el fin de identificar problemas dentro de la producción. De igual forma, se calculará el tiempo estándar de cada operación para la elaboración de futuros manuales de capacitación.

Con los datos obtenidos en el análisis de tiempos de los procesos (Ver *Capítulo 2*), se desarrollará una herramienta de software de planeación de inventario y proceso, esto en el capítulo 3. En el cuarto capítulo se analizará y mejorará la distribución interna de la planta con el fin de minimizar demoras en el proceso causadas por transporte de materiales o traslado de operarios. Finalmente, en el capítulo 5, se harán las recomendaciones pertinentes para lograr los objetivos establecidos.



CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Objetivos del capítulo

- Introducir al lector en la situación actual de la empresa, describir sus orígenes, su estructura física, y los objetivos y metas que persigue.
- Mostrar los procesos para la fabricación de botanas tostadas de mayor demanda.
- Dar a conocer los productos elaborados por la empresa.

1.1 Historia

La empresa analizada, fabricante de frituras tostadas, ha venido evolucionando de acuerdo a las necesidades de actualización y adecuación operativa.

Todo comenzó como un pequeño proyecto de nueve amigas con el deseo de brindarle al consumidor un producto natural que protegiera los intereses de la salud.

Empezando a laborar en una casa-habitación, la empresa inició operaciones formales en octubre de 2006 en la modalidad de Sociedad Cooperativa, produciendo botanas elaboradas a base de soya, amaranto, trigo, y maíz.

El producto fue dado a conocer al público en la feria local de la delegación Magdalena Contreras y mediante comercio local entre vecinos y familiares.

En el año 2008 siete de las nueve socias se separaron de la cooperativa, retrasando así la consolidación de la sociedad; a raíz de esto la empresa entró en una etapa de evolución, probando más productos con novedosos y mejorados procesos al tiempo de penetrar nuevos mercados, cubriendo en su totalidad los establecimientos deportivos en dicha demarcación.

Como consecuencia de lo anterior se decidió registrar a una de las socias como persona física con actividad empresarial pues la creación de una Sociedad Anónima se mostraba complicada. La empresa fue apoyada por el Proyecto *PYMES* de la UAM campus Xochimilco y gracias a esto obtuvo su imagen y objetivos medianamente planteados.



Finalmente en el año 2010 una de las socias abandona la sociedad, quedando a la cabeza la señora Angélica que decide consolidarse creando una Sociedad de Responsabilidad Limitada con la participación de cuatro personas más a su cargo.

1.2 Misión

Ser una empresa centrada en la producción de botanas saludables elaboradas con semillas y granos 100 % mexicanos, ofreciendo a los consumidores una alternativa de frituras libres de grasas saturadas y conservadores, con un alto valor nutricional. (Miranda, 2010)

1.3 Visión

Ser una empresa líder, consolidarse y posicionarse en la República Mexicana como una organización exitosa en la producción de botanas saludables, continuando la expansión a los diferentes estados del país. Lograr el reconocimiento de las familias mexicanas por su compromiso a la mejora de la calidad de vida. (Miranda, 2010)

1.4 Valores

- *Honestidad*: Nos manejamos siempre con actos transparentes que nos permiten desarrollar el más alto potencial y crecimiento.
- *Confianza*: Creamos un ambiente de seguridad e integridad que permite a nuestros empleados y trabajadores dar lo mejor de sí mismos en cada una de sus funciones.
- *Trabajo en equipo*: Cada miembro de la organización es indispensable para el correcto funcionamiento de la empresa.
- *Responsabilidad moral*: actuamos con criterio y conciencia de los productos que manejamos y que llevamos a nuestro consumidor asumiendo las consecuencias de nuestros actos.
- *Ecología*: minimizamos el impacto negativo de las actividades empresariales, por ello nuestros productos están contenidos en empaques amigables con la naturaleza.
- *Audacia*: estamos abiertos y nos arriesgamos a la lucha de alcanzar nuestras metas y objetivos. (Miranda, 2010)



1.5 Objetivo general de la organización

Desarrollar, producir y distribuir botanas saludables de excelente calidad, con la finalidad de satisfacer la demanda de la sociedad en busca de una mejor alternativa en frituras naturales que no genere daños a la salud y fomente una mayor calidad de vida que satisfaga y promueva una cultura saludable. (Miranda, 2010)

1.6 Diversidad de los productos elaborados

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa elabora botanas tostadas a base de semillas, leguminosas y frutas secas libres de grasas y conservadores artificiales.

Enseguida se clasifica la totalidad de los productos elaborados por la empresa de acuerdo a su sabor dominante; enchilado, natural, salado y dulce.

Sabor dominante	Enchilado	Natural	Salado	Dulce
Botanas	OE	MN	OS	EAC
	MO	SDG	FDS	
	FDS	CCHT	LTJ	ECSAC
	SDG			
	CCHT			
	LTJ			

Cuadro 2. Clasificación de productos de acuerdo a su sabor dominante

Nota: En la introducción de éste trabajo de investigación se hizo mención de que por un acuerdo de confidencialidad con la empresa analizada, no se podrán publicar los nombres de las botanas ni los ingredientes de las mismas; por ello se utilizará una simbología para hacer referencia a éstos. Con letras mayúsculas se representan los nombres de las botanas y con letras minúsculas los nombres de los ingredientes.



Acotación	Descripción (medidas en metros)	Uso
1	Tarja doble (1,80 X 0,69)	Germinado y escurrido de semillas, y limpieza de utensilios
2	Mesa de apoyo (1,53 X 0,76)	Apoyo durante el proceso
2a	Mesa de apoyo (1,50 X 0,70)	Apoyo durante el proceso
3	Repisa (1,10 X 0,20)	Lugar en donde se guardan los condimentos
4	Estufa industrial (0,75 X 0,87)	Cocer el maíz
5	Estante (0,45 X 0,90)	Almacén de Materia Prima para <i>mz, chc, fds, ltj, tg, sdg</i> y <i>ccht</i>
6	Tostador (1,30 X 0,90)	Tostado de semillas
7	Carro charolas (0,66 X 0,52)	Para enfriamiento de productos de chocolate
7a	Carro charolas doble (0,66 X 1,02)	Para enfriamiento de productos de chocolate
8	Refrigerador (0,66 X 0,77)	Para endurecimiento de productos de chocolate
8a	Refrigerador (0,73 X 0,62)	Para endurecimiento de productos de chocolate
9	Estante (0,30 X 0,86)	Almacén de producto terminado y lugar en donde se guarda el chocolate
10	Estante (0,45 X 0,90)	Almacén de producto en proceso y de Materia Prima para <i>pdh, pss</i> y <i>ard</i>
11	Selladora (0,40 X 0,60)	Sellado de bolsas de frituras, empaque primario
12	Mesa de trabajo (1,10 X 3,61)	Mesa auxiliar en diversas actividades del proceso
13	Entrada de agua caliente	Uso en traja
14	Entrada de agua fría	Uso en traja
15	Desagüe	Uso en traja
16	Entrada de gas	Uso en tostador
17	Ducto de ventilación	Uso en tostador

Cuadro 3. Acotaciones del Lay out actual de la empresa



1.8 Descripción del proceso

Para familiarizar al lector con la empresa analizada, se describirán las actividades involucradas en el proceso de elaboración de botanas.

Actividades de proceso	Descripción	Ingredientes aplicables	Maquinaria o accesorios involucrados	Imagen
Sacar semilla del almacén de materia prima (MP)	Ir al almacén de MP, y sacar semilla del costal con ayuda de las manos, colocar la semilla en colador.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg, ccht, ndi, pdh, pss y ard	Proceso manual, asistido con colador	
Pesar cantidad necesaria de semilla	En la mesa de trabajo, llenar bolsa plástica con ayuda de una jarra para pesar lotes de 2 Kg en la báscula.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg, ccht, ndi, pdh, pss y ard	Actividad manual, asistido con jarra, bolsa plástica y báscula	
Quebrar en trozos pequeños	Colocar semillas en bolsa de plástico y con ayuda de un vaso, quebrar las semillas.	ndi y pdh	Proceso manual, asistido con bolsa de plástico y vaso convencional.	

Cuadro 4. Descripción del proceso. Parte 1 de 5

Actividades de proceso	Descripción	Ingredientes aplicables	Maquinaria o accesorios involucrados	Imagen
Cocer	En la estufa y con agua previa hirviendo, cocer las semillas.	mz	Proceso asistido con olla y estufa industrial	
Germinar o remojar	Llevar las semillas a la tarja, colocar el tapón de la tina y cubrir todas las semillas con agua.	mz, chc, fds, ltj y tg	Proceso manual asistido por tarja industrial	
Ecurrir	Quitar el tapón de la tarja, esperar a que el agua se escurra por completo y las semillas pierdan el exceso de humedad.	mz, chc, fds, ltj y tg	Proceso manual asistido por tarja industrial	
Tostar semillas, verificar nivel de tostado	Llevar semillas al tostador, introducirlas en lotes con ayuda de la jarra y verificar nivel de tostado por la ventana del tostador.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg y ccht	Proceso manual asistido por jarra y tostador de semillas	

Cuadro 5. Descripción del proceso. Parte 2 de 5

Actividades de proceso	Descripción	Ingredientes aplicables	Maquinaria o accesorios involucrados	Imagen
Sacar semilla del tostador	Cuando el nivel de tostado sea el esperado, sacar las semillas y esperar a que enfríen.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg y ccht	Proceso manual, asistido por colador y tostador	
Almacenar como producto en proceso	Las semillas tostadas se almacenan en bolsas u ollas en espera de los demás ingredientes.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg y ccht	Proceso manual, asistido por olla	
Pesar cantidad de semilla para mezcla	Sacar solamente las semillas del almacén de producto en proceso que se vayan a utilizar para la mezcla, pesarlas.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg y ccht	Proceso manual, asistido con bolsa de plástico, jarra y báscula	
Pesar cantidad de condimentos necesaria	Ir por los condimentos necesarios para la mezcla y pesarlos.	sdm, scl, cp y ado	Proceso manual, asistido con báscula	

Cuadro 6. Descripción del proceso. Parte 3 de 5

Actividades de proceso	Descripción	Ingredientes aplicables	Maquinaria o accesorios involucrados	Imagen
Vaciar todos los ingredientes en recipiente	Vaciar todos los ingredientes de la botana en olla.	mz, chc, fds, ltj, tg, sdg, ccht, ndi, pdh, pss, ard, sdm, scl, cp y ado	Proceso manual con olla como accesorio	
Mezclar semillas y condimentos	Mezclar las semillas y condimentos hasta homogenizar la mezcla.	Todos los anteriores (Botana)	Proceso manual	
Llenar y pesar bolsa	Llenar las bolsas (empaquete primario) con el contenido deseado de botana.	Botana	Proceso manual asistido con embudo y bandeja	
Sellar bolsa	Sellar las bolsas con la selladora.	Botana	Proceso manual asistido con selladora	

Cuadro 7. Descripción del proceso. Parte 4 de 5

Actividades de proceso	Descripción	Ingredientes aplicables	Maquinaria o accesorios involucrados	Imagen
Etiquetar bolsa	Colocar etiqueta en la parte superior de la bolsa sellada (empaquete primario).	Botana	Proceso manual asistido con engrapadora	
Poner caducidad y lote a etiqueta	Anotar fecha de caducidad y número de lote sobre la etiqueta.	Botana	Proceso manual asistido con foliador y fechador	
Acomodar producto terminado en empaque secundario	Acomodar bolsas (empaquete primario) en la caja del inventario de producto terminado (empaquete secundario).	Botana	Proceso manual	
Almacenar hasta la venta como producto terminado	Llevar caja (empaquete secundario) a almacén de producto terminado.	Botana	Proceso manual	

Cuadro 8. Descripción del proceso. Parte 5 de 5

1.9 Censo de maquinaria, accesorios y herramientas del proceso

En los cuadros siguientes se mostrará un censo de maquinaria y accesorios que forman parte del proceso de elaboración de botanas tostadas.

Maquinaria o accesorio	Descripción	Imagen
Colador	Colador cuadrado de 40 x 25 x 15 cm	
Báscula	Báscula digital, capacidad máxima de 2 Kg	
Bolsas plásticas	Bolsas plásticas convencionales de 30 x 25 cm	
Vaso convencional	Vaso convencional de cristal, capacidad de 250 ml	
Olla	Olla convencional, capacidad de 10 litros	

Cuadro 9. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 1 de 3

Maquinaria o accesorio	Descripción	Imagen
Estufa industrial	Estufa industrial de gas con 6 quemadores	
Tarja industrial	Tarja industrial de 2 tinas con llave de cuello de cisne	
Tostador de semillas	Tostador fabricado especialmente para el proceso de tostado de semillas, capacidad de 4 Kg por lote de tostado	
Jarra	Jarra plástica con capacidad de 3 litros	
Embudo	Embudo convencional pequeño	

Cuadro 10. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 2 de 3

Maquinaria o accesorio	Descripción	Imagen
Bandeja	Bandeja pequeña con capacidad aproximada de 50 gramos de semilla	
Selladora	Selladora eléctrica para bolsas plásticas	
Engrapadora	Engrapadora convencional	
Foliador	Foliador manual convencional	
Fechador	Fechador automático convencional	

Cuadro 11. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 3 de 3

CAPÍTULO 2. DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS

Objetivos del capítulo

- Realizar un estudio de tiempos para elaborar los diagramas de operaciones de los productos más demandados (MN, OS y OE).
- Determinar el tiempo estándar de las actividades del proceso.
- Analizar las pérdidas de peso de las semillas durante el proceso para determinar la cantidad adicional a comprar.
- Calcular el porcentaje necesario de cada ingrediente para elaborar las botanas tostadas.

2.1 Definición y tipos de diagramas de procedimientos

Los ingenieros de métodos trabajan con el fin de mejorar los centros y estaciones de trabajo, de igual forma hacen lo posible para hacer más eficaz cualquier proceso de fabricación.

Para poder decidir qué cambios van a implementar necesitan, en primera instancia, reunir toda la información relacionada con la operación o proceso y presentarla de forma clara; para ello utiliza herramientas gráficas o diagramas.

Se define como diagrama de proceso a una *representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo* (Niebel, 1996). Los diagramas más utilizados por los ingenieros de métodos se enlistan a continuación:

- Diagrama de operaciones de proceso
- Diagrama de curso (o flujo) de proceso
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de interrelación hombre máquina
- Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
- Diagrama de proceso para operario
- Diagrama de viajes de material
- Diagrama PERT

El presente trabajo está enfocado a proponer mejoras en el proceso de elaboración de botanas tostadas, por ello sólo los diagramas de operaciones de proceso, de flujo y de recorrido serán aplicados.



2.1.1 Diagrama de operaciones de proceso

El *diagrama de operaciones de proceso* indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados.

Para la elaboración de éste tipo de diagramas es necesario observar directamente las actividades y tomar los tiempos de cada una de ellas.

2.1.1.1 Elaboración del diagrama de operaciones de proceso

Para elaborar un diagrama es ésta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño para representar una operación, y un cuadrado que representa una inspección.

Se llama *operación* a la transformación intencional de una pieza; se llama *inspección* a la comparación de la pieza con una norma o estándar para determinar su calidad.

El diagrama une los símbolos con líneas rectas, las verticales indican la secuencia del proceso y las horizontales, que entroncan con las primeras, indican el material entrante al proceso. Se debe indicar el tiempo de cada operación o inspección.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de operaciones de proceso.

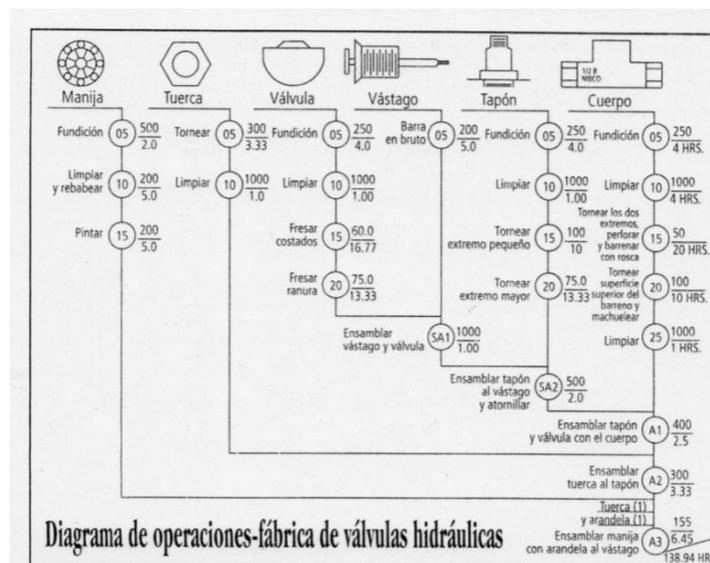


Figura 2. Diagrama de operaciones de proceso de una fábrica de válvulas hidráulicas. Fuente: Meyers, [2000]. Pp. 53.

2.1.2 Diagrama de flujo de proceso

El *diagrama de flujo de proceso* es de gran utilidad para encontrar costos ocultos en el proceso analizado, por lo regular se aplica sólo a un componente de un ensamble.

Este tipo de diagrama utiliza los símbolos mostrados en el Cuadro 11. Cuando sea necesario mostrar dos actividades simultáneas las figuras relacionadas deberán superponerse.

Símbolo	Descripción	Actividad indicada	Significado
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte del producto.
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad.
	Flecha	Transporte	Movimiento de un lugar a otro o traslado de un objeto.
	Triángulo invertido	Almacenamiento	Utilizado para almacenamiento a largo plazo.
	D grande	Retraso o demora	Cuando no se permite el flujo inmediato de una pieza a la siguiente estación.

Cuadro 12. Símbolos del diagrama de flujo de proceso
Fuente: Meyers, [2000]. Pp. 58.

2.1.2.1 Elaboración del diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso es similar al de operaciones de proceso, pero más detallado, en él se utilizan 3 símbolos más (Ver *Cuadro 12*), y se detalla cada actividad anotando tiempo de duración y descripción breve de acción.

2.1.3 Diagrama de recorrido

El *diagrama de recorrido* es un plano del lugar de trabajo, indicando maquinaria, muebles y almacenes. Es útil para reorganizar la planta ya que se logra acortar transportes, encontrar nuevas áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.



2.1.3.1 Elaboración del diagrama de recorrido

Para empezar, se debe contar con un plano con la distribución actual de las áreas a considerar para la reorganización, después se deben trazar los recorridos que siguen los materiales o trabajadores durante el proceso de fabricación.

El sentido del desplazamiento de materiales o trabajadores se indica colocando flechas en el recorrido trazado. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada ruta.

Para conocer más sobre éste tipo de diagrama revise el Capítulo 4.

2.2 Descripción y diagramas de procesos de la empresa

Se comenzará por describir los procesos llevados a cabo en la empresa en estudio para elaborar botanas tostadas. Para hacer más fácil la comprensión del proceso, se fragmentará en 2 fases.

La *primera fase* hace referencia a la preparación de los ingredientes; esto es, pesado de las semillas, germinado y tostado de las que así lo requieran. En otras palabras, desde el almacén de materia prima hasta el almacén de producto en proceso.

La *segunda fase* comprende la mezcla de la totalidad de los ingredientes de las botanas (semillas y condimentos), empaque de la mezcla o botana, sellado y etiquetado de bolsas; y almacenamiento final. Esto es, del almacén de producto en proceso al almacén de producto terminado.

En la redacción de este trabajo se llamará “*semillas*” al conjunto de: *chc, fds, ltj, tg, gbz, mz, sdg, ccht, ndi, pdh, pss* y *ard*.

Se hará referencia a “*los condimentos*” a: *sdm, scl, cp* y *ado*.

