



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

**PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO
ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA, MEDIANTE UNA
DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL**

Fredy Antonio Chiroy Barreno

Asesorada por la Inga. Ericka Johanna Cano Díaz

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO
ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA, MEDIANTE UNA
DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FREDY ANTONIO CHIROY BARRENO
ASESORADO POR LA INGA. ERICKA JOHANNA CANO DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA, MEDIANTE UNA DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 6 de agosto de 2010.



Fredy Antonio Chirry Barreno

Guatemala 18 de Agosto del 2011

Ingeniero Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Ingeniero Urquizu Rodas:

En cumplimiento a la resolución emitida por la Dirección de su Escuela, procedí a asesorar el trabajo de graduación del estudiante: Fredy Antonio Chiroy Barreno con carnet No. 200312820 titulado **"PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA MEDIANTE UNA DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL"**.

Considero que el trabajo cumple con los requisitos que establece la legislación universitaria, por lo que recomiendo su aprobación e impresión.

Sin otro particular me suscribo atentamente.



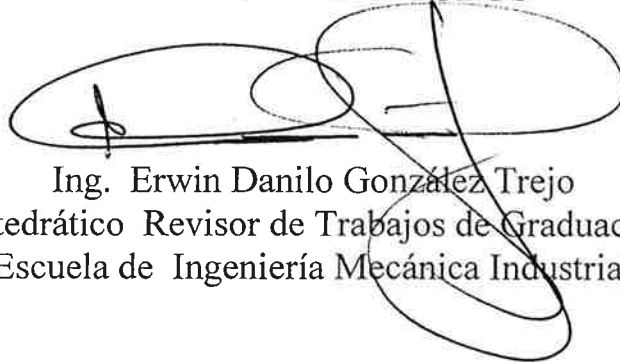
ERICKA CANO
INGENIERA INDUSTRIAL
Cel. 54445799

Ericka Johanna Cano Díaz
Ingeniera Industrial
Colegiado 5813



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RAPIDA, MEDIANTE UNA DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL**, presentado por el estudiante universitario **Fredy Antonio Chiroy Barreno**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.092.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA, MEDIANTE UNA DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL**, presentado por el estudiante universitario **Fredy Antonio Chiroy Barreno**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



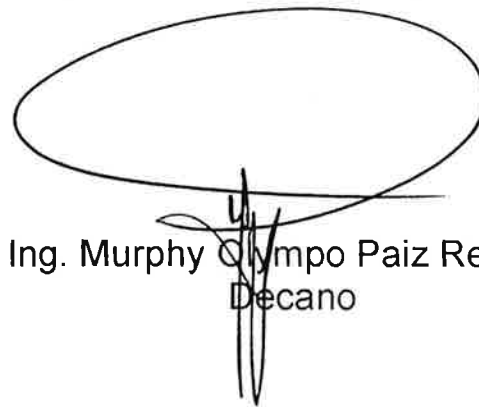
Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMACIÓN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO, PARA CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA, MEDIANTE UNA DEMANDA PROBABILÍSTICA EN UNA EMPRESA PANADERA ARTESANAL**, presentado por el estudiante universitario **Fredy Antonio Chiroy Barreno**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'Murphy Olimpo Paiz Recinos'.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, junio de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme alcanzar mis metas y por acompañarme en cada momento, la honra y la gloria sean para tí.
- Mis padres** Marta Francisca Barreno y Antonio Chiroy, por el apoyo esfuerzo y confianza que me brindaron en mi carrera y haberme dado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente. Este triunfo en especial se lo dedico a ustedes. Los amo, en especial a ti madre.
- Mis hermanos** Alex Eduardo y Wendy Marisol Chiroy Barreno, por su apoyo en todo momento.
- Mi novia** Blanca Salazar, por su apoyo incondicional y confianza brindada en esta última etapa de mi carrera, eres lo mejor que me pudo haber pasado.
- Mis tíos** Pablo Isaac y Julia Vicente, por brindarme cada día sus consejos y apoyo moral.

Mis amigos

Con respeto y aprecio a mi amigo y hermano Javier Labin que a pesar de la distancia te llevo en el corazón, Corina Gonzales, Oscar Escobar, Gabriel Arriola, Juan López, y amigos en general.