Al conjunto de “*semillas y condimentos*” se llamará “*ingredientes*”.

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa en estudio elabora botanas tostadas, algunas de ellas son mezcla de varias semillas condimentadas.

Para comprender mejor el proceso de elaboración de botanas tostadas sírvase consultar la secuencia de Cuadros 4 a 8.

En las figuras siguientes se mostrarán los procesos para elaborar las botanas MN y OS. Recordar que por asuntos de confidencialidad la simbología para los ingredientes es en minúsculas y la simbología para las botanas es en mayúsculas.



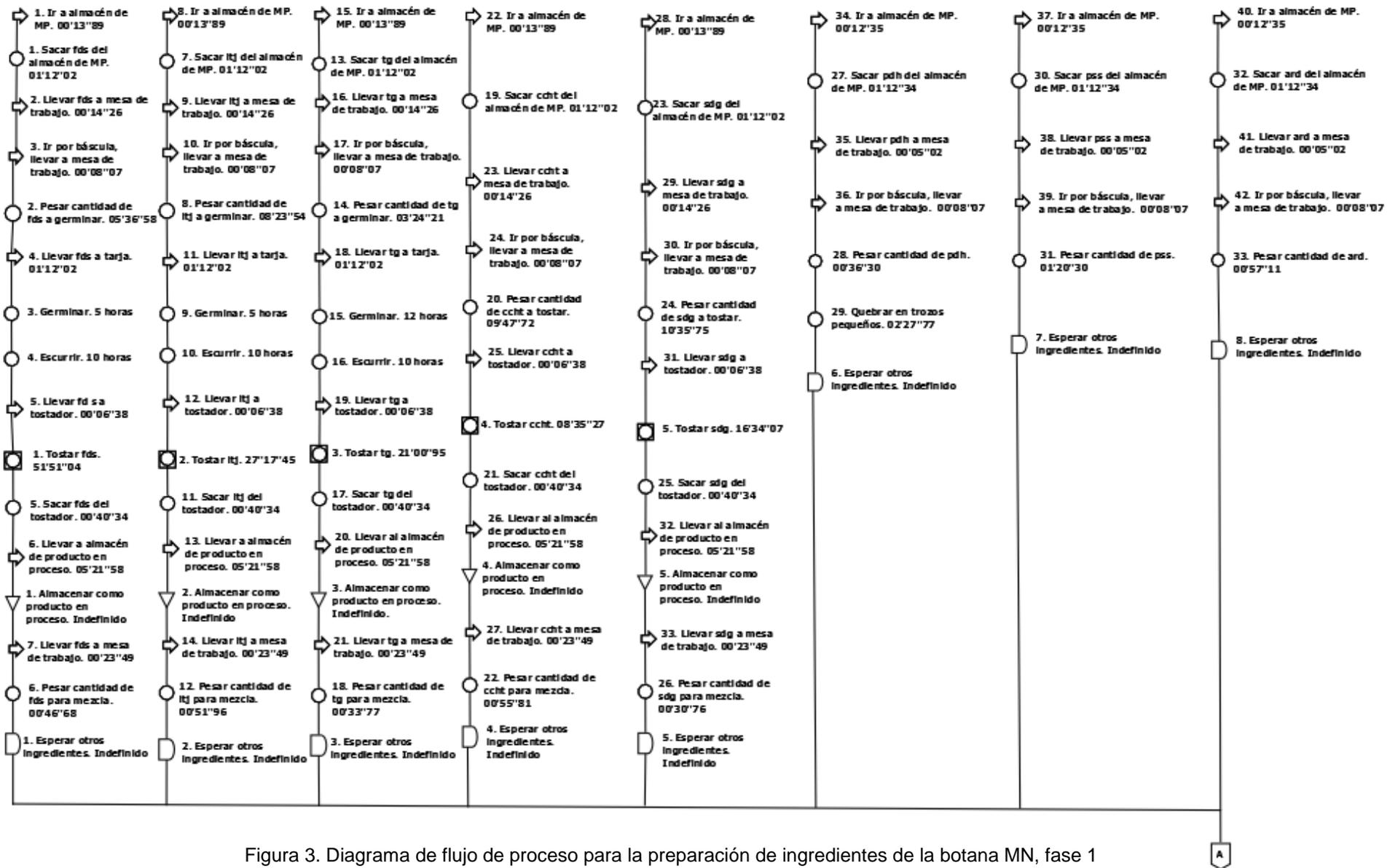
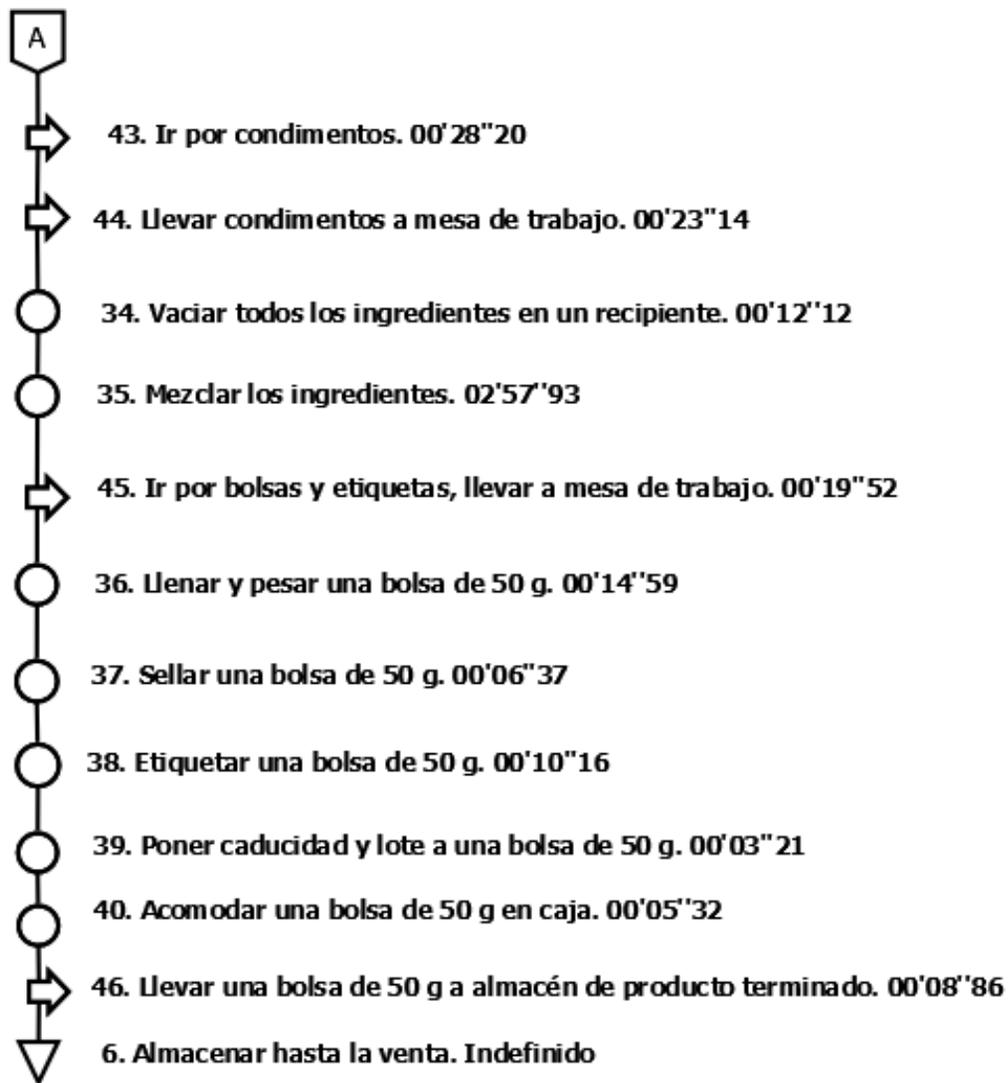


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso para la preparación de ingredientes de la botana MN, fase 1



Resumen de actividades		
Actividad	Símbolo	Total de repeticiones
Operación	○	40
Operación con inspección	◻○	5
Transporte	➡	43
Almacenamiento	▽	6
Demora	D	8

Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de empaque de la botana MN, fase 2

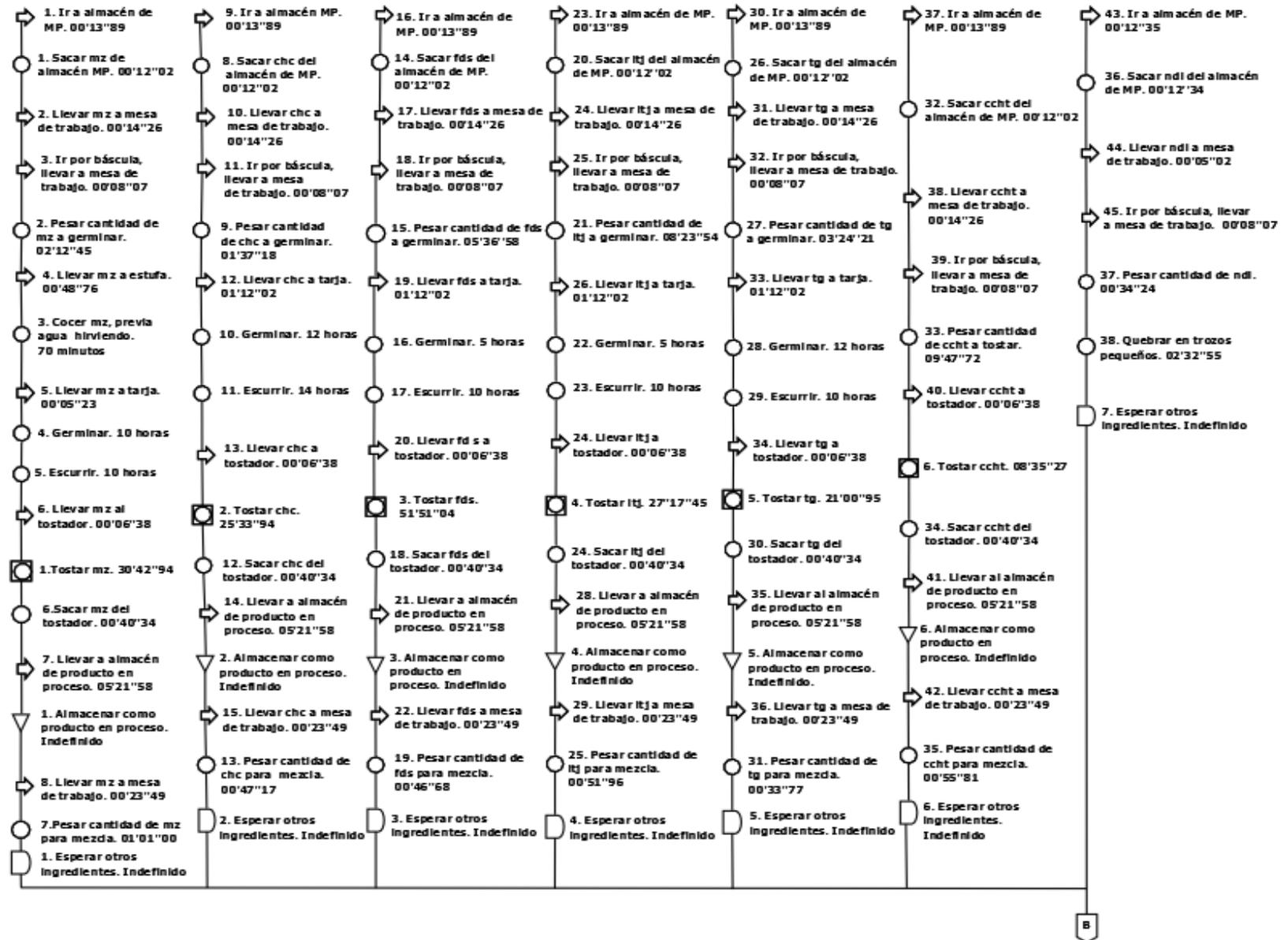
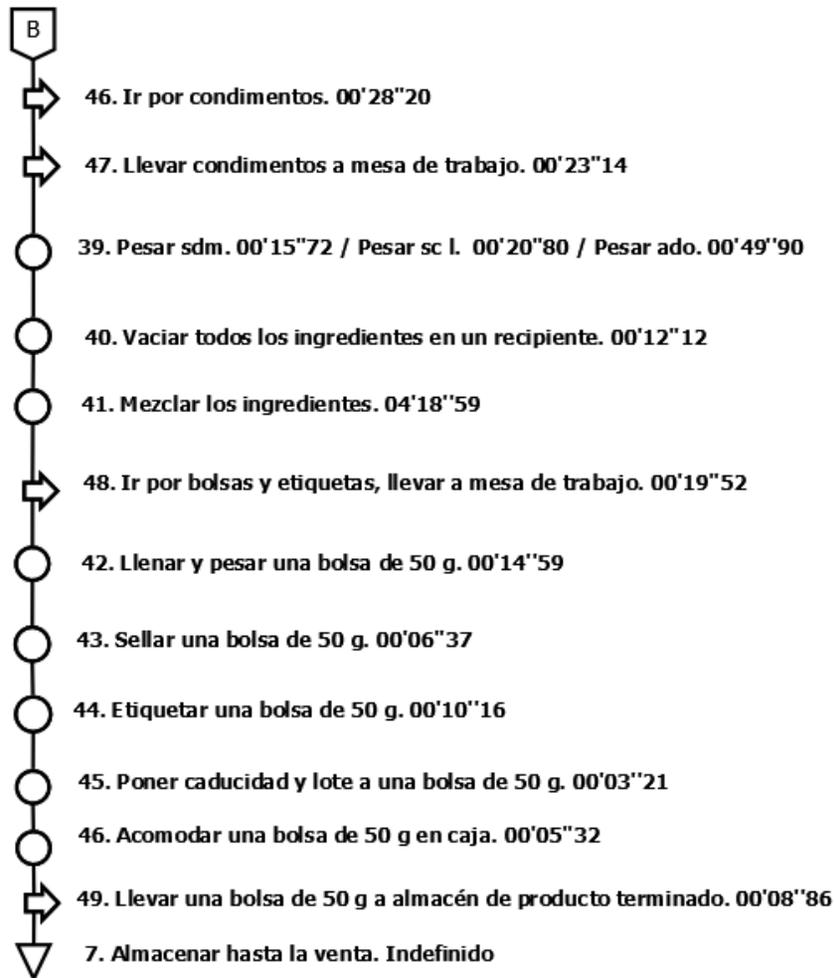


Figura 5. Diagrama de flujo de para preparación de ingredientes de la botana OS, fase 1





Resumen de actividades		
Actividad	Símbolo	Total de repeticiones
Operación	○	46
Operación con inspección	◻○	6
Transporte	➡	49
Almacenamiento	▽	7
Demora	D	7

Figura 6. Diagrama de flujo de las actividades de empaque de la botana OS, fase 2

Actividad	Símbolo	mz	chc	fds	ltj	tg	sdg	ccht	ndi	pdh	pss	ard	
Ir almacén MP	⇒	00'13"89							00'12"35				
Sacar semilla del almacén de MP	○	01'12"02							01'12"34				
Llevar semilla a mesa de trabajo	⇒	00'14"26							00'05"02				
Ir por báscula y llevarla a mesa de trabajo	⇒	00'08"07											
Pesar cantidad necesaria de semilla	○	02'12"45	1'37"18	5'36"58	8'23"54	03'24"21	10'35"75	09'47"72	00'34"24	00'36"30	01'20"30	00'57"11	
Quebrar en trozos pequeños	○	-	-	-	-	-	-	-	02'32"55	02'27"77	-	-	
Llevar a estufa, agua previamente hirviendo	⇒	00'48"76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cocer	○	70 min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Llevar a tarja	⇒	00'05"23	01'12"02						-	-	-	-	
Germinar o remojar	○	10 horas	12 horas	5 horas	5 horas	12 horas	-	-	-	-	-	-	
Ecurrir	○	10 horas	14 horas	10 horas	10 horas	10 horas	-	-	-	-	-	-	
Ir a tostador	⇒	00'06"38							-	-	-	-	
Tostar semillas y verificar nivel de tostado	⊗	30'42"94	25'33"94	51'51"04	27'17"45	21'00"95	16'34"07	8'35"27	-	-	-	-	
Sacar semilla del tostador	○	00'40"34							-	-	-	-	
Llevar a almacén de producto en proceso	⇒	05'21"58							-	-	-	-	
Almacenar como producto en proceso	▽	Indeterminado							-	-	-	-	
Llevar semilla tostada a mesa de trabajo	⇒	00'23"49							-	-	-	-	
Pesar cantidad necesaria de semilla para mezcla	○	01'01"00	00'47"17	00'46"68	00'51"96	00'33"27	00'30"76	00'55"81	-	-	-	-	
Esperar otros ingredientes	D	Indeterminado											

Cuadro 13. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de preparación de semillas e ingredientes para las botanas (1era. fase)



Actividad		Símbolo	Tiempo requerido
Ir por condimentos		⇒	00'28"20
Llevar condimentos a mesa de trabajo		⇒	00'23"14
Pesar cantidad de condimentos necesaria	sdm	○	00'15"72
	scl		00'20"80
	cp		00'31"94
	ado		00'49"90
Vaciar todos los ingredientes en recipiente		○	00'12"12
Mezclar semillas y condimentos	MN	○	02'57"93
	OE		03'07"55
	OS		04'18"59
Ir por bolsas y etiquetas, llevarlas a la mesa		⇒	00'19"52
Llenar y pesar 1 bolsa de 50 g		○	00'14"59
Sellar 1 bolsa de 50 g		○	00'06"37
Poner etiqueta a 1 bolsa de 50 g		○	00'10"16
Poner caducidad y lote a 1 bolsa de 50 g		○	00'03"21
Acomodar 1 bolsa de 50 g en caja		○	00'05"32
Llevar caja a almacén de producto terminado		⇒	00'08"86
Almacenar hasta la venta		▽	Indeterminado

Cuadro 14. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de la preparación de la botana y su empaque (2da. fase)



	MN	OS	OE
chc	-	2000 g	2000 g
fds	1750 g	1750 g	1750 g
ltj	1750 g	1750 g	1750 g
tg	1750 g	1750 g	1750 g
mz	-	2000 g	2000 g
sdg	750 g	-	-
ccht	750 g	750 g	750 g
ndi	-	750 g	750 g
pdh	500 g	-	-
pss	1500 g	-	-
ard	500 g	-	-
sdm	-	12 g	12 g
scl	-	12 g	12 g
cp	-	-	12 g
ado	-	100 g	100 g

Cuadro 15. Cantidades de semillas y condimentos requeridos para elaborar cada botana. Proporciones correspondientes a los diagramas anteriores

Cabe señalar que a partir de las cantidades de la tabla anterior, es posible realizar equivalencias en los pesos de los ingredientes para elaborar la cantidad de botana requerida.

Es importante mencionar que en la segunda fase del proceso se presume que la báscula para pesar los condimentos se encuentra en la mesa de trabajo, pues ya fue utilizada con anterioridad.



2.3 Tiempo estándar del proceso

Para realizar un correcto estudio de tiempos, es importante conocer la definición de *medición del trabajo*, el cual tiene como objetivo aumentar la eficiencia del proceso y determinar el tiempo estándar de una operación para la elaboración de reportes futuros.

Se entiende como medición del trabajo a la *“parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado”*.(García, 1998)

Por otro lado se define al tiempo estándar como *“el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga”*. (García, 1998).

El cálculo del tiempo estándar es auxiliar en la planeación de la producción, ya que ayuda a establecer cargas de trabajo y facilita la supervisión; con lo cual es posible construir un sistema de incentivos y cargas de trabajo adecuadas a los trabajadores.