AGRADECIMIENTOS A:

- Universidad de San Carlos de Guatemala** En especial a la Facultad de Ingeniería, por todos los conocimientos brindados a lo largo de mi carrera estudiantil.
- Panadería La Fe** Por su atención y colaboración, brindándome la oportunidad de conocer las instalaciones y de esta manera desarrollar el presente trabajo de graduación.
- Inga. Ericka Cano Díaz** Por su ayuda y asesoría en el presente trabajo de graduación, que Dios la bendiga.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1. Identificación de la empresa	1
1.1.1. Información general.....	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Visión	3
1.2. Tipo de organización.....	4
1.2.1. Número de empleados	4
1.2.2. Jornadas de trabajo.....	5
1.2.3. Organigrama	5
1.3. Importancia de un sistema de planeación y control de la producción.....	8
1.3.1. Definición de un sistema	8
1.3.1.1. Tipos de sistemas	9
1.3.2. Definición de planeación	11
1.3.3. Definición de control.....	11
1.3.3.1. Objetivos	12
1.4. Modelos de regresión.....	12
1.4.1. Modelos.....	13

1.4.1.1.	Forma.....	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL EN LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	
2.1.	Descripción del producto	19
2.2.	Descripción del proceso.....	20
2.2.1.	Área de mezcla	20
2.2.2.	Área de refinado	22
2.2.3.	Área de moldeado.....	23
2.2.4.	Área de secado.....	24
2.2.5.	Área de horneado	24
2.2.6.	Área de bodega	26
2.3.	Descripción del equipo	27
2.4.	Materia prima que interviene en la producción	29
2.5.	Diagrama de operaciones del proceso	32
2.6.	Diagrama de flujo del proceso	33
2.7.	Diagrama de recorrido del proceso.....	36
2.8.	Diagnóstico	37
3.	PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR	
3.1.	Pronósticos	39
3.1.1.	Determinar un modelo de demanda.....	40
3.1.2.	Determinar un pronóstico de producción	41
3.2.	Modelo de línea de producción.....	43
3.3.	Modelo gráfico de modelo de producción	43
3.4.	Planificación de las operaciones.....	44
3.4.1.	Eficiencia de cada departamento de producción .	45
3.4.2.	Costo de producción	61
3.4.3.	Costo de almacenaje	62
3.4.4.	Disponibilidad de tiempo.....	64

3.4.5.	Requerimientos de materia prima	65
3.5.	Manejo de materiales	67
3.6.	Determinación de modelo de programación.	69
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	
4.1.	Pronósticos	71
4.1.1.	Seleccionar el tipo de demanda	71
4.1.2.	Análisis historial de ventas	72
4.1.2.1.	Vía contacto ante gerencia.....	72
4.1.2.2.	Consulta de ventas de años anteriores	73
4.1.3.	Tipo de gráfica	76
4.1.3.1.	Análisis	76
4.1.4.	Selección de la proyección	77
4.1.4.1.	Métodos a evaluar mediante familias de regresión	78
4.1.4.2.	Análisis y selección del mejor método	85
4.1.4.3.	Pronóstico de riesgo de producción.....	86
4.2.	Planificación de alimento de consumo de comida rápida.....	88
4.2.1.	Calculo de tiempo efectivo de trabajo	88
4.2.2.	Pre análisis.....	93
4.2.3.	Matriz final.....	96
4.2.4.	Costo total	99
4.3.	Elaboración de manejo de materiales	101
4.3.1.	Nivel teórico de consumo	108
4.3.2.	Política de reorden	109
4.3.3.	Política de <i>stock</i>	110

4.3.4.	Nivel de reorden.....	111
4.3.5.	Pedido óptimo.....	113
5.	SEGUIMIENTO Y CONTROL	
5.1.	Seguimiento de ventas reales versus pronosticados.....	123
5.1.1.	Contacto con administración.....	124
5.1.2.	Contacto con área de producción	125
5.2.	Acciones correctivas.....	126
5.2.1.	Capacitaciones en el pronóstico de ventas.....	127
5.2.2.	Capacitaciones en la programación de producción	129
5.3.	Herramientas de comparación.....	131
5.4.	Herramientas de evaluación	132
5.4.1.	Identificación de variables cuantitativas.....	133
	CONCLUSIONES.....	139
	RECOMENDACIONES	141
	BIBLIOGRAFÍA.....	143
	APÉNDICE	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista de planta de Panadería La Fe.....	2
2.	Organigrama de Panadería La Fe	7
3.	Gráfica de regresión lineal	14
4.	Gráfica de regresión exponencial	15
5.	Gráfica de regresión logarítmica	16
6.	Gráfica de regresión potencial	17
7.	Artesa donde se realiza el proceso de mezcla.....	21
8.	Máquina refinadora	22
9.	Proceso de moldeado	23
10.	Área de secado.....	24
11.	Área de horneado	25
12.	Área de enfriamiento.....	26
13.	Diagrama de operaciones del proceso	32
14.	Diagrama de flujo del proceso	34
15.	Diagrama de recorrido	36
16.	Áreas que intervienen en el proceso de producción	44
17.	Gráfica de capacidad del proceso.....	60
18.	Gráfica de tiempo versus ventas.....	76
19.	Punto de reorden	117
20.	Reporte de producción.....	124
21.	<i>Microsoft Excel</i>	128
22.	Formato de descripción de actividades y recursos asignados	130

TABLAS

I.	Número de empleados por departamento	4
II.	Operaciones en cada departamento.....	45
III.	Toma de tiempos en Panadería La Fe	50
IV.	Cálculo de desviación estándar	51
V.	Factores a tomar en cuenta para el tiempo normal.....	53
VI.	Suplementos para el tiempo estándar.....	55
VIII.	Unidades vendidas en 2008.....	73
IX.	Unidades vendidas en quetzales en 2008.....	73
X.	Unidades vendidas en 2009.....	74
XI.	Unidades vendidas en quetzales en 2009.....	74
XII.	Unidades vendidas en el 2010	75
XIII.	Unidades vendidas en quetzales en 2010.....	75
XIV.	Variables a y b para modelos de regresión.....	79
XV.	Error acumulado para regresión lineal	80
XVI.	Error acumulado para regresión potencial	80
XVII.	Error acumulado para regresión logarítmica	81
XVIII.	Error acumulado para regresión exponencial	82
XIX.	Error acumulado para familia cíclica	84
XX.	Errores acumulados para ambas familias	85
XXI.	Pronóstico de riesgo para 2010	87
XXII.	Mes de agosto	88
XXIII.	Mes de septiembre	89
XXIV.	Mes de octubre.....	90
XXV.	Mes de noviembre	91
XXVI.	Mes de diciembre	91
XXVII.	Horas diurnas y mixtas	92
XXVIII.	Matriz pre análisis.....	94

XXIX.	Matriz final	98
XXX.	Costo para jornadas diurna y mixta	99
XXXI.	Inventario inicial de ingredientes.....	102
XXXII.	Requerimientos para el 2010.....	102
XXXIII.	Consumo por <i>batch</i>	103
XXXIV.	Explosión de materiales	107
XXXV.	Tasa de llegada de pedidos	107
XXXVI.	Fechas de ingreso y toma de pedidos de azúcar	117
XXXVII.	Fechas de ingreso y toma de pedidos de harina	118
XXXVIII.	Fechas de ingreso y toma de pedidos de sal	119
XXXIX.	Fechas de ingreso y toma de pedidos de manteca	120
XL.	Fechas de ingreso y toma de pedidos de levadura	121
XLI.	Ventas reales de 2010.....	125
XLII.	Producción real de 2010.....	126
XLIII.	Datos de pronóstico de riesgo	134
XLIV.	Producción real de 2010	135
XLV.	Tolerancias en porcentaje	135

GLOSARIO

Análisis	Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.
Capacitación	Proporciona conocimientos teóricos, fomentando e incrementado los conocimientos necesarios para desempeñar el trabajo.
Cuello de botella	Reducción del flujo de trabajo en una o varias operaciones de la línea de producción. Es la operación más lenta.
Demanda	Cantidad de producción solicitada por el cliente a la empresa.
Desempeño	Cumplir con las obligaciones inherentes a una profesión cargo u oficio y ejercerlo.
Diseño de la línea	Distribución gráfica de los puestos de trabajo de la línea de producción.
Efectividad	Es la capacidad de lograr el efecto que se desea o espera en la producción.
Eficiencia de una línea	Relación entre la actuación real y la actuación esperada.