2.3.1 Cálculo del tiempo estándar de las fases del proceso

Los cálculos del tiempo estándar se han hecho para cada actividad del proceso a partir del tiempo normal, el tiempo medio observado, el desempeño del trabajador y los suplementos de tiempo; como se muestra a continuación.

$$T_S = T_N \times (1 + \text{Suplemento})$$

$$T_N = T_O \times \frac{C}{100}$$

En donde:

T_S = Tiempo estándar

T_N = Tiempo normal

T_O = Tiempo medio observado

C = Calificación del desempeño del operario [%]

Suplemento = Para compensar la fatiga y las demoras



Para éste análisis se supondrá que el valor de de la **calificación del desempeño del operario es de 95 % y que el suplemento asciende al 31 %**, según el cuadro siguiente:

Porcentajes de los tiempos de suplemento por descanso para un operario mujer. (Suplementos que influyen directamente en las actividades dentro de la empresa)	
<i>Suplementos constantes</i>	
Suplementos por necesidades personales	7 %
Suplemento base por fatiga	4 %
<i>Suplementos variables</i>	
Suplemento por trabajar de pie	4 %
Suplemento por uso de energía muscular (levantar 10 Kg)	4 %
Suplemento por concentración y trabajo preciso	2 %
Suplemento por ruido intermitente y fuerte	2 %
Suplemento por atención en proceso complejo	4 %
Suplemento por trabajo muy monótono	4 %
<i>Suplemento total</i>	31 %

Cuadro 16. Tiempos de suplemento durante el proceso
Fuente: OIT. Introducción al estudio del trabajo. 2da. Edición.

Con los datos anteriores es posible calcular el tiempo estándar de cada actividad del proceso hasta antes del empaque. Los valores representan el tiempo en segundos. (Ver *Cuadro 17*).

En el Cuadro 18, de igual forma los valores indican la duración en segundos de alguna actividad durante el empackado de botanas con destino al almacén de producto terminado.



Actividad	Tiempos (s/Kg)	Semillas											Botanas		
		mz	chc	fds	ltj	tg	sdg	ccht	ndi	pdh	pss	ard	MN	OS	OE
Sacar semilla del almacén de MP	T _O	72	72	72	72	72	72	72	12	12	12	12	-	-	-
	T _N	68	68	68	68	68	68	68	11	11	11	11	-	-	-
	T _S	90	90	90	90	90	90	90	15	15	15	15	-	-	-
Pesar cantidad necesaria de semilla	T _O	132	97	336	503	204	635	587	34	36	80	57	-	-	-
	T _N	125	92	319	478	194	603	558	32	34	76	54	-	-	-
	T _S	164	121	418	626	254	790	731	42	45	100	71	-	-	-
Quebrar en trozos pequeños	T _O	-	-	-	-	-	-	-	152	147	-	-	-	-	-
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	144	140	-	-	-	-	-
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	189	183	-	-	-	-	-
Cocer	T _O	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	3990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	5227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinar o remojar	T _O	36000	43200	18000	18000	43200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	34200	41040	17100	17100	41040	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	44802	53762	22401	22401	53762	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecurrir	T _O	36000	50400	36000	36000	36000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	34200	47880	34200	34200	34200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	44802	62723	44802	44802	44802	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tostar semillas y verificar nivel de tostado	T _O	1842	1533	3111	1637	1260	994	515	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	1750	1456	2955	1555	1197	944	489	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	2292	1908	3872	2037	1568	1237	641	-	-	-	-	-	-	-
Sacar semilla del tostador	T _O	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	38	38	38	38	38	38	38	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-
Pesar cantidad necesaria de semilla para mezcla	T _O	61	47	46	51	33	30	55	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	58	45	44	48	31	29	52	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	76	58	57	63	41	37	68	-	-	-	-	-	-	-
Pesar cantidad de condimentos necesaria	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3542.00	6203.00
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3364.90	5892.85
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4408.02	7719.63
Vaciar todos los ingredientes en recipiente	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	12.00	12.00
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.40	11.40	11.40
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.93	14.93	14.93
Mezclar semillas y condimentos	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.03

Cuadro 17. Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas a semillas y botanas



Actividad	T _o (s/Kg)	T _N (s/Kg)	T _s (s/Kg)
Llenar y pesar 1 bolsa de 50 g	14	13.3	17.4
Sellar 1 bolsa de 50 g	6	5.7	7.5
Poner etiqueta a 1 bolsa de 50 g	10	9.5	12.4
Poner caducidad y lote a 1 bolsa de 50 g	3	2.9	3.7
Acomodar 1 bolsa de 50 g en caja	5	4.8	6.2

Cuadro 18 . Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas durante el empaque

2.4 Análisis de pérdidas de peso en los productos

Al observar el proceso de preparación de semillas (primera fase del proceso), se percibió que había una variación en el volumen de las mismas. Durante la germinación, las semillas incrementan considerablemente de tamaño por la gran cantidad de agua que absorben; después del tostado su volumen disminuye aún más que al que tenían inicialmente.

Lo anterior se pudo comprobar al pesar las semillas antes de ser remojadas (peso inicial) y después de ser tostadas (peso final), como se muestra en el Cuadro 19.

Así mismo, se incluye el tiempo de germinado, de escurrido, de tostado y el porcentaje de pérdida de peso para cada una de las semillas.

Semilla	Tiempo de germinado (h)	Tiempo de escurrido (h)	Tiempo de tostado	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	Porcentaje de pérdida de peso (%)
chc	12	14	25'33''94	4	3.500	12.5
fds	5	10	51'51''04	10	9.115	8.85
gbz	12	10	28'51''62	5	4.450	11.00
ltj	5	10	27'17''45	8	5.349	33.14
mz	10	10	30'42''94	4	3.590	10.25
tg	12	10	21'00''95	6.340	5.120	19.25
sdg	-	-	16'34''07	10	9.419	5.81
ccht	-	-	8'35''27	10	9.824	1.76

Cuadro 19. Análisis de pérdida de peso en las semillas



Para calcular el porcentaje de pérdida de peso fue necesario conocer el peso inicial y final de cada semilla, y se hizo de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso (\%)} = \left[1 - \frac{\text{Peso final (Kg)}}{\text{Peso inicial (Kg)}} \right] \times 100 \%$$

Este dato es útil para determinar la cantidad de semilla extra que deberá ser adquirida para cubrir la demanda requerida. Por ejemplo, si se necesita preparar un pedido de 60 bolsas de 50 gramos de *Itj*, se sabe que se requieren 3 Kg de esta semilla tostada y que tiene un porcentaje de pérdida del 33.14 %, por lo que el departamento de compras deberá adquirir, como mínimo, 3.994 Kg de *Itj* para satisfacer la demanda.

2.5 Porción de ingredientes por botana

El Cuadro 20 muestra las cantidades de semillas y condimentos requeridos para elaborar cada botana analizada. Sumando la cantidad de cada ingrediente utilizado en la mezcla se obtuvo el peso total de la misa; a partir de estos datos se determinó el porcentaje de cada ingrediente.

	MN	OS	OE
Peso total de la mezcla (g)	9250	10874	10886

Cuadro 20. Peso total de cada botana analizada

Con los datos del cuadro anterior fue posible calcular el porcentaje de cada ingrediente necesario en la preparación de las botanas. Así por ejemplo, el 19 % del peso total de la mezcla de la botana MN pertenece al *fds*.

Los porcentajes de cada ingrediente se obtuvieron de la siguiente manera:

$$\text{Porción del ingrediente (\%)} = \frac{\text{Peso del ingrediente para la mezcla (g)}}{\text{Peso total de la mezcla (g)}} \times 100 \%$$



MN	Porción del ingrediente (%)
fds	19
ltj	19
tg	19
sdg	8
ccht	8
pdh	6
pss	16
ard	5

Cuadro 21. Porcentajes de los ingredientes para la preparación de la botana MN (valores redondeados)

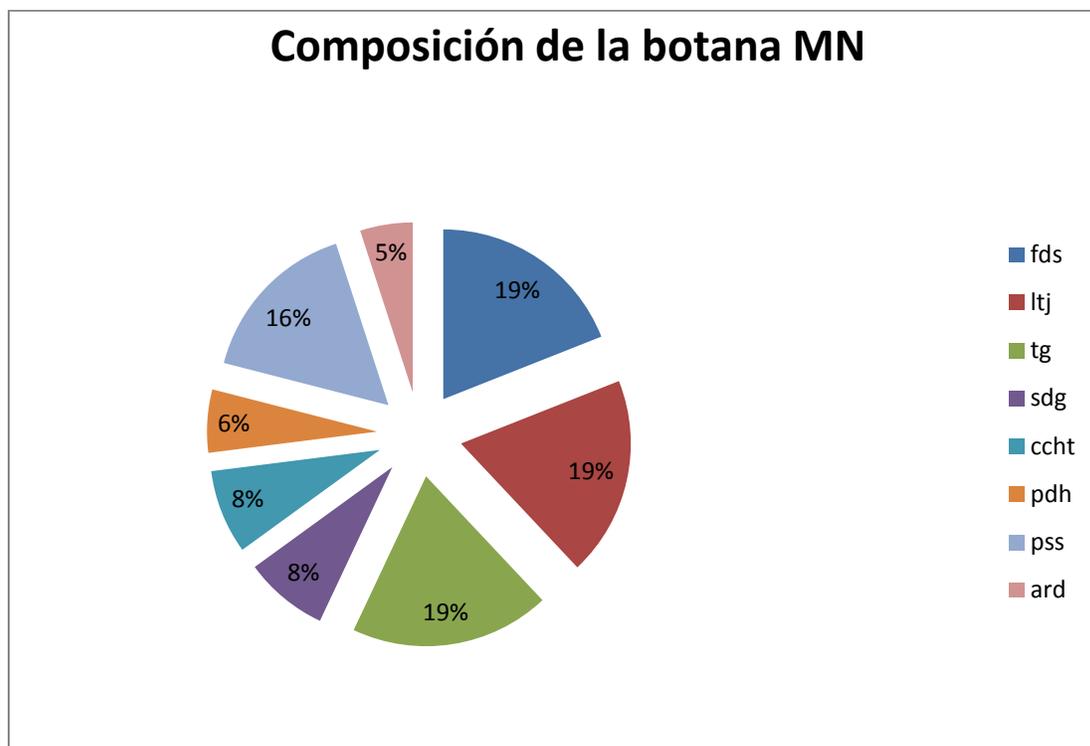


Figura 7. Gráfica de porciones de ingredientes de la botana MN

OE	Porción del ingrediente (%)
chc	19
fds	16
ltj	16
tg	16
mz	18
ccht	7
ndi	7
sdm	0.1
scl	0.1
cp	0.1
ado	1

Cuadro 22. Porcentajes de los ingredientes de para la preparación de la botana OE (valores redondeados)

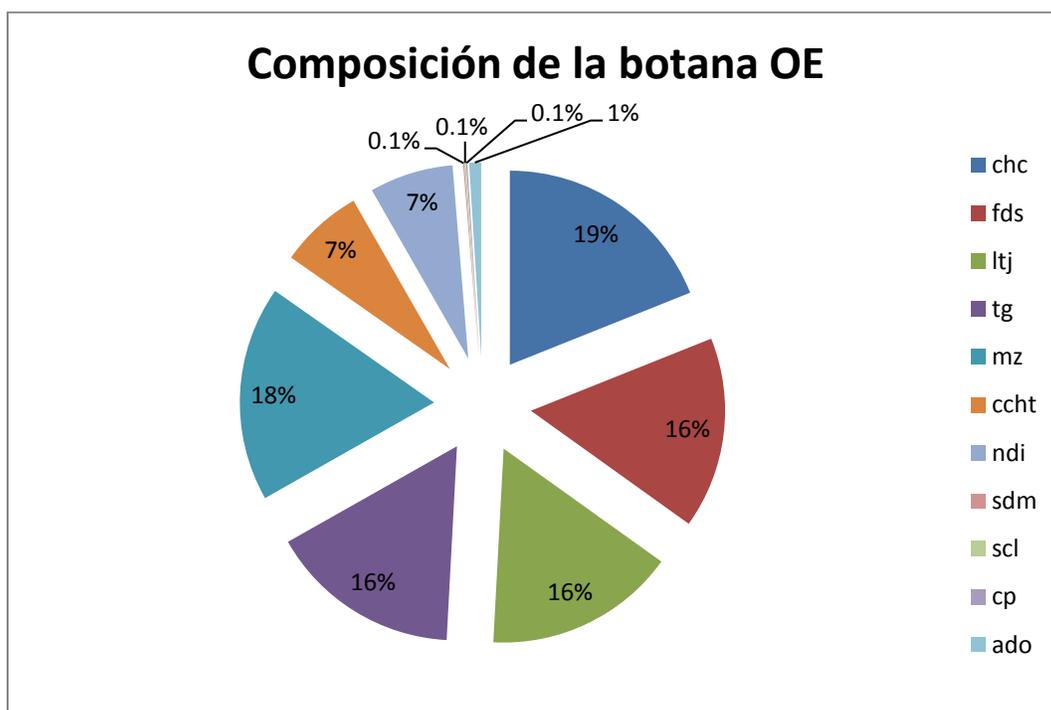


Figura 8. Gráfica de porciones de ingredientes de la botana OE

Como se observa en el Cuadro 22, los porcentajes de los condimentos (*sdm*, *scl* y *cp*) son muy pequeños, de apenas 0.1 %, por lo que el análisis de la botana OS se ha omitido pues sólo muestra una ausencia del *cp* y su gráfica sería idéntica a la Figura 8.

2.6 Conclusiones del capítulo

Durante el análisis de los procesos de fabricación de botanas tostadas se realizaron algunas observaciones para mejora en la empresa. Se puede comenzar con la sugerencia de implementar un método mecánico, como un triturador, para trozar la *ndi* y el *pdh*. Por otra parte se propone optar por un mecanismo para mezclar los ingredientes, se ha pensado en un tambor rotatorio; de esta forma se actualiza el proceso, se incrementa la higiene en el tratado de alimentos y se agiliza la operación.

De igual manera se recomienda adquirir una báscula con capacidad máxima mayor a la actual, con esto la operación de pesado de ingredientes disminuiría en duración, pues hoy por hoy se deben pesar lotes de máximo 2 kilogramos.

Se exhorta al área de producción a definir el tiempo límite de remojo de semillas para evitar que estas germinen, pues causan una vista negativa del producto. Como una sugerencia adicional se invita a cambiar de lugar los condimentos (*sdm*, *scl*, *cp* y *ado*), así el trayecto a recorrer y el tiempo de preparación serán menores.

Con el análisis de los tiempos de preparación se calculó el tiempo estándar que ayudará a la elaboración futura de manuales de producción en la empresa.

Se recomienda al departamento de compras adquirir como materia prima la cantidad de semillas requeridas más el porcentaje de pérdida de peso, así se garantiza que se tendrá la cantidad de semilla correcta.

Por otra parte se destaca que los puntos 2.2, 2.4 y 2.5 de éste capítulo serán útiles para elaborar la herramienta de software desarrollada en el Capítulo 3.



CAPÍTULO 3. HERRAMIENTA DE SOFTWARE DE PLANEACIÓN DE INVENTARIO Y PROCESO

Objetivos del capítulo

- Desarrollar una herramienta de software de planeación de inventario con los datos obtenidos del capítulo anterior.
- Realizar el diagrama de flujo de la herramienta de software para comprender mejor su funcionamiento.
- Describir los datos de salida de la herramienta de software, así como su utilización.

3.1 Importancia de la planeación de inventarios y tiempos de entrega

Hoy en día las empresas tienen como meta a mediano plazo poder competir en el mercado internacional, para ello es necesario tomar en cuenta algunos factores como: (Narasimhan, 1996)

- Menor tiempo de entrega de nuevos productos
- Más ciclos de inventario
- Tiempo de entrega por fabricación más corto
- Calidad más alta
- Mayor flexibilidad
- Mejor servicio a clientes
- Menos dispendio y desechos
- Mayor rendimiento a los activos

A continuación se explicará la importancia de los inventarios y los tiempos de entrega, con el fin de justificar la realización de la herramienta de software de planeación de inventario y proceso.

3.1.1 Inventario y tiempo de entrega

El inventario en las empresas forma parte importante de su activo; y además, gracias a éste se puede mantener la producción. Sin embargo, mientras más grande sea el inventario, mayor será el costo que genere; es por ello que se debe tener un control estricto sobre él.

El control de inventarios posee dos características independientes, la primera se refiere al *control físico* de los bienes que se almacenan dentro o fuera de la empresa, y la segunda hace referencia al *nivel de los inventarios*.



El *control físico* o almacenes se entienden como el cuidado necesario para conservar los productos que la empresa posee. Sus objetivos son: evitar ausencias de producto no autorizadas, evitar el maltrato de las piezas y mantener actualizado el registro de existencias.

Por otro lado el *control del nivel de inventarios* indica el equilibrio que se debe mantener entre lo que hay en almacén comparado con la demanda de los departamentos de producción y de ventas. De lo anterior se deduce que el control de inventarios involucra la planeación de la producción, los pronósticos de las ventas y las compras.

Otro aspecto no menos importante a considerar por las empresas es el tiempo de entrega, que según el proceso de manufactura se define como: *“Intervalo que transcurre entre su liberación al piso de taller y su entrega al almacén o a las operaciones de nivel superior”*. (Narasimhan, 1996)

Sin embargo, el tiempo de entrega en tránsito se refiere al tiempo promedio que tarda un envío en ser desplazado desde el origen hasta el destino final.

Los tiempos de entrega se integran de variados elementos de tiempo, los cuales pueden ser agrupados en 2 categorías: La primera es la duración de la operación y la segunda es el tiempo entre operaciones.

Considerando el nivel de servicio se puede decir que mientras más corto es el tiempo de entrega en que incide el proveedor, mayor es la flexibilidad de que dispone el fabricante para responder a patrones inciertos de demanda, lo que disminuye el grado de dependencia de pronósticos de ventas exactos. Esta flexibilidad permite requisitos reducidos de inventario de materia prima y, por consiguiente, un costo de capital de trabajo más bajo. (Narasimhan, 1996)

3.2 Diagrama de flujo de la herramienta de software

El objetivo principal de éste capítulo es la construcción de una herramienta de software (*hs*) que auxilie al área de operación de la empresa en la planeación de tiempo e inventario. Es por ello que se describe la *hs* en las páginas siguientes.

Para desarrollar la herramienta de software fue necesario realizar un algoritmo, el cual se define como *“un conjunto de pasos, procedimientos o acciones que nos permiten alcanzar un resultado o resolver un problema”*. (Cairó, 2006)

En otras palabras, un algoritmo es un conjunto de instrucciones para realizar alguna tarea, la cual debe tener un inicio y un final satisfactorio.



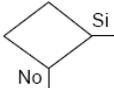
Para construir un algoritmo correctamente es importante conocer sus secciones principales: Datos de entrada, procesamiento de datos e impresión de resultados.

Además de esto, es importante considerar que todo algoritmo debe tener las características siguientes: Precisión, determinismo y finitud.

Habiendo realizado correctamente el algoritmo se procede a la construcción del diagrama de flujo, el cual “*representa la esquematización gráfica de un algoritmo*”. (Cairó, 2006)

El diagrama de flujo muestra gráfica y secuencialmente los eventos que suceden durante la ejecución del programa que representen.

Es necesario conocer la simbología correcta para la elaboración un diagrama de flujo, (Ver Cuadro 23).

Símbolo	Descripción
	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Indica la entrada y salida de datos.
	Símbolo de proceso, indica la asignación de un valor en la memoria o la ejecución de una operación aritmética.
	Indica la salida de información por impresora.
	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página.
	Conector fuera de página. Representa la continuidad del diagrama en otra página.
	Indica la salida de información en la pantalla o monitor.
	Símbolo de decisión. Indica la realización de una comparación de valores.