Estándar	Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia.
Inventario	Cantidad determinada de productos que se encuentran en existencia en un lugar.
Línea de producción	Es una línea de fabricación del producto alimenticio compuesto por las diferentes operaciones necesarias para la producción del mismo.
Método	Serie de procedimiento a seguir para realizar una operación del proceso de producción.
Rendimiento	Proporción entre el resultado de la persona y los medios que se utilizarán para lograr el objetivo
Salario	Es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo. El salario se fija contractualmente y se establece por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión o de cualquier otra forma convenida
Stock	Conjunto de mercancías o materia prima, en depósito o reserva, que tienen por objetivo prevenir la escasez

RESUMEN

La empresa donde se realizó el estudio, se dedica a la producción en serie de forma artesanal de panes tipo alemán comúnmente llamado *hot dog*. Tiene dos presentaciones de 20 y 40 centímetros aproximadamente.

La importancia de programar las actividades con relación a la producción de productos alimenticios se hace una necesidad ante la búsqueda de optimizar y minimizar recursos disponibles. En una empresa dedicada a la producción de alimentos es importante tener una planificación y control de sus actividades productivas, ya que con esto se logra evaluar cuáles son las necesidades que se deban satisfacer, siendo, así mismo, eficientes.

El proceso actual de la línea de producción, es representado gráficamente a través de los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido. De igual manera, se describe la producción actual, la eficiencia con la que trabaja cada línea, entre otros factores de importancia del área de producción.

En la propuesta se desarrolló un modelo de pronóstico y de plan de producción que permita la fabricación de la cantidad de producto exacto en el momento requerido. Con esto se define también la materia prima y tiempos necesarios para el cumplimiento exacto de plan.

En la implementación se identifican las herramientas y procedimientos para la producción con la finalidad de definir el modelo de pronóstico y planificación, evaluando los recursos disponibles en tiempo, materia prima y costos.

Por último, se definen las tareas y actividades indicando los formatos y cuadros de control para la evaluación del modelo de pronóstico y del plan de producción como parte de la mejora continua.

OBJETIVOS

General

Diseñar programas en una línea de producción de un producto alimenticio, para el consumo de comida rápida, mediante su demanda probabilística.

Específicos

1. Identificar los costos que se involucran en el proceso de producción del producto alimenticio.
2. Desarrollar el marco teórico que describa los conceptos y pasos necesarios para la elaboración de un pronóstico de producción.
3. Determinar la planificación de la producción, ordenando las tareas y actividades necesarias para el cumplimiento óptimo del mismo.
4. Crear un sistema eficiente de manejo de materiales en bodega de materia prima para el control estricto del mismo.
5. Elaborar un modelo de pronóstico de producción para utilizarlo en un período definido, basándose en los requerimientos históricos.
6. Establecer la capacidad anual de producción de la planta y evaluar la factibilidad de cumplimiento del plan de producción en función de costo y tiempo.

7. Realizar el proceso comparación entre el pronóstico de riesgo y la producción real de la planta de producción.

INTRODUCCIÓN

Es de vital importancia que en la mayoría de industrias, empresas y organizaciones dedicadas a la producción de productos alimenticios, posean una programación eficiente en todas sus actividades. Cuando se realiza una planificación adecuada por medio de diferentes métodos se logra mejorar la eficiencia en cada área de producción.

El presente trabajo de graduación, donde se diseña una programación en la producción de productos alimenticios para consumo de comida rápida, incluye la adaptación de una curva de demanda ante modelos de regresión estadísticos. Y así lograr la programación continua del producto a través de un método de transporte, como el manejo de suministros de materia prima.

En la industria de alimentos para comida rápida no se tiene un pronóstico eficiente, por lo que al programar estas actividades de forma continua, se proporciona un conjunto de herramientas que ayudan a la administración en el manejo de materia prima, producción y órdenes de pedidos. Un buen plan de producción aporta un estimado de requerimientos que se necesitará y ayudará a los objetivos de la organización y así cumplirlos con exactitud.