Cuadro 23. Símbolos para elaborar diagramas de flujo
Fuente: Wilder Urbaez, [2005]. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/2184.php>.



En seguida se presenta el diagrama de flujo que muestra la estructura de la herramienta de software de planeación de inventario y proceso.

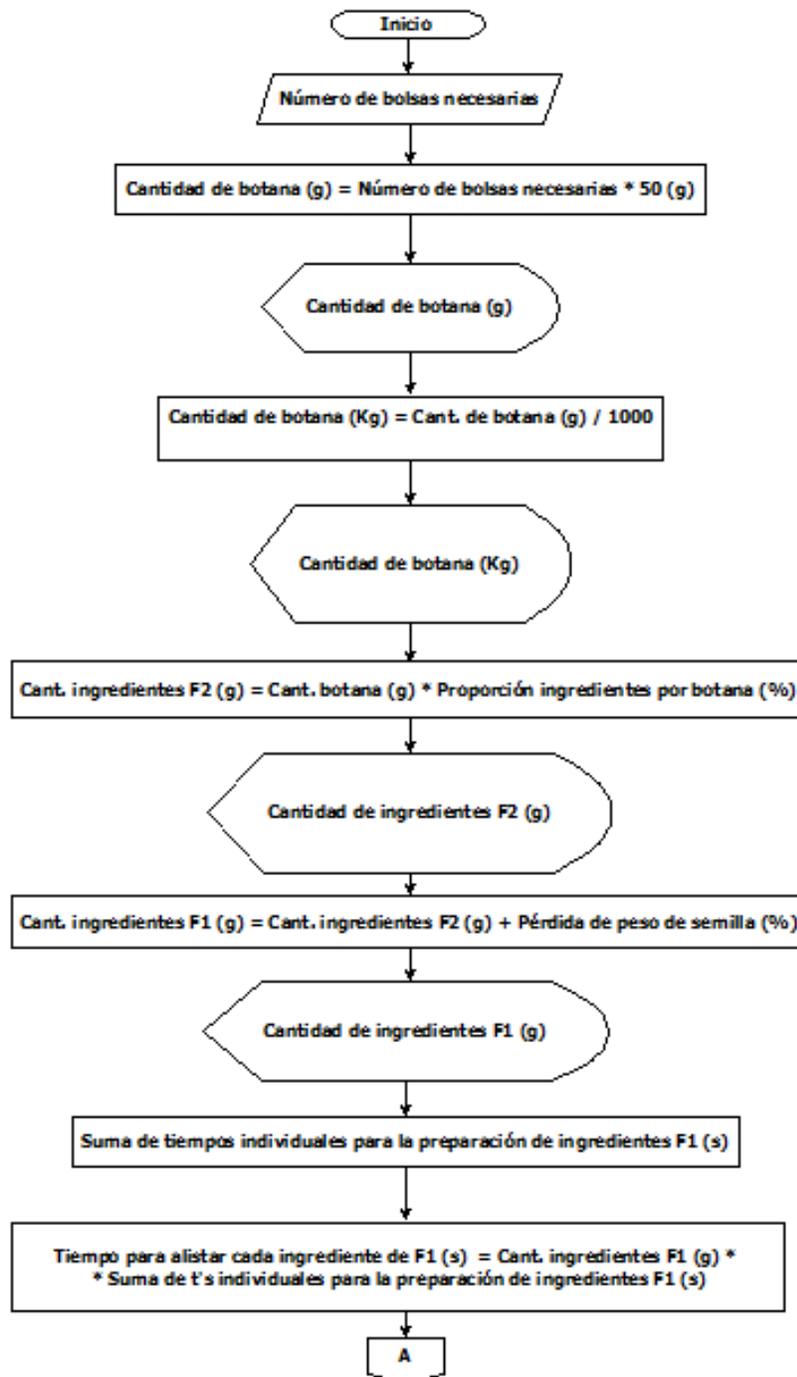


Figura 9. Diagrama de flujo de la herramienta de software. Parte 1

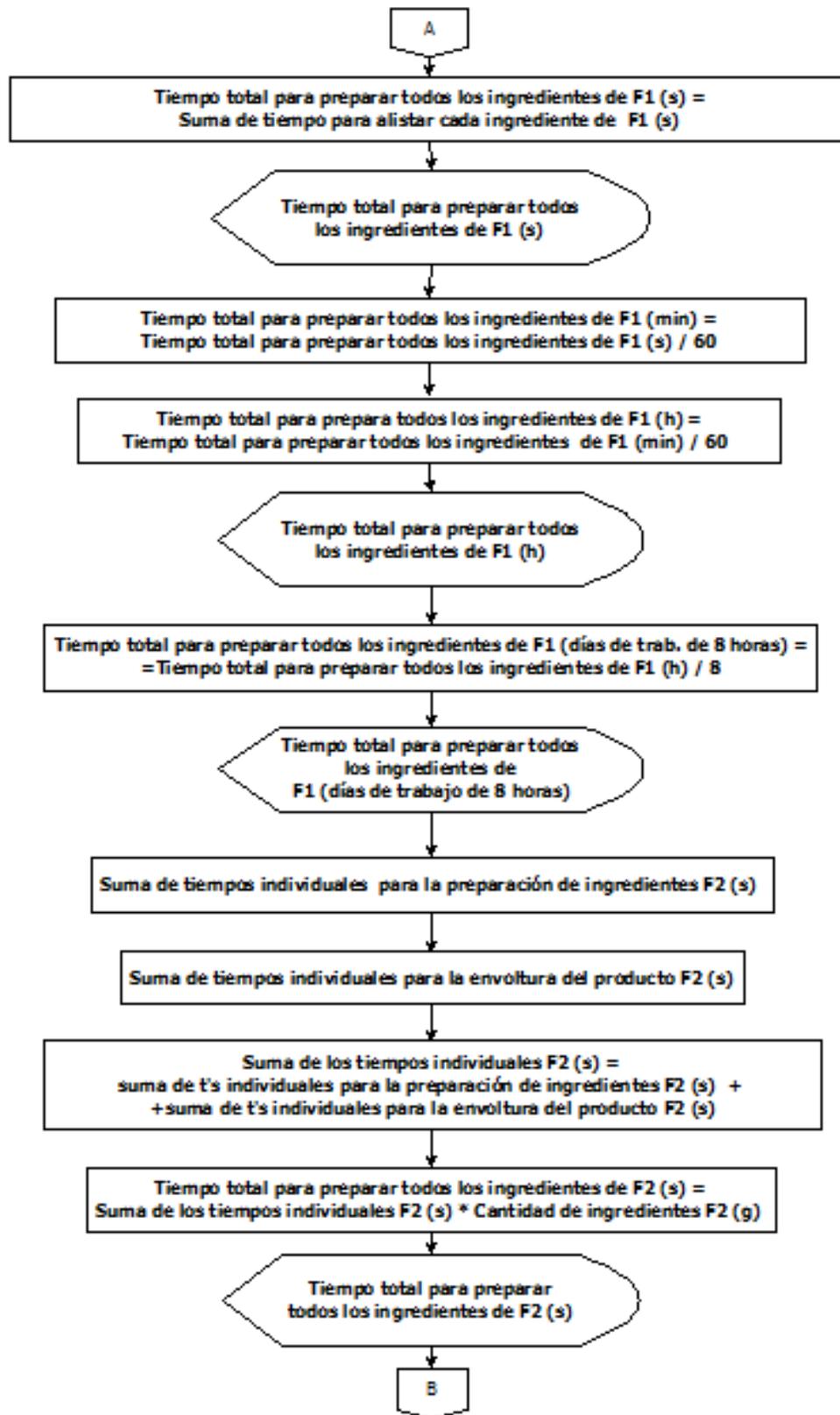


Figura 10. Diagrama de flujo de la herramienta de software. Parte 2



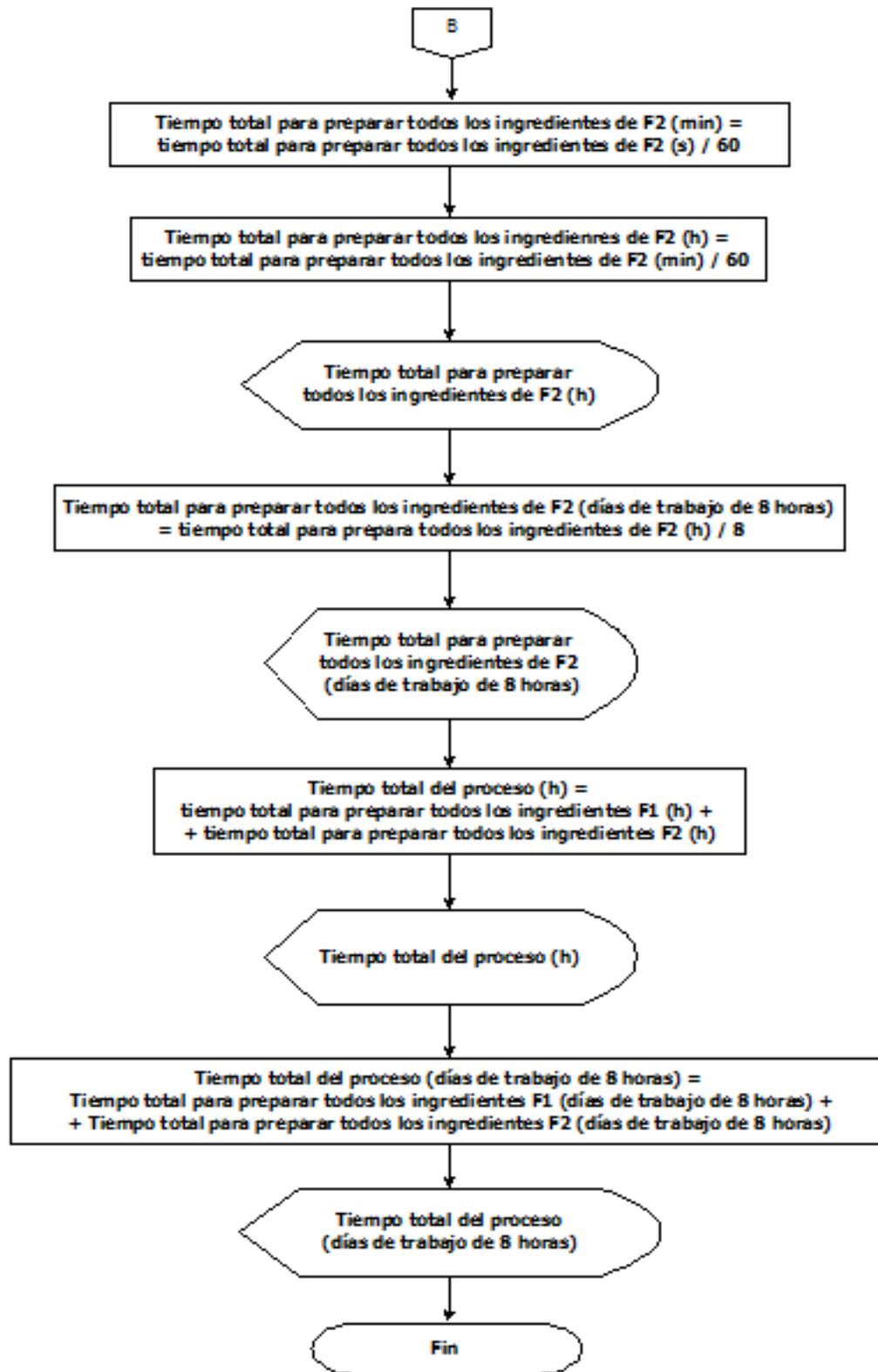


Figura 11. Diagrama de flujo de la herramienta de software. Parte 3

3.3 Descripción de la salida de datos de la herramienta de software

Después de abrir el archivo correspondiente a la herramienta de software (*hs*) el usuario deberá ingresar el número de bolsas demandadas de cada botana, el contenido de las tablas de la *hs* cambiará automáticamente.

En la **Tabla I** se visualizará el tiempo, en horas, para terminar el número de bolsas requeridas.

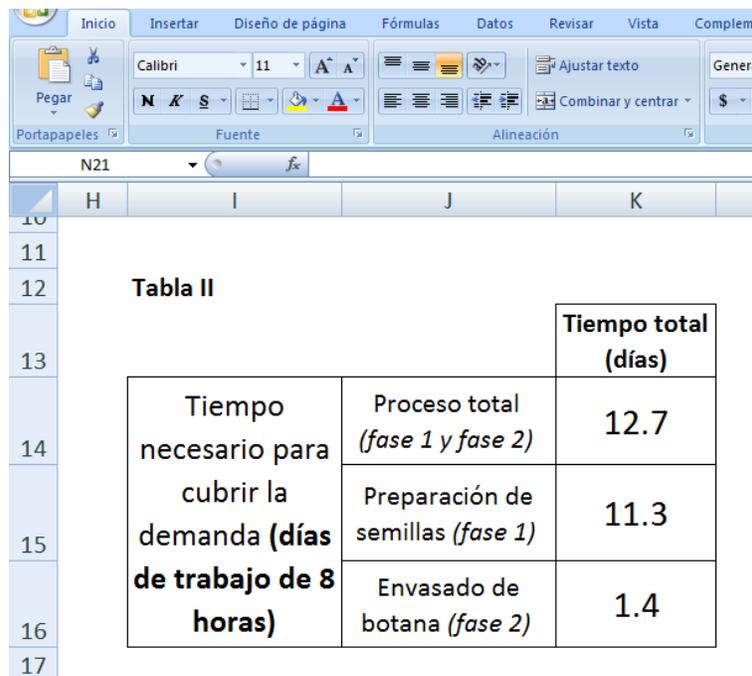
En el primer renglón de la tabla se mostrará el tiempo que se necesita si se realiza el proceso completo (fase 1 y 2), en el segundo renglón se arroja el tiempo de preparación de semillas solamente en la fase 1 del proceso.

Por último, en el tercer renglón se observa el tiempo que tardará el departamento de producción en satisfacer la demanda a partir del almacén de producto en proceso.

Tiempo necesario para cubrir la demanda (horas)	Tiempo total (horas)
Proceso total (fase 1 y fase 2)	101.6
Preparación de semillas (fase 1)	90.4
Envasado de botana (fase 2)	11.2

Figura 12. Salida de datos de la Tabla I, suponiendo que se requieren 100 bolsas de 50 gramos de cada botana.

Siguiendo con el análisis de salidas de la *hs*, la **Tabla II** muestra los tiempos; en días de trabajo de 8 horas, en forma idéntica a los mostrados en la Tabla I.



			Tiempo total (días)
	Tiempo necesario para cubrir la demanda (días de trabajo de 8 horas)	Proceso total (fase 1 y fase 2)	12.7
		Preparación de semillas (fase 1)	11.3
		Envasado de botana (fase 2)	1.4

Figura 13. Salida de datos de la Tabla II, suponiendo que se requieren 100 bolsas de 50 gramos de cada botana.

Se puede ver que son necesarios 12.7 días de trabajo de 8 horas para realizar el proceso completo (Fase 1 y 2), para así satisfacer la demanda de 100 bolsas de 50 gramos de cada botana.

En las tablas siguientes se arrojarán las cantidades requeridas de cada ingrediente para satisfacer la demanda. La **Tabla III** muestra las cantidades, en Kilogramos, de cada ingrediente que se necesitan en el almacén de materia prima (Ver *Figura 14*).

La **Tabla IV**, de igual forma, arroja los Kilogramos necesarios de cada ingrediente en el almacén de producto en proceso (Ver *Figura 15*).

En las **Tablas III y IV** se puede observar que las columnas muestran la cantidad de ingredientes requeridos por tipo de botana, en la última columna se observa el total de ingredientes necesarios para cubrir el pedido. Todas las cantidades se presentan en Kilogramos.

Los ingredientes están colocados en renglones y en forma alfabética para facilitar su búsqueda en la lista.

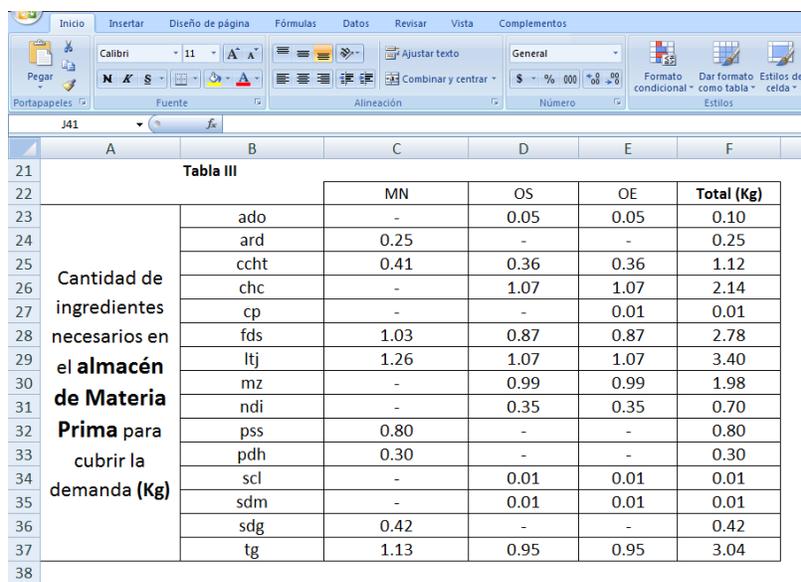


Tabla III					
		MN	OS	OE	Total (Kg)
Cantidad de ingredientes necesarios en el almacén de Materia Prima para cubrir la demanda (Kg)	ado	-	0.05	0.05	0.10
	ard	0.25	-	-	0.25
	ccht	0.41	0.36	0.36	1.12
	chc	-	1.07	1.07	2.14
	cp	-	-	0.01	0.01
	fds	1.03	0.87	0.87	2.78
	ltj	1.26	1.07	1.07	3.40
	mz	-	0.99	0.99	1.98
	ndi	-	0.35	0.35	0.70
	pss	0.80	-	-	0.80
	pdh	0.30	-	-	0.30
	scl	-	0.01	0.01	0.01
	sdm	-	0.01	0.01	0.01
	sdg	0.42	-	-	0.42
	tg	1.13	0.95	0.95	3.04

Figura 14. Salida de datos de la Tabla III, suponiendo que se requieren 100 bolsas de 50 gramos de cada botana.

Así por ejemplo, para poder fabricar las 100 bolsas de cada botana se necesitan 2.78 Kilogramos de *fds* en el almacén de materia prima, sin ningún tratamiento (Ver Figura 14).

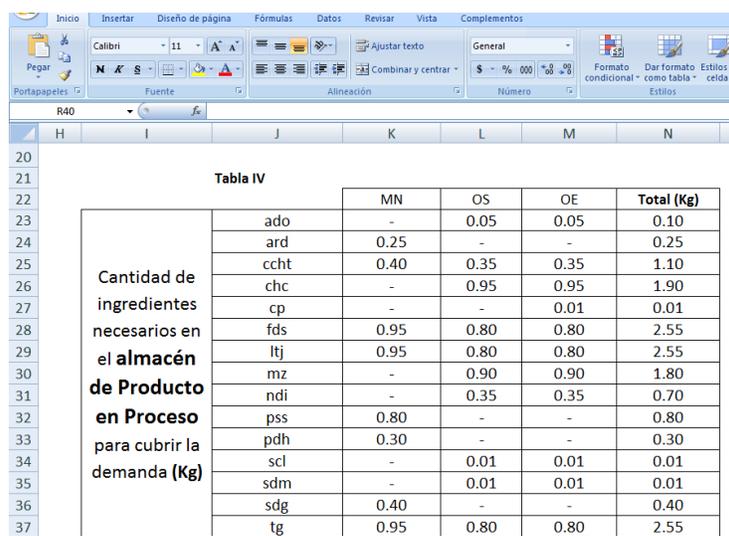


Tabla IV					
		MN	OS	OE	Total (Kg)
Cantidad de ingredientes necesarios en el almacén de Producto en Proceso para cubrir la demanda (Kg)	ado	-	0.05	0.05	0.10
	ard	0.25	-	-	0.25
	ccht	0.40	0.35	0.35	1.10
	chc	-	0.95	0.95	1.90
	cp	-	-	0.01	0.01
	fds	0.95	0.80	0.80	2.55
	ltj	0.95	0.80	0.80	2.55
	mz	-	0.90	0.90	1.80
	ndi	-	0.35	0.35	0.70
	pss	0.80	-	-	0.80
	pdh	0.30	-	-	0.30
	scl	-	0.01	0.01	0.01
	sdm	-	0.01	0.01	0.01
	sdg	0.40	-	-	0.40
	tg	0.95	0.80	0.80	2.55

Figura 15. Salida de datos de la Tabla IV, suponiendo que se requieren 100 bolsas de 50 gramos de cada botana.

De esta forma la *hs* muestra que para elaborar 100 bolsas de cada botana se requieren 2.55 Kilogramos de *fds* en el almacén de producto en proceso, es decir, 2.55 Kilogramos de *fds* tostado. (Ver *Figura 15*)

3.3.1 Operaciones internas de la herramienta de software

A continuación se explicarán las operaciones que realiza la herramienta de software (*hs*) para arrojar las salidas descritas anteriormente.

Se hará referencia a las tablas con números romanos (I, II, III y IV) de la *hs* al hablar de las salidas del programa (Ver *Figuras 12 a 15 y 17*), y cuando se hable de tablas indicadas con letras mayúsculas (A, B, C, etc.), éstas deberán consultarse en el Anexo I de éste trabajo, ya que forman parte de los datos que no deben ser modificados.

El primer cálculo que la *hs* hace se lleva a cabo en la **Tabla I**, después de ingresar la cantidad de bolsas de cada botana, se multiplica esta cantidad por 50, ya que cada bolsa contiene 50 gramos y así se obtiene la cantidad en gramos de cada botana. En el tercer renglón se divide la cantidad anterior entre 1000 para tener la cantidad de cada botana en Kilogramos.

Por otro lado, la **Tabla A** muestra el tiempo de preparación de cada semilla (Preparación de materia prima) y el tiempo de pesado del producto en proceso para preparar la mezcla de la botana (Tiempo de pesado del producto en proceso).

La **Tabla B** indica el tiempo requerido para las actividades de la segunda fase del proceso, en segundos por gramo de ingrediente o segundos por bolsa de botana.

La **Tabla C** solamente indica porcentaje de cada ingrediente dentro de las botanas (Ver *Figuras 7 y 8*), y en la tercera columna se muestra el porcentaje de pérdida de peso por semilla.

En la **Tabla D** se multiplica la cantidad total en Kg de cada botana por el porcentaje de ingredientes por botana de la **Tabla C**, en la última columna se suma la cantidad de cada semilla.

En la **Tabla E** se suma el porcentaje de pérdida de peso de la última columna de la **Tabla C** más la cantidad de semillas en proceso de la **Tabla D**, se hace ésta operación para cada ingrediente de las diferentes botanas y por último se suman las cantidades de ingredientes necesarios para elaborar los 3 tipos de botanas.



Para calcular el tiempo de preparación de la fase 1 de la **Tabla F** se multiplica la cantidad de cada semilla en materia prima de la **Tabla E** por el tiempo de preparación de la semilla en materia prima de la **Tabla A**.

Para la fase 2 de la **Tabla F** se multiplica la cantidad de cada semilla en proceso de la **Tabla D** por el tiempo de pesado de producto en proceso de la **Tabla A**.

En la **Tabla F** se realiza la suma de los tiempos de preparación de semillas para la primera y segunda fase.

La **Tabla H** suma el tiempo total de empacado de la **Tabla B** más el tiempo de preparación de ingredientes de la fase 2 calculado en la **Tabla F**.

Finalmente la **Tabla I** arroja el tiempo total en horas de la **Tabla F** y la **Tabla II** muestra el tiempo total en días de trabajo de 8 horas de la **Tabla F**, esto solamente para la primera fase del proceso.

La **Tabla H** calcula los resultados mostrados en las **Tablas I** y **II** para la segunda fase, respectivamente.

La **Tabla III** arroja la cantidad de semillas necesarias como materia prima de cada botana de calculadas en la **Tabla E**.

La **Tabla IV** se muestra la cantidad de cada semilla calculada en la **Tabla D**.

3.4 Manual de uso de la herramienta de software

La herramienta de software (hs) fue desarrollada en el programa Excel, por lo que cualquier persona con conocimientos básicos de paquetería de Windows podrá manejarlo, además podrá ser instalada en la computadora que lo requiera.

En la parte derecha de la pantalla de la *hs* se explica de forma breve en qué consiste la fase 1 y la fase 2 del proceso (para entender esto más a fondo consultar el punto 2.2).

A continuación se mostrarán los pasos para el uso correcto de la herramienta referida.

Paso 1: Abrir el archivo correspondiente a la herramienta de software, (Ver *Figura 16*).



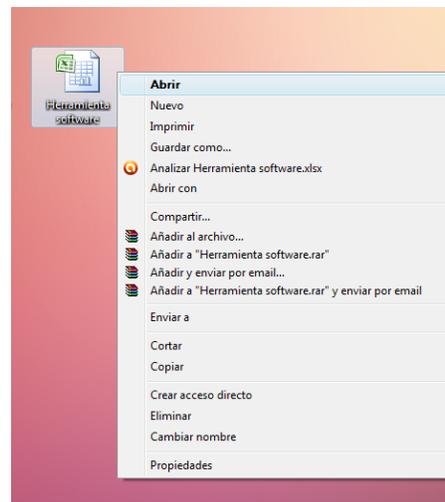


Figura 16. Imagen que ilustra el primer paso del manual de la herramienta de software

Paso 2: Abrir la hoja de cálculo llamada “Herramienta de software” y en la **Tabla Inicio** ingresar la cantidad de bolsas de 50 gramos necesarias de cada botana.

Ajuste el “Zoom” de su pantalla para visualizar correctamente el contenido de las tablas.

En la celda D7 se deberá ingresar la cantidad de bolsas de 50 g requeridas de *MN*; en las celdas E7 y F7 se introducirá la cantidad de bolsas de la botana *OS* y *OE*, respectivamente. Es importante señalar que éstas 3 celdas son las únicas que podrán ser modificadas por el usuario. Los datos de las tablas siguientes cambiarán automáticamente. La hoja de cálculo “Datos” no deberá ser modificada, (Ver *Figura 17*).

INICIO		<i>MN</i>	<i>OS</i>	<i>OE</i>
Introduzca la cantidad de bolsas de 50 g de botana solicitadas		100	100	100
Cantidad de botana preparada necesaria	Gramos	5000	5000	5000
	Kilogramos	5	5	5

Figura 17. Imagen que ilustra el segundo paso del manual de la herramienta de software

Paso 3: Una vez ingresado el número de las bolsas se podrán visualizar los tiempos en las diferentes fases del proceso (Tabla I y Tabla II), y las cantidades de ingredientes necesarias en los diferentes almacenes (Tabla III y Tabla IV). Véase la figura siguiente:

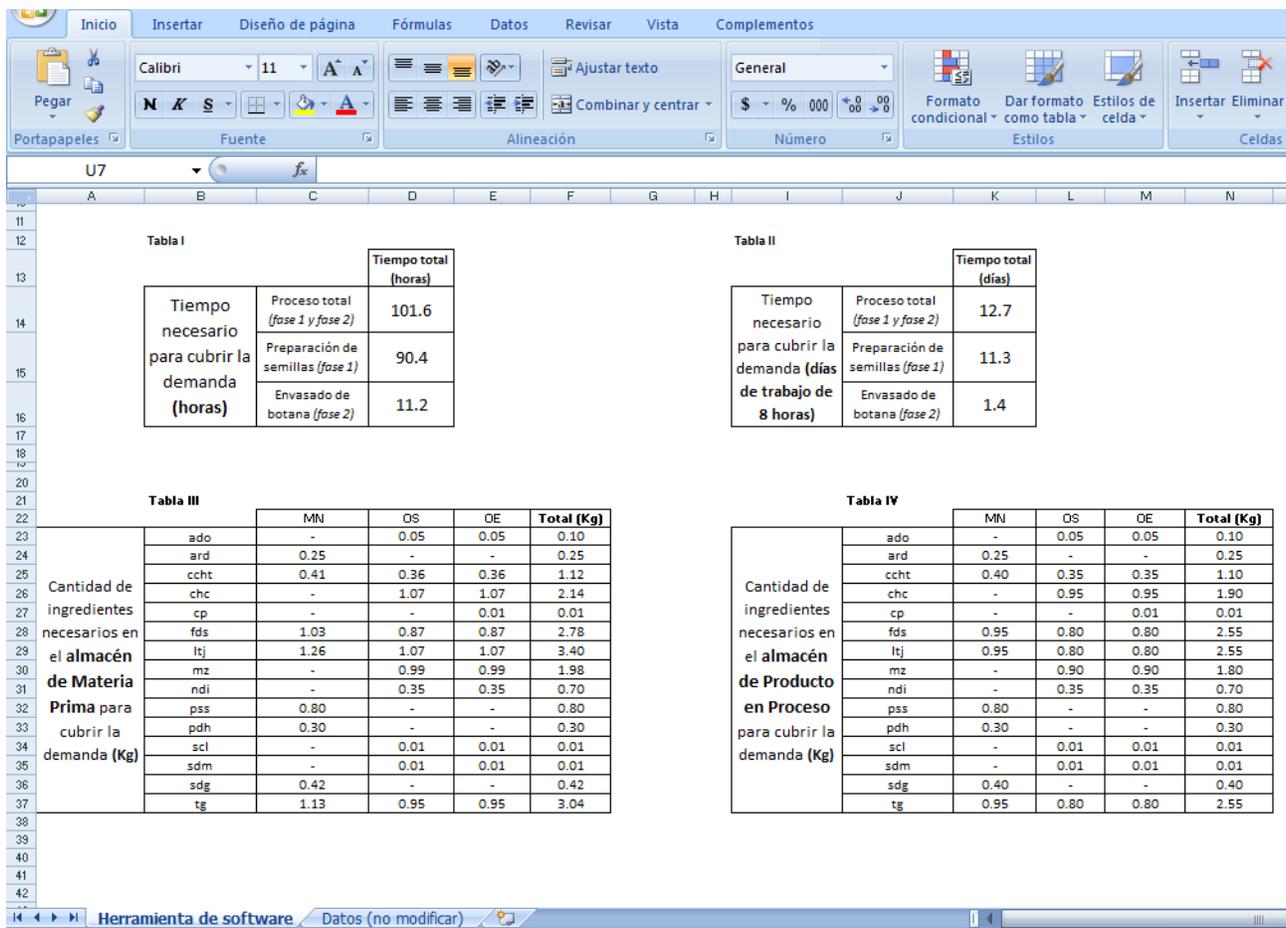


Figura 18. Imagen que ilustra el tercer paso del manual de la herramienta de software

3.5 Conclusiones del capítulo

Gracias a la herramienta de software desarrollada, el departamento de producción podrá planear el tiempo de preparación de pedidos evitando saturar de trabajo al departamento de producción.

Con la *hs* se conocerá la cantidad de ingredientes en el almacén de inventario en proceso necesaria para satisfacer cierta demanda; de igual forma, el departamento de compras podrá conocer la cantidad de materia prima a adquirir.

Se sugiere atentamente seguir las indicaciones del manual de uso de la herramienta de software de planeación de inventario y proceso (Véase *Punto 3.4*), de ésta forma se garantiza el correcto funcionamiento de la misma.

Al mostrar la herramienta de software a la dirección de la empresa se tuvo en respuesta una reacción favorable, ya que ésta herramienta ayuda al departamento de producción a administrar sus tiempos de elaboración y preparación de productos; además permite conocer si la cantidad del almacén de producto en proceso es suficiente para cubrir un pedido.

Por otro lado, el conocer la cantidad de ingredientes necesarios en materia prima requeridos para un cierto pedido, permite al departamento de compras adquirir sólo lo necesario y evitar pérdidas por envejecimiento de producto.



CAPÍTULO 4. REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Objetivos del capítulo

- Introducir al lector en el método de diagrama de hilos para la distribución de planta.
- Mostrar la distribución actual de la planta, así como los desplazamientos que se llevan a cabo dentro de ella.
- Calcular el recorrido de los desplazamientos y compararlo en términos monetarios.
- Proponer una nueva distribución de planta para minimizar recorridos y optimizar espacios.

4.1 Definición y metodologías para la distribución de planta.

Durante la realización de cualquier actividad es necesario llevar a cabo una serie de desplazamientos en la zona de trabajo.

Para analizar los recorridos de los operarios se utiliza una herramienta gráfica llamada diagrama de hilos, que es básicamente un “*plano o modelo a escala en que se sugiere y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos*”. (OIT, 1977)

Para elaborar un diagrama de hilos es necesario hacer un plano a escala de la zona de trabajo, es importante incluir, la maquinaria y los muebles; de igual formas, las instalaciones eléctricas, de gas y agua para un posterior reordenamiento del lugar; además, se deben contemplar todos aquéllos elementos físicos del lugar que interfieran con los recorridos.

Cuando el plano ha sido terminado a una escala correcta, éste se fija a una superficie que pueda ser fácilmente penetrable ya que en cada punto de detención o cambio de dirección del trabajador, se deberá insertar un clavo, tachuela o alfiler dejando un poco más de la cabeza libre.

Después de esto se toma un hilo y se ata al alfiler o clavo insertado que represente el inicio del recorrido, luego se pasa el hilo por los puntos marcados del recorrido en el orden en que se llevan a cabo, hasta plasmar todos los movimientos en el plano.

Al terminar de marcar el recorrido se obtiene el *polígono de movimientos*. Si se observa que algunos trayectos son más transitados o que tienen una mayor carga de hilos se debe considerar el acercar éstos puntos de trabajo.



Es importante mantener una escala correcta del plano, pues al terminar el análisis de los trayectos el hilo debe medirse con el fin de conocer la distancia recorrida por los trabajadores. Si se analizan 2 ó más rutas de operarios en un mismo diagrama, los hilos deberán ser de diferente color para cada una.

Una vez conocida la distancia del recorrido se procede a realizar una nueva distribución de planta, con ayuda de plantillas y alfileres se prueban distintas disposiciones del lugar con el fin de reducir al máximo los recorridos.

Cada que se proponga una distribución diferente a la actual deberá seguirse el trayecto seguido por los trabajadores con un hilo, del inicio al final, y medir el hilo para confirmar la disminución de trayecto. Puede que esta prueba tenga que repetirse en varias ocasiones hasta determinar la distribución más adecuada.

Al elegir la nueva distribución de planta, ésta deberá plasmarse en un nuevo plano, a una escala correcta y marcar los trayectos llevados a cabo en cada proceso, con el fin de facilitar la aceptación de la propuesta por operarios y directivos.

4.2 Consideraciones a evaluar durante la distribución de planta

El análisis de la distribución de planta es un método para evaluar los peligros que pueden presentarse entre los trabajadores y el área donde laboran, y es útil en la implementación de medidas de seguridad en las zonas de trabajo.

Durante el proyecto y diseño del lugar de trabajo se deben tener en cuenta las medidas preventivas aplicables, ya que esto tendrá un costo menor, comparativamente, al que se puede presentar al realizar readaptaciones futuras.

Entre los factores a considerar se encuentran: (Rodellar, 1988)

- Ubicación del establecimiento
 - Examinar los peligros para (y de) las comunidades vecinas.
 - Características atmosféricas, climatológicas y de los asentamientos en el terreno.
 - Tener presentes los peligros derivados de los cauces de ríos, carreteras, vías férreas y aeropuertos.
 - Redes de comunicación y transporte.
 - Imperativos comerciales y de aprovisionamiento.
 - Posibilidad de ampliaciones posteriores y sus implicaciones.



- Enlaces con las vías de comunicación
 - Examen de peligros derivados del tipo de transporte utilizable para materias primas, productos y personas.
 - Separación entre el acceso para vehículos y el acceso peatonal.
 - Diseño de las incorporaciones a las vías públicas por la derecha.
 - Evitar cruces de los vehículos que entran con los que salen.
 - Situar las puertas sobre las vías menos transitadas.

- Movimiento y transporte de productos en el interior de los locales
 - Prever la cantidad de productos y sistema de transporte utilizado en relación con los peligros intrínsecos según cada caso: transporte continuo, intermitente, aparatos o vehículos, intervención humana.
 - Evitar emplazamientos no indispensables de materiales o productos.
 - Separar al máximo los circuitos de productos de los de personas.
 - Reducir al mínimo la longitud de los circuitos.
 - Evitar retrocesos en los circuitos, sobre todo de piezas grandes.
 - Prever almacenes para materia prima, intermedios y producto acabado.

- Distribución de máquinas y puestos de trabajo
 - Utilizar planos de distribución en planta y maquetas.
 - Dotar de espacio suficiente a cada puesto de trabajo.
 - Que no se invadan puestos y zonas de trabajo para acceder al propio.
 - Suministros de materia prima y salida de acabados en forma regulada.
 - Espacio necesario para las operaciones de mantenimiento.
 - Prever las incidencias que tendrán, en cada puesto de trabajo, las condiciones ambientales: ruido, polvo, temperatura, ventilación.

- Instalaciones de energía y servicios
 - Prever los consumos de energía y demanda de servicios en cada punto.
 - Protección del equipo y condiciones contra choques y golpes.
 - Separación entre los diferentes tipos de energías y aislamiento.
 - Evitar interferencias de las conducciones energéticas con las vías de circulación y zonas de trabajo.
 - Disponer los accesos adecuados a las zonas de revisión y control.
 - Señalizar las conducciones de fluidos, accesos a recintos, zonas peligrosas, puntos de control y elementos contra incendio.
 - Ante cualquier instalación nueva prever futuras ampliaciones.



4.3 Distribución actual

A continuación se presenta la distribución actual de la empresa, se ha omitido detallar las zonas de oficina y sanitario pues no se comprenden en el análisis. Véase el punto 1.7 para conocer las acotaciones.

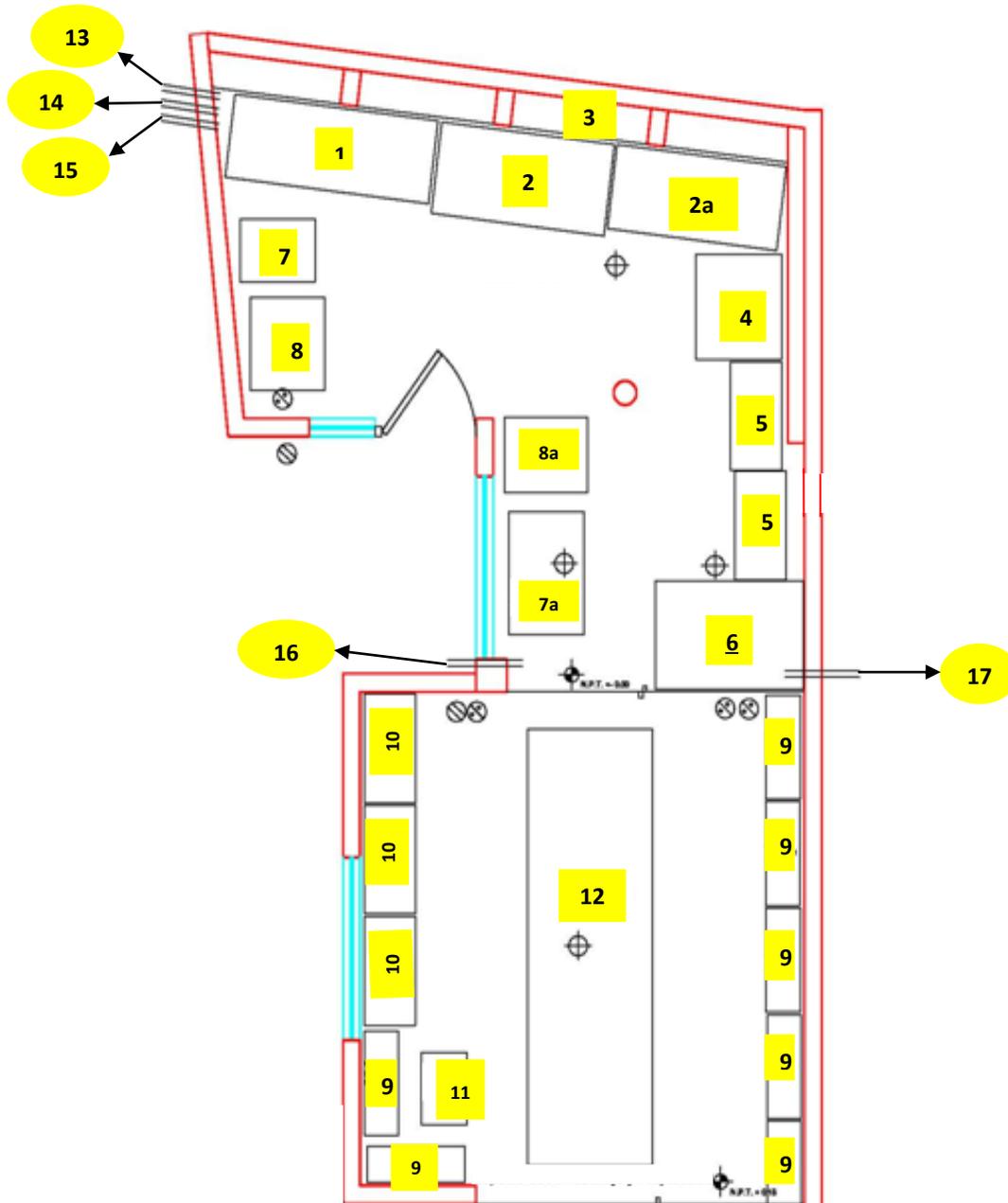


Figura 19. Distribución actual de la empresa

4.4 Desplazamientos dentro de la planta. Diagrama de hilos

En seguida se mostrarán los desplazamientos que realizan los operarios dentro de la planta para la preparación de botanas.

Como se observó en el Capítulo 2, algunos procesos son muy parecidos, por lo que sólo se muestra un recorrido general para éstos casos; para que el diagrama no parezca saturado algunas rutas de procesos se han marcado en diagramas independientes como los siguientes:

- Proceso general de preparación de *ltj*, *fds*, *tg*, *chc*, *mz* y *gbz*
- Proceso de preparación para la *sdg* y el *ccht*
- Proceso para prepara el *pdh* y la *ndi*
- Proceso de preparación de *pss* y *ard*
- Mezcla general de ingredientes y envasado de producto terminado

A continuación se presentan los diagramas para cada caso.

Acotaciones de la Figura 20, actividades realizadas en el proceso general de preparación de *ltj*, *fds*, *tg*, *chc* y *mz*. Indicadas con color morado.

1. Sacar semillas del almacén de materia prima.
2. Llevar las semillas a la mesa de trabajo.
3. Ir por la báscula.
4. Llevar báscula a la mesa de trabajo. Comenzar a pesar la cantidad de semillas a germinar.
5. Ir a la zona de germinado (tarja), comenzar a germinar. Después de tiempo establecido, escurrir (dentro de la tarja).
6. Llevar semilla escurrida a mesa de trabajo.
7. Llevar semillas a tostador. Tostar en forma dosificada. Sacar del tostador las semillas ya enfriadas.
8. Guardar las semillas tostadas en el almacén de producto en proceso.

En el caso del *mz*, éste requiere algunos pasos previos a su germinación, estas actividades se marcan con color rosa en la Figura 20.

- 4a. Ir por olla de presión.
- 4b. Llenar olla de presión con agua de la tarja.
- 4c. Llevar olla a estufa, prender fuego y esperar a que el agua hierva.
- 4d. Ir a mesa de trabajo por el *mz* pesado.
- 4e. Regresar a estufa. Añadir el *mz* a la olla con agua hirviendo, esperar a que llegue a su punto deseado.



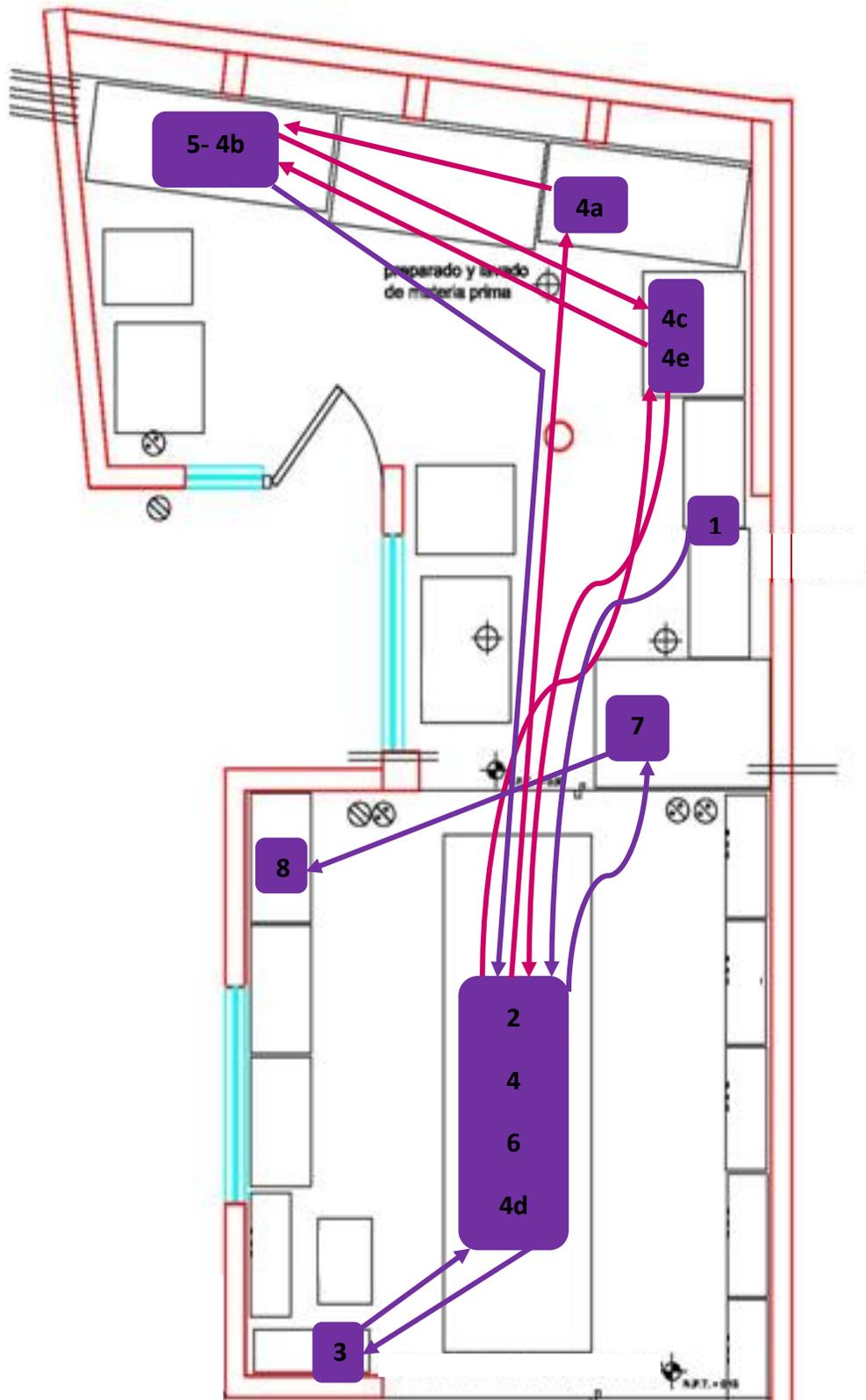


Figura 20. Desplazamientos necesarios para preparar *ltj*, *fds*, *chc*, *mz* y *gbz*

Acotaciones de la Figura 21, actividades realizadas para el proceso de *sdg* y *ccht*. Marcados en el diagrama con color anaranjado.

1. Sacar semillas del almacén de materia prima.
2. Llevar las semillas a la mesa de trabajo.
3. Ir por la báscula.
4. Llevar báscula a la mesa de trabajo. Comenzar a pesar la cantidad de semillas para tostar.
5. Llevar semillas a tostador. Tostar en forma dosificada. Sacar del tostador las semillas ya enfriadas.
6. Guardar las semillas tostadas en el almacén de producto en proceso.

En ésta misma figura se marcan con color verde los traslados necesarios para preparar la *ndi*, el *pdh*, las *pss* y los *ard*. Para éste caso las acotaciones serán las siguientes:

- A. Sacar ingredientes del almacén de materia prima.
- B. Llevar a mesa de trabajo.
- C. Ir por báscula.
- D. Llevar báscula a mesa de trabajo. Pesar cantidad requerida. Esperar la preparación de otros ingredientes.
- E. Triturar en partes pequeñas, esperar la preparación de otros ingredientes. **Sólo para el caso del *pdh* y *ndi*.**

Acotaciones para la Figura 22 que muestra las actividades a realizar para mezclar los ingredientes y empacar las botanas. Se indica con color azul.

1. Sacar semillas del almacén de producto en proceso.
2. Pesar cantidad deseada. Suponer que la báscula se encuentra sobre la mesa.
3. Ir por condimentos (*sdm*, *scl*, *cp*, *ado*).
4. Poner condimentos en mesa de trabajo. Pesarlos según la cantidad requerida (la báscula se encuentra en la mesa dado que esta es la última etapa del proceso).
5. Mezclar las semillas y los condimentos.
6. Ir por bolsas y etiquetas.
7. Poner bolsas y etiquetas en mesa de trabajo.
8. Llenar las bolsas con la cantidad deseada.
9. Sellar las bolsas.
10. Poner etiqueta.
11. Llevar bolsas llenas, selladas y etiquetadas al almacén de producto terminado.



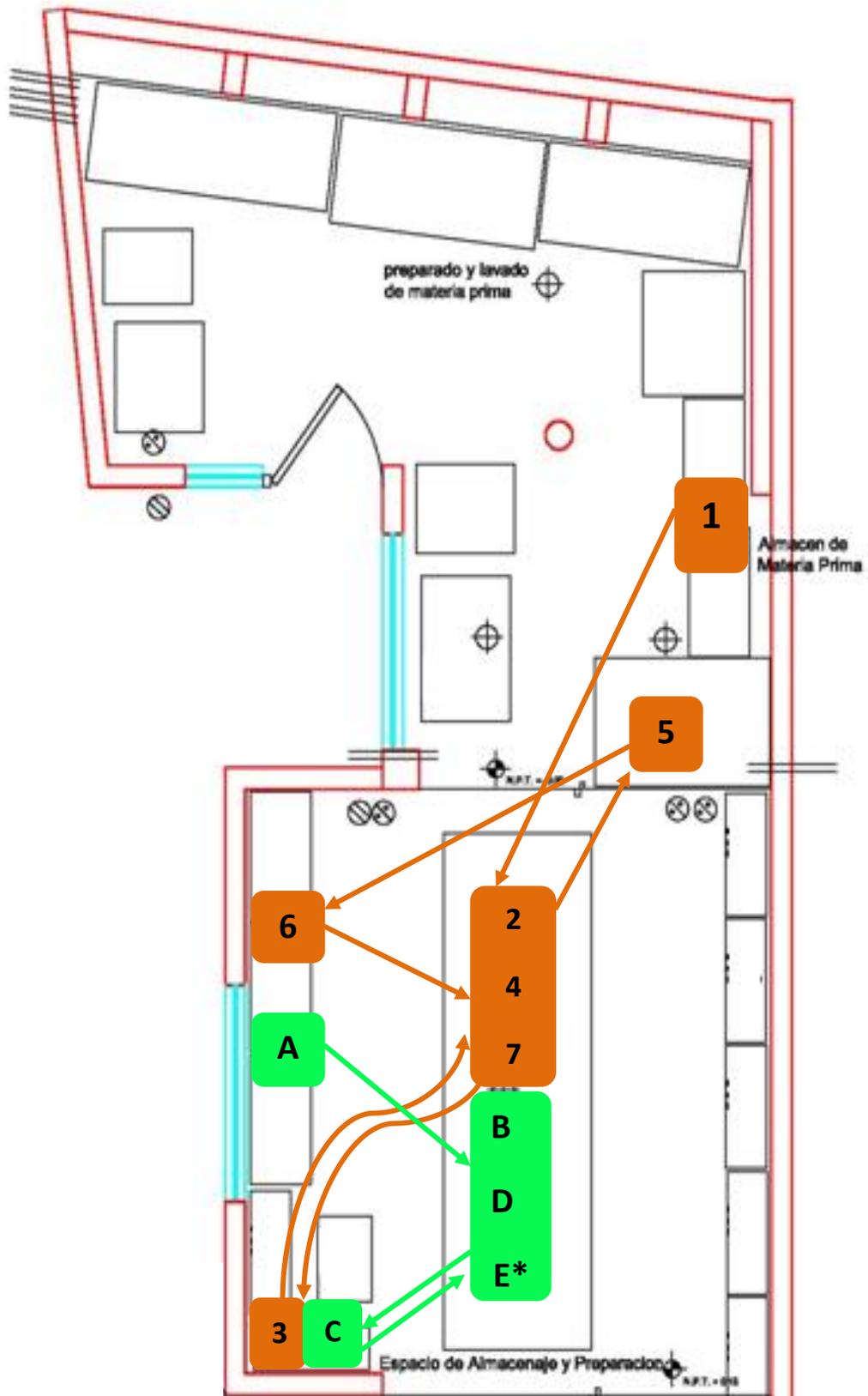


Figura 21. Desplazamientos necesarios para preparar *sdg*, *ccht*, *ndi*, *pss*, *ard* y *pdh*.

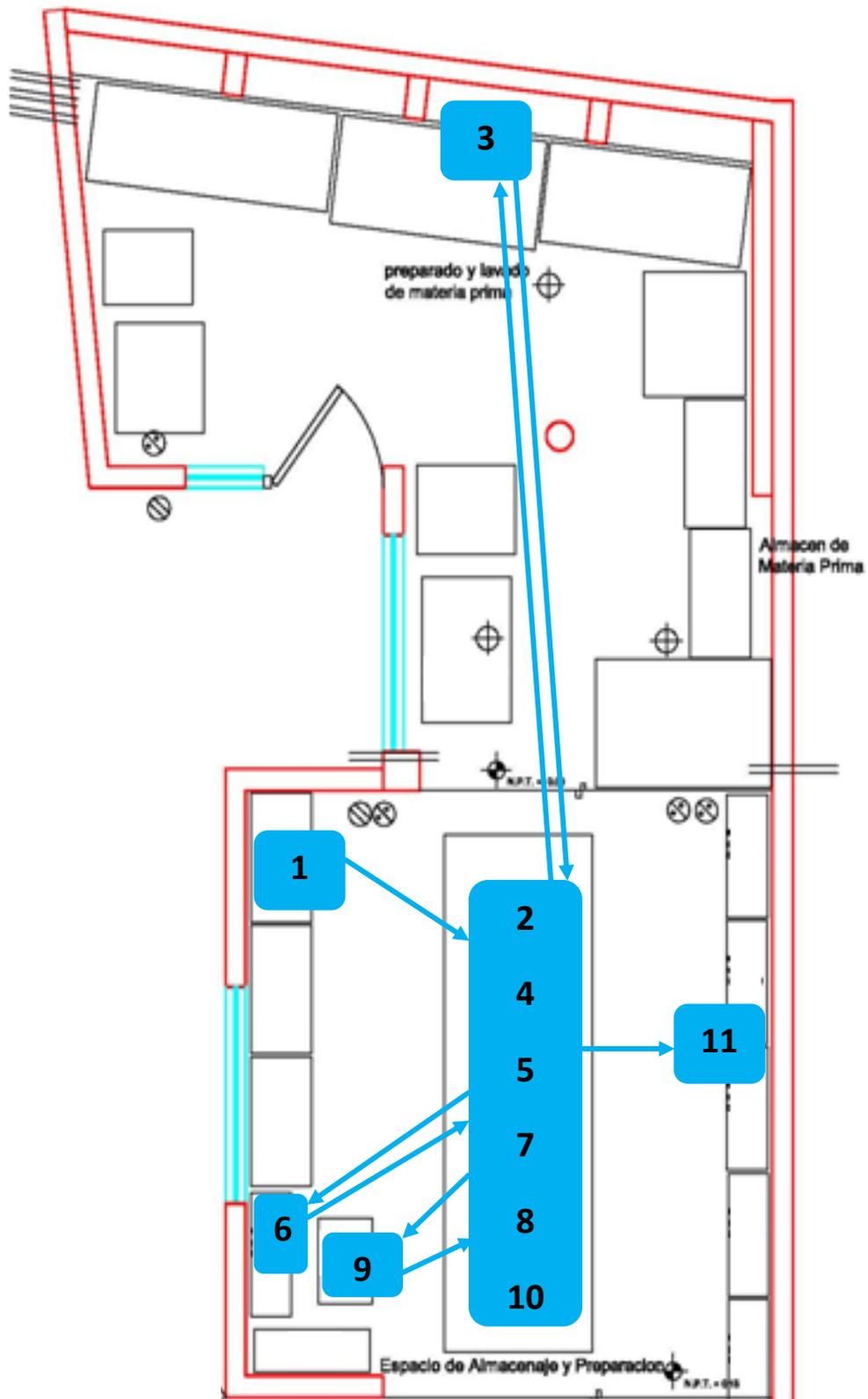


Figura 22. Desplazamientos necesarios para realizar las mezclas de las botanas y empaclarlas

En las Figuras 20 a 22 se representan los desplazamientos que deben seguir los operarios dentro del área de producción, si se marcan éstas mismas trayectorias en la Figura 1 de la situación actual de la empresa, es posible calcular las distancias recorridas en metros.

A continuación se presentan los desplazamientos en metros.

Distancias descritas en la figura 20, color morado		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	4.04
2	3	2.62
3	4	2.62
4	5	6.47
5	6	6.47
6	7	2.52
7	8	3.33
Recorrido (m)		28.07

Cuadro 24. Desplazamiento representado en la Figura 20 (color morado)

Distancias descritas en la figura 20, color rosa		
Inicio	Fin	Distancia (m)
4	4a	5.14
4a	4b	3.62
4b	4c	4
4c	4d	4.2
4d	4e	4.2
Recorrido (m)		21.16

Cuadro 25. Desplazamiento representado en la Figura 20 (color rosa)



Distancias descritas en la figura 21, color anaranjado		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	4.04
2	3	2.62
3	4	2.62
4	5	2.52
5	6	3.33
Recorrido (m)		15.13

Cuadro 26. Desplazamiento representado en la Figura 21 (color anaranjado)

Distancias descritas en la figura 21, color verde		
Inicio	Fin	Distancia (m)
A	B	2.28
B	C	2.62
C	D	2.62
D	E	0
Recorrido (m)		7.52

Cuadro 27. Desplazamiento representado en la Figura 21 (color verde)

Distancias descritas en la figura 22, color azul		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	2.2
2	3	5.62
3	4	5.62
4	5	0
5	6	2.04
6	7	2.04
7	8	0
8	9	1.71
9	10	1.71
10	11	1.9
Recorrido (m)		22.84

Cuadro 28. Desplazamiento total representado en la Figura 22 (color azul)

4.5 Relación entre desplazamiento y salario

Con los datos expresados hasta ahora, es posible calcular el desplazamiento total que un operario realiza al preparar todos los ingredientes.

Para relacionar las trayectorias con el salario del trabajador, será necesario suponer que éste realiza los recorridos por cada ingrediente en un día, esto quiere decir que el recorrido indicado en el Cuadro 24 deberá ser multiplicado 5; ya que cinco es el número de ingredientes que demandan éste desplazamiento (*ltj*, *fds*, *tg*, *chc* y *mz*).

El recorrido total del Cuadro 25 no será multiplicado, pues al referirse sólo al procesamiento previo del *mz*, es igual que multiplicar por la unidad.

Dado que el recorrido del Cuadro 26 se refiere a la *sdg* y al *ccht*, éste resultado se multiplicará por 2.

Para los ingredientes que no requieren tostado, el recorrido del Cuadro 27 se multiplicará por 4 (*ndi*, *pdh*, *pss* y *ard*).

Por último, se hace la suposición que el recorrido indicado en el Cuadro 28 se realiza una sola vez pues los ingredientes se encuentran listos en la mesa de trabajo.

Para comprender mejor lo antes descrito, (Ver Cuadro 29).

Recorrido (m)	Número de ingredientes	Recorrido por actividad (m)
28.07	5	140.35
21.16	1	21.16
15.13	2	30.26
7.52	4	30.08
22.84	1	22.84
Recorrido total para preparar todos los ingredientes (m)		244.69

Cuadro 29. Recorrido total para preparar todos los ingredientes



La tabla anterior indica que para realizar todas las actividades del proceso para cada ingrediente se debe realizar un desplazamiento total de 244.69 metros.

Si este desplazamiento se realiza en un día de trabajo de 8 horas, esto quiere decir que en una hora se debe caminar 30.58 metros.

Por otro lado, si se sabe que el salario quincenal de un operario es de \$1,300; se calcula que el pago por un día de trabajo de 8 horas asciende a \$ 86.66, con lo que se concluye que en una hora de trabajo el operario gana \$ 10.83.

4.6 Propuesta de redistribución de planta y análisis de desplazamientos.

Después de analizar los diagramas de hilos de cada recorrido, se encontró una propuesta de mejora para la distribución de planta; la cual se muestra en la figura siguiente. Se puede observar la introducción de 2 mesas de pesado fijo. La mesa “**a**” posee una báscula de alta capacidad (mayor a 2 Kg), y la mesa “**b**” una báscula de baja capacidad o báscula actual.

Cabe señalar que los puntos de inicio y fin de los desplazamientos mostrados en los diagramas de hilos de éste capítulo son representativos. La medición de los trayectos totales se realizó en base a la escala de la Figura 1 para la situación actual y la distribución propuesta; los puntos en los que las actividades de ejecutan se supusieron en el centroide de los muebles o maquinaria.

Las acotaciones del Lay out de la Figura 23 pueden ser consultadas en el Cuadro 1; sin embargo, debido a que los condimentos se cambiaron de lugar, la Acotación 3 representa sólo los condimentos y no la repisa en donde se guardaban.

De igual manera, la Figura 23 no detalla la zona de oficina ni el sanitario pues no se tomaron en cuenta para el análisis.



Ahora se procede a la realización de los diagramas de hilos para cada desplazamiento. Se utilizarán los mismos colores de los diagramas anteriores para seguir la secuencia de las mejoras.

Recorrido de la Figura 24, color morado. Preparación de semillas tostadas (*mz*, *chc*, *fds*, *ltj* y *tg*).

1. Sacar semillas del almacén de materia prima
2. Llevar semillas a área de pesado de gran capacidad. Pesar cantidad a germinar.
3. Ir a la tarja, empezar a germinar. Esperar tiempo de germinado y escurrir.
4. Llevar semillas a tostador. Tostar.
5. Almacenar semillas tostadas como producto en proceso

Recorrido de la Figura 24, color rosa. Pasos previos a la preparación del *mz*.

2. Llevar semillas a área de pesado. Pesar cantidad a germinar.
 - 2a. Ir por olla
 - 2b. Llevar olla a tarja. Llenar de agua.
 - 2c. Llevar olla con agua a estufa, prender el fuego.
 - 2d. Ir a área de pesado por el *mz*
 - 2e. Llevar *mz* a estufa, cocer.

Recorrido de la Figura 25, color anaranjado. Preparación del *ccht* y *sdg*.

1. Sacar semillas del almacén de materia prima.
2. Llevar semillas a área de pesado de gran capacidad. Pesar cantidad a tostar.
3. Llevar semillas al tostador. Tostar.
4. Llevar semillas tostadas al almacén de producto en proceso.

Recorrido de la Figura 25, color verde. Preparación de *ndi*, *pdh*, *pss* y *ard*.

- A. Sacar semillas del almacén de materia prima.
- B. Llevar a báscula de baja capacidad. Pesar cantidad necesaria para la botana.
- C. Llevar a mesa de trabajo para mezclar. Triturar el *pdh* y la *ndi*.

Recorrido de la Figura 26, color azul. Proceso de empaque.

1. Sacar semillas del almacén de producto en proceso.
2. Pesar semillas en al área de pesado de baja capacidad.
3. Ir por condimentos.
4. Pesar los condimentos en la báscula de baja capacidad.
5. Mezclar semillas y condimentos. Hacer la botana.
6. Ir por bolsas de empaque y etiquetas.
7. Llevar bolsas y etiquetas a mesa de trabajo.
8. Llenar bolsas con ayuda de la báscula de baja capacidad.
9. Sellar bolsas.
10. Etiquetar bolsas.
11. Llevar bolsas al almacén de producto terminado.



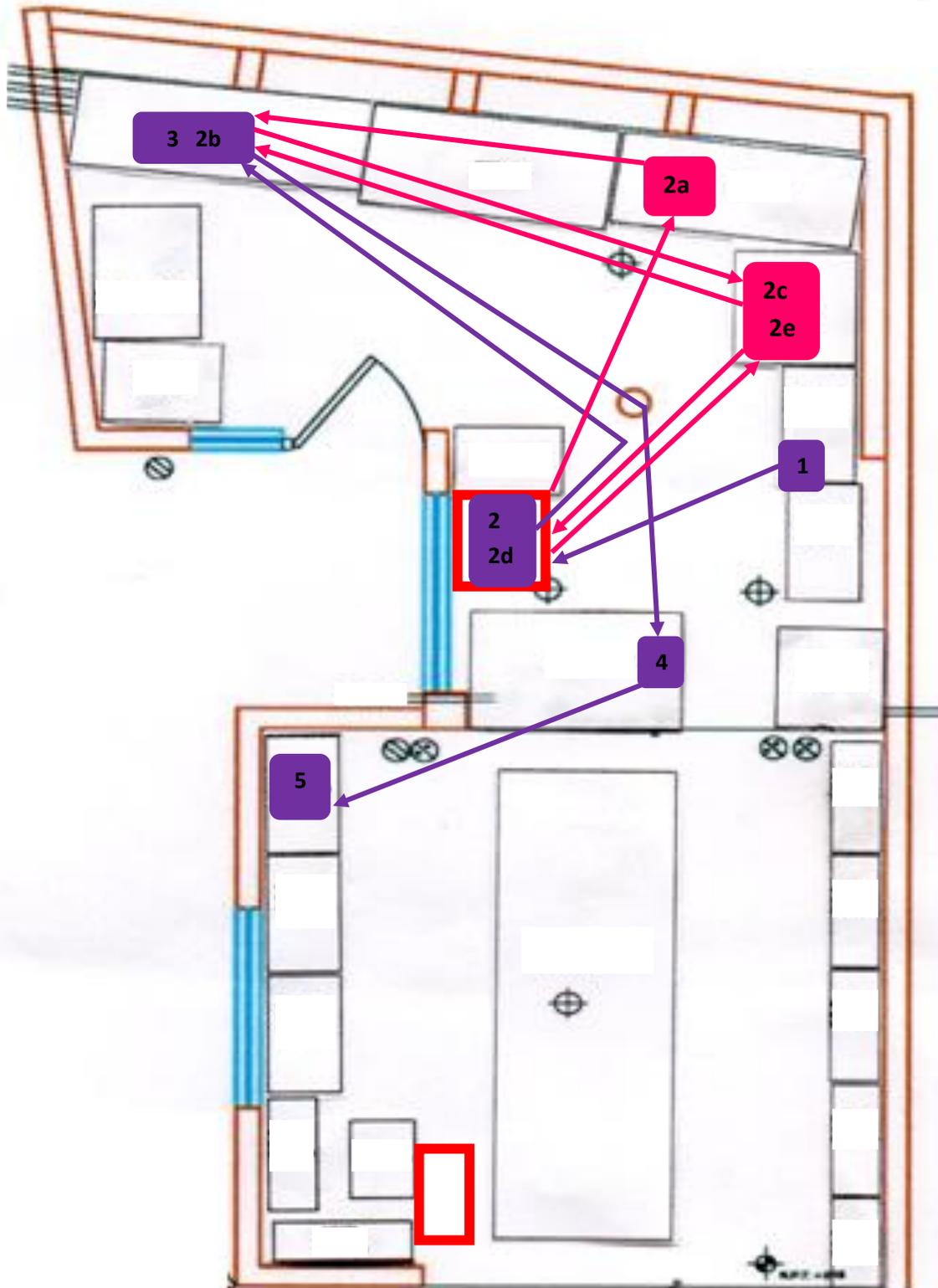


Figura 24. Desplazamientos necesarios para preparar *ltj*, *fds*, *chc*, *mz* y *gbz*. Nueva distribución

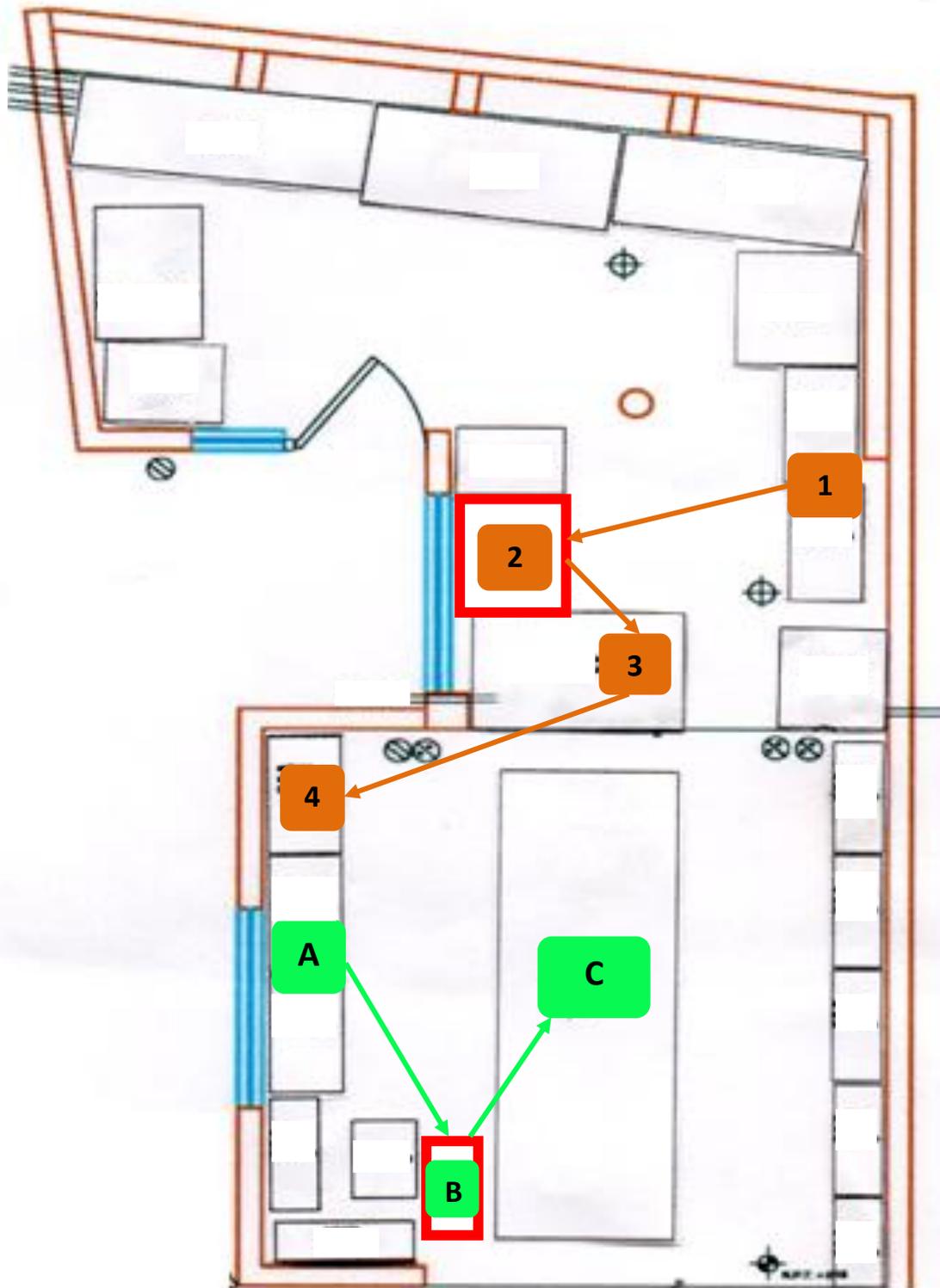


Figura 25. Desplazamientos necesarios para preparar *sdg*, *ccht*, *ndi*, *pss*, *ard* y *pdh*. Nueva distribución

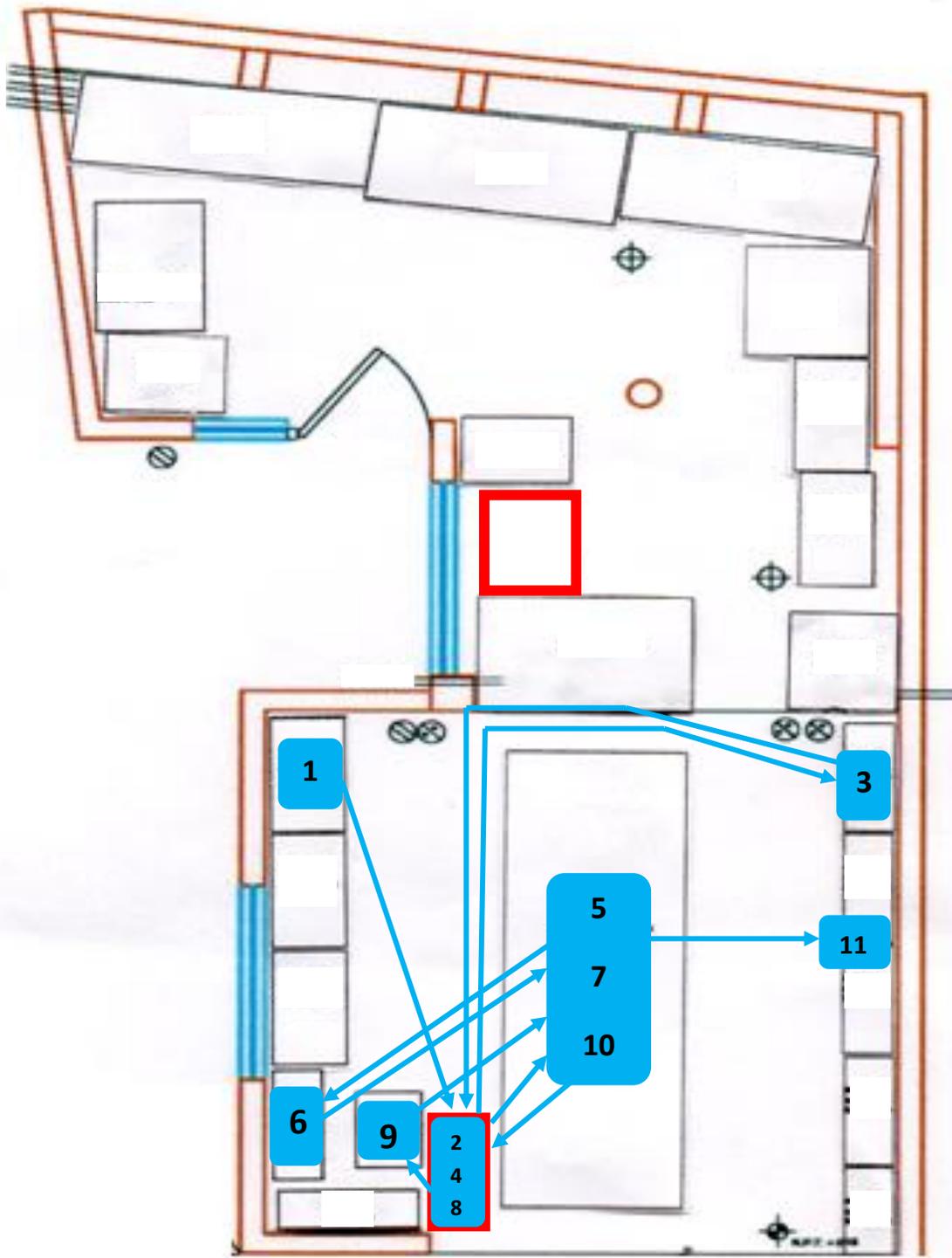


Figura 26. Desplazamientos necesarios para realizar las mezclas de las botanas y empacar. Nueva distribución.

Después de realizar los diagramas de hilos de la propuesta de la distribución de planta, se indica la distancia en metros que el operario deberá recorrer. Los cálculos se obtuvieron de manera semejante a los del punto 4.4 y en base a la escala de la Figura 1.

Distancias descritas en la figura 24, color morado		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	1.86
2	3	4.29
3	4	4.76
4	5	1.81
Recorrido (m)		12.71

Cuadro 30. Desplazamiento representado en la Figura 24 (color morado)

Distancias descritas en la figura 24, color rosa		
Inicio	Fin	Distancia (m)
2	2a	2.62
2a	2b	3.33
2b	2c	3.76
2c	2d	2.19
2d	2e	2.19
Recorrido (m)		14.10

Cuadro 31. Desplazamiento representado en la Figura 24 (color rosa)

Distancias descritas en la figura 25, color anaranjado		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	1.86
2	3	0.76
3	4	1.86
Recorrido (m)		4.48

Cuadro 32. Desplazamiento representado en la Figura 25 (color anaranjado)



Distancias descritas en la figura 25, color verde		
Inicio	Fin	Distancia (m)
A	B	3.60
B	C	3.00
Recorrido (m)		6.60

Cuadro 33. Desplazamiento representado en la Figura 25 (color verde)

Distancias descritas en la figura 26, color azul		
Inicio	Fin	Distancia (m)
1	2	2.71
2	3	5.48
3	4	5.48
4	5	1.38
5	6	2.05
6	7	2.05
7	8	0.00
8	9	1.71
9	10	1.71
10	11	1.90
Recorrido (m)		24.48

Cuadro 34. Desplazamiento representado en la Figura 26 (color azul)



4.7 Análisis de la distribución de planta propuesta

Como se realizó en el punto 4.5, se procede a comparar la distancia recorrida por el operario al realizar todas las actividades del proceso para la preparación de las botanas tostadas.

En el Cuadro 35 se resumen las distancias que demanda cada actividad; el número de ingredientes se deberá multiplicar por dichas distancias, y la suma de cada elemento dará como resultado el desplazamiento total a recorrer.

Recorrido (m)	Número de ingredientes	Recorrido por actividad (m)
12.71	5	63.57
14.10	1	14.10
4.48	2	8.95
6.60	4	26.40
24.48	1	24.48
Recorrido total para preparar todos los ingredientes (m)		137.50

Cuadro 35. Recorrido total para preparar todos los ingredientes. Nueva distribución

Con lo anterior, se deduce que con la distribución propuesta el recorrido para realizar todas las actividades por ingrediente es de 137.5 metros. Con esta mejora se logra **disminuir el desplazamiento en 107.19 metros, equivalente al 56.2 % de la distancia recorrida inicial.**

Gracias a esto, el tiempo que se ocupaba en trasladarse, ahora podrá ser aprovechado en incrementar la productividad de la empresa, lo que significa que el operario podrá dedicarse a realizar más operaciones del proceso. Se espera que al disminuir el total de desplazamiento, la fatiga del trabajador disminuya.



4.8 Conclusiones del capítulo

Como se explica en el interior del capítulo, se logró disminuir en más del 50 % la cantidad de desplazamiento que un operario recorre diariamente. Para lograr estas mejoras se reordenó la planta; primero se decidió cambiar el tostador de lugar (justo enfrente) para que el recorrido fuera menor, además en el lugar donde se colocó comienza la tubería de gas y se encuentra una ventana que servirá como ventilación.

En el antiguo lugar del tostador se colocó el refrigerador (Acotación 8) que estaba cerca de la tarja, y el refrigerador (Acotación 8a) frente al tostador se adecuó junto a la entrada de la cocina para aprovechar el contacto de luz; al lado de éste se instaló el carro de charolas doble (Acotación 7a) que estaba inicialmente frente al tostador. Finalmente, el carro de charolas simple (Acotación 7) se instaló junto a la puerta de entrada a la cocina.

Se cambiaron de lugar los condimentos, dentro del estante donde se guarda el chocolate (Acotación 9), por lo que en el Lay out de la distribución de planta, la Acotación 3 sólo representa los condimentos más no la repisa.

Se hace la sugerencia de colocar dos estaciones de pesado fijas en la planta, una estación de pesado de alta capacidad (Acotación a), entre el tostador y el carro de charolas simple; y otra de baja capacidad (Acotación b), junto a la selladora.

Si se llevan a cabo éstas modificaciones se concluye que se disminuye en 56.2 % el desplazamiento que se debe realizar para cubrir todas las actividades.

Se espera que las mejoras sugeridas en este capítulo sean llevadas a cabo, ya que la planta en donde se localiza la empresa puede modificarse fácilmente.

Las propuestas se realizaron tomando en cuenta la toma de gas y agua; y aprovechando la cercanía de los contactos de luz.

Cabe señalar que cada vez que se adquiera nueva maquinaria o se deseche algún mueble que sea utilizado en el proceso, el análisis de distribución de planta deberá realizarse nuevamente y por completo.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La preparación profesional del ingeniero industrial lo capacita para diseñar, implementar, organizar y dirigir diversos procesos y sistemas, apoyándose en variadas herramientas tales como el estudio de métodos, la planeación y control de la producción, las finanzas, el comercio y la seguridad industrial.

Gracias a la disposición por parte de la dirección de la empresa, se pudieron aplicar algunas de las herramientas mencionadas anteriormente. Esto con el fin de brindar alternativas de mejora al área de producción.

Primeramente, se logró realizar una herramienta de software (hs) que servirá a la dirección para controlar sus inventarios y planear sus tiempos de entrega con los clientes.

Por otra parte, se simplificaron algunas actividades del proceso con la redistribución de planta e implementación de 2 áreas de pesado, una de baja capacidad y otra de alta capacidad.

Con lo anterior se puede concluir que lo desarrollado a lo largo de éste trabajo confirma la hipótesis planteada inicialmente y cumple los objetivos planeados.

A continuación, se resumirán todas las recomendaciones recabadas en los capítulos pasados.

En el capítulo 2 se hace la sugerencia de implementar dispositivos mecánicos capaces de trozar *ndi* y *pdh*, y de mezclar la totalidad de ingredientes. Con éstas medidas el proceso se agiliza.

En el mismo capítulo se recomienda definir un tiempo de remojo de semillas, ya que si el éste es excesivo el germinado de las mismas produce una apariencia negativa al producto. Por lo cual se propone consultar a un ingeniero en alimentos para determinar dicho factor.



Se calculó el tiempo estándar de las actividades realizadas para la elaboración de semillas tostadas con el fin de construir futuros manuales de proceso para capacitación de nuevo personal.

En cuestión de inventarios, se invita a la producción a llevar un control estricto en el inventario en proceso, pues los lotes de fechas diferentes de elaboración se combinan. Es decir, las semillas tostadas y no utilizadas se almacenan sin diferenciar días de preparación de lotes.

Por otro lado, con el análisis de pérdida de peso de las semillas, ahora es posible saber la cantidad de materia prima a adquirir para cubrir la demanda.

También se sugiere realizar un registro de entradas y salidas del inventario terminado con el fin de verificar que no existan salidas de producto no autorizadas. Además, se recomienda fijar un porcentaje de éste mismo inventario para degustaciones.

En relación a la herramienta de software se exhorta a seguir las indicaciones del manual para garantizar la salida correcta de datos; la hs no podrá ser modificada ya que se ha protegido el archivo con la finalidad de que no sea alterable.

El mayor número de recomendaciones se localiza en el capítulo 4 de redistribución de planta, en primer lugar se sugiere cambiar al tostador de lugar, justo enfrente; y en su lugar colocar el carro de charolas doble y el refrigerador que se encuentra junto a la tarja.

Por otro lado, se propone que el carro de charolas simple se coloque junto a la puerta del área de producción. Como última modificación de cambios de sitio, se menciona intercambiar el lugar de los condimentos (*sdm, scl, cp y ado*) por el de almacenamiento de los ingredientes para realizar productos de chocolate (no mencionados en el trabajo).

Se aprovecha éste último capítulo del proyecto para realizar recomendaciones adicionales que no fueron analizadas en el trabajo.

Se sugiere incrementar la atención por parte de la administración con clientes y proveedores, con el fin de mantener una relación constante. Esto puede llevarse a cabo con una comunicación abierta mediante llamadas telefónicas o correos electrónicos.



Por otro lado, se recomienda al departamento de compras valorar las opiniones del departamento de producción al realizar las adquisiciones de equipo de trabajo.

Observando el ambiente físico de la planta, se exhorta a proporcionar al personal de producción protectores auditivos para su uso durante la operación de tostado, de igual forma, de colocar una división física (como un muro falso) entre el área de producción y el área administrativa para evitar ruido excesivo en la oficina.

Con lo anterior se invita a la dirección de la empresa a evaluar las condiciones de iluminación y temperatura dentro de la zona de trabajo.

Sin embargo, cómo se mencionó en la introducción de éste trabajo, no se ha profundizado en éstas recomendaciones, ya que de hacerlo, se deberían realizar estudios previos que darían pauta al desarrollo de un nuevo trabajo de investigación.

Durante el análisis del proceso se percibió que un generador de tiempos muertos es el tostador cuando se descompone, es por ello que se recomienda realizarle un mantenimiento preventivo; también se invita a llevar a cabo un mantenimiento correctivo al termómetro que lo compone, para estandarizar el proceso en un futuro.

Por último, se recomienda colocar una silla en al área de sellado, puesto que el diseño de la selladora demanda que el operario se encuentre sentado para pisar el pedal (postura semejante a la de un conductor al volante).

En ésta misma área de trabajo se invita a colocar un regulador de temperatura a la selladora, ya que el exceso o falta de “calor” genera tiempos muertos en el proceso.



ANEXO I. TABLAS BASE PARA CÁLCULOS DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE DE PLANEACIÓN DE INVENTARIO Y PROCESO

Tabla A. Tiempos correspondientes a las actividades de la 1ra. Fase del proceso (seg)

Actividad	mz	chc	fds	ltj	tg	sdg	ccht	ndi	pdh	pss	ard
Ir almacén MP	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12
Sacar semilla del almacén de MP	72	72	72	72	72	72	72	12	12	12	12
Llevar semilla a mesa de trabajo	14	14	14	14	14	14	14	5	5	5	5
Ir por báscula y llevarla a mesa de trabajo	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Pesar cantidad necesaria de semilla	132	97	336	503	204	635	587	34	36	80	57
Quebrar en trozos pequeños	-	-	-	-	-	-	-	152	147	-	-
Llevar a estufa, agua previamente	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cocer	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Llevar a tarja	5	72	72	72	72	72	72	-	-	-	-
Germinar o remojar	36000	43200	18000	18000	43200	-	-	-	-	-	-
Escurrir	36000	50400	36000	36000	36000	-	-	-	-	-	-
Ir a tostador	6	6	6	6	6	6	6	-	-	-	-
Tostar semillas y verificar nivel de tostado	1842	1533	3111	1637	1260	994	515	-	-	-	-
Sacar semilla del tostador	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-
Llevar a almacén de producto en proceso	321	321	321	321	321	321	321	-	-	-	-
Almacenar como producto en proceso	Indeterminado										
Llevar semilla tostada a mesa de trabajo	23	23	23	23	23	23	23	-	-	-	-
Pesar cantidad necesaria de semilla para mezcla	61	47	46	51	33	30	55	-	-	-	-
Esperar otros ingredientes	Indeterminado										
Preparación de materia prima (seg / Kg)	77220.0	40545.0	882.0	745.0	25982.0	568.0	569.0	277.0	338.0	82.0	83.0
Tiempo de peso del producto en proceso (seg / Kg)	53.0	46.0	50.0	53.0	42.0	64.0	25.0	-	-	-	-

Tabla B. Tiempos correspondientes a las actividades de la 2da. Fase del proceso (seg)

Actividad	Tiempo requerido (seg)	
Ir por condimentos	28	
Llevar condimentos a mesa de trabajo	23	
Pesar 1 g de condimentos	sdm	1310.0
	scl	1733.0
	cp	2661.0
	ado	499.0
Vaciar todos los ingredientes en recipiente	12	
Mezclar semillas y condimentos	MN	0.019135135
	OS	0.017196984
	OE	0.023700165
Ir por bolsas y etiquetas, llevarlas a la mesa	19	
Llenar y pesar 1 bolsa de 50 g	14	
Sellar 1 bolsa de 50 g	6	
Poner etiqueta a 1 bolsa de 50 g	10	
Poner caducidad y lote a 1 bolsa de 50 g	3	
Acomodar 1 bolsa de 50 g en caja	5	
Llevar caja a almacén de producto terminado	8	
Almacenar hasta la venta	Indeterminado	Tiempo de empaquetado (s)
Tiempo total de envasado (seg)	MN	128
	OS	128.000
	OE	128
Tiempo total de empaquetado (s)		387.0016142

Estos valores no se toman en cuenta en la tabla siguiente



Tabla C. % de ingredientes por botana y % de pérdida de peso de semilla

Ingredientes	Porcentaje de ingredientes por botana (%)		Porcentajes de pérdida de peso de semilla (%)
	MN	OS u OE	
mz	-	18	10.25
chc	-	19	12.5
fds	19	16	8.85
ltj	19	16	33.14
tg	19	16	19.25
sdg	8	-	5.81
ccht	8	7	1.76
ndi	-	7	-
pdh	6	-	-
pss	16	-	-
ard	5	-	-
sdm	-	0.1	-
scl	-	0.1	-
cp	-	0.1	-
ado	-	1	-

Tabla D. Cantidad de semillas en proceso, 2da. Fase (g)

Cantidad de ingredientes necesarios (inventario en proceso)			Cantidad total (Kg)
MN	OS	OE	
5	5	5	
-	0.9	0.9	1.8
-	0.95	0.95	1.9
0.95	0.8	0.8	2.55
0.95	0.8	0.8	2.55
0.95	0.8	0.8	2.55
0.4	-	-	0.4
0.4	0.35	0.35	1.1
-	0.35	0.35	0.7
0.3	-	-	0.3
0.8	-	-	0.8
0.25	-	-	0.25
-	0.005	0.005	0.01
-	0.005	0.005	0.01
-	-	0.005	0.005
-	0.05	0.05	0.1

Tabla E. Cantidad de semillas en materia prima, 1ra. fase

Cantidad de materias primas (más % de pérdida)			Cantidad total (Kg)
MN	OS	OE	
-	0.99225	0.99225	1.9845
-	1.06875	1.06875	2.1375
1.034075	0.8708	0.8708	2.775675
1.26483	1.06512	1.06512	3.39507
1.132875	0.954	0.954	3.040875
0.42324	-	-	0.42324
0.40704	0.35616	0.35616	1.11936

Tabla F. Tiempos de preparación de ingredientes, fase 1 y 2

Ingredientes	Tiempo de preparación (1ra. fase)	Tiempo de preparación (inventario en proceso)	
	mz	153243.1	95.4
chc	86664.9	87.4	
fds	2448.1	127.5	
ltj	2529.3	135.2	
tg	79008.0	107.1	
sdg	240.4	25.6	
ccht	636.9	27.5	
ndi	277.0	277.0	
pdh	338.0	338.0	
pss	82.0	82.0	
ard	83.0	83.0	
sdm	-	13.1	
scl	-	17.3	
cp	-	13.3	
ado	-	49.9	
Tiempo total primera fase	Segundos	325550.8	Tiempo de preparación de ingredientes en la segunda fase
	Minutos	5425.8	
	Horas	90.4	
	Días de trabajo de 8 horas	11.3	

Tabla G. Cantidad de botanas demandadas (g)

Cantidad de botana a preparar (g)	15000	Número de bolsas de 50 g de cada botana
Cantidad de MN (g)	5000	100
Cantidad de OS (g)	5000	100
Cantidad de OE (g)	5000	100

Tabla H. Tiempo total de la Fase 2

Tiempo total de empaqueo y preparación de ingredientes	
seg	40179.4
min	669.65744
horas	11.160957
días	1.3951197



ANEXO II. ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Análisis FODA de la empresa PYME analizada</i>	x
<i>Cuadro 2. Clasificación de productos de acuerdo a su sabor dominante</i>	14
<i>Cuadro 3. Acotaciones del Lay out actual de la empresa</i>	16
<i>Cuadro 4. Descripción del proceso. Parte 1 de 5</i>	17
<i>Cuadro 5. Descripción del proceso. Parte 2 de 5</i>	18
<i>Cuadro 6. Descripción del proceso. Parte 3 de 5</i>	19
<i>Cuadro 7. Descripción del proceso. Parte 4 de 5</i>	20
<i>Cuadro 8. Descripción del proceso. Parte 5 de 5</i>	21
<i>Cuadro 9. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 1 de 3</i>	22
<i>Cuadro 10. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 2 de 3</i>	23
<i>Cuadro 11. Censo de maquinaria y accesorios. Parte 3 de 3</i>	24
<i>Cuadro 12. Símbolos del diagrama de flujo de proceso</i>	27
<i>Cuadro 13. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de preparación de semillas e ingredientes para las botanas (1era. fase)</i>	33
<i>Cuadro 14. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de la preparación de la botana y su empaque (2da. fase)</i>	34
<i>Cuadro 15. Cantidades de semillas y condimentos requeridos para elaborar cada botana. Proporciones correspondientes a los diagramas anteriores</i>	35
<i>Cuadro 16. Tiempos de suplemento durante el proceso</i>	37
<i>Cuadro 17. Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas a semillas y botanas</i>	38
<i>Cuadro 18. Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas durante el empaque</i> ..	39
<i>Cuadro 19. Análisis de pérdida de peso en las semillas</i>	39
<i>Cuadro 20. Peso total de cada botana analizada</i>	40
<i>Cuadro 21. Porcentajes de los ingredientes para la preparación de la botana MN (valores redondeados)</i>	41
<i>Cuadro 22. Porcentajes de los ingredientes de para la preparación de la botana OE (valores redondeados)</i>	42
<i>Cuadro 23. Símbolos para elaborar diagramas de flujo</i>	46
<i>Cuadro 24. Desplazamiento representado en la Figura 20 (color morado)</i>	67
<i>Cuadro 25. Desplazamiento representado en la Figura 20 (color rosa)</i>	67
<i>Cuadro 26. Desplazamiento representado en la Figura 21 (color anaranjado)</i>	68
<i>Cuadro 27. Desplazamiento representado en la Figura 21 (color verde)</i>	68
<i>Cuadro 28. Desplazamiento total representado en la Figura 22 (color azul)</i>	68
<i>Cuadro 29. Recorrido total para preparar todos los ingredientes</i>	69
<i>Cuadro 30. Desplazamiento representado en la Figura 24 (color morado)</i>	76
<i>Cuadro 31. Desplazamiento representado en la Figura 24 (color rosa)</i>	76
<i>Cuadro 32. Desplazamiento representado en la Figura 25 (color anaranjado)</i>	76
<i>Cuadro 33. Desplazamiento representado en la Figura 25 (color verde)</i>	77
<i>Cuadro 34. Desplazamiento representado en la Figura 26 (color azul)</i>	77
<i>Cuadro 35. Recorrido total para preparar todos los ingredientes. Nueva distribución</i>	78



REFERENCIAS

- CAIRÓ BATTISTUTTI, Osvaldo. *Fundamentos de programación: piensa en C*. Prentice Hall, México, 2006.
- GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*. McGraw-Hill, México, 1998.
- CHINER DASÍ, Mercedes., ALCAIDE MARZAL, Jorge., DIEGO MÁZ, J. Antonio. *Laboratorio de ergonomía*. Alfaomega, Univ. Politécnica de Venecia. México, 2007.
- GRIMALDI, John V., SIMONDS, Rollin H. *La seguridad industrial y su administración*. Alfaomega, México, 1996.
- MACHO MATA, Diana; MALDONADO RAMOS, Lucía. *Manual de procedimientos de la empresa "La Magdalena"*. D.F., México, 2010, Noviembre.
- MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2da. Edición., Pearson Educación, México, 2000.
- MIRANDA ESCAREÑO, Karen; RIVES CASTILLO, Nury. *Plan de mercadotecnia de la empresa "La Magdalena"*. D.F., México, 2010, Noviembre.
- NARASIMHAN, Seetharama L., McLEAVEY, Dennis W. *Sistemas de producción de alto volumen, de control de las actividades y de justo a tiempo*. 2da. Edición., Prentice-Hall, México, 1996.
- NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. 9na. Edición., Alfaomega, México, 1996.
- OIT. *Introducción al estudio del trabajo*. 2da. Edición., Publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo, Italia, 1977. Publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo.
- OLAVARRIETA DE LA TORRE, Jorge. *Nociones de control de producción, costos, suministros e inventarios: Conceptos generales de productividad*. Universidad Iberoamericana. México, 1999.
- RODELLAR LISA, Adolfo. *Seguridad e higiene en el trabajo*. Colección "Productiva". Marcombo Boixareu. Barcelona, volumen 15, 1988.
- SANCHIS, Enrique. *Sistemas electrónicos digitales. Fundamentos y diseño de aplicaciones*. Universitat de València. Servei de publicacions. Valencia, 2002.
- SEGUNDO VELÁZQUEZ, Raúl. Metodología para evaluar la capacidad de planta, y el diseño de un área dedicada a la manufactura de una parte del sector automotriz. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FACULTAD DE INGENIERÍA. México, 2011.
- Wilder Urbaez**, *Técnicas para la formulación de algoritmos. Diagrama de flujo*. [En línea], "s. l." Desarrolloweb.com. 2005. [Citado 14/06/2011]. Formato php. Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/2184.php>