La rentabilidad de una empresa no sólo está dada en el desarrollo económico, sino también en la optimización de recursos como: materia prima, mano de obra, tiempo y costos.

La finalidad de optimizar el tiempo de trabajo por medio de una eficiente programación de sus actividades, es mejorar el desempeño de la panadería. Y a la vez aplicar de manera integral todo lo relacionado con la ingeniería industrial en lo que se relaciona al control de la producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Identificación de la empresa

A continuación se describe aspectos importantes de Panadería La Fe, donde se dedican a la producción de alimentos para comida rápida, y su producto es el pan tipo alemán, conocido como hot dog.

1.1.1. Información general

Panadería la Fe es una empresa familiar, dedicada a la fabricación de panes tipo alemán. Es un proveedor de los diferentes puntos de la ciudad capital de Guatemala, desde micro negocios de la economía informal, eventos, colegios, universidades y restaurantes.

Produce un único pan en el cual, después de distribuirlo es utilizado para el consumo de comida rápida. Por su consumo tiene una gran demanda en el mercado de comida rápida.

1.1.2. Ubicación

Panadería la Fe, se encuentra ubicada al suroeste del centro de la ciudad capital, enmarcada dentro del perímetro urbano del municipio de Guatemala, del departamento de Guatemala: 3ª avenida 36-49 zona 8. Colinda al sur con 3ra. avenida zona 8, al norte predio de Movistar, este: construcción de vivienda y al oeste: industria Santizo.

Figura 1. Vista de planta de Panadería La Fe



Fuente: *Google Earth* consultada el 15 de septiembre del 2009.

1.1.3. Misión

Es la razón de ser de la empresa y el motivo por la que existe. Basada en la determinación de las funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión. En la misión se define: la necesidad a satisfacer, los clientes a alcanzar, productos y servicios a ofertar. Las características que deben tener una misión son: amplia, concreta, motivadora y posible.

Con la misión se identifica el negocio al que se dedica la empresa en la actualidad, y hacia qué negocios o actividades puede encaminar su futuro. Por lo que debe ir de la mano con la visión y valores. La misión de Panadería La Fe es la siguiente:

“Generar un producto de calidad y proporcionar un excelente servicio, con la finalidad de llevar al consumidor producto de calidad a un precio accesible, con un servicio de excelencia”.

1.1.4. Visión

Es una declaración que indica hacia dónde se dirige la empresa en el largo plazo, o en lo que pretende convertirse. La razón de establecer la visión de una empresa, es que sirva como guía, permitiendo enfocar los esfuerzos de todos los miembros de la empresa hacia una misma dirección.

“Ser una empresa altamente competitiva y sobresaliente en el mercado nacional de panes, liderando en la producción y comercialización del mismo, alcanzando un alto nivel de desarrollo humano y productivo para cumplir su misión”.

1.2. Tipo de organización

La organización de la panadería es de tipo funcional donde agrupa actividad según su función principal, es común en empresas industriales, se divide en: número de empleados que laboran, jornada de trabajo y las diferentes áreas y/o departamentos involucrados. Por lo que se describe a continuación cada uno de ellos.

1.2.1. Número de empleados

La empresa Panadería la Fe actualmente está formada por los siguientes departamentos y número de empleados que se describen en la tabla I:

Tabla I. **Número de empleados por áreas o departamento**

Áreas y/o Departamentos	Número de empleados
Gerencia	4
Contabilidad	2
Ventas	2
Producción	50
Logística	25
Mantenimiento	5

Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Jornadas de trabajo

Las áreas y/o departamentos administrativos y ventas: la jornada es diurna normal que abarca 8 horas diarias y 4 horas los días sábados, comenzando a partir de las ocho de la mañana y finalizando a las cinco de la tarde. Cambiando únicamente la jornada del día sábado que inicia a las ocho de la mañana y termina a las doce horas.

En el departamento de producción: los operarios trabajan dos jornadas laborales. La primera es la diurna que comienza a las 6:00 a.m. hasta las 2:00 pm. La segunda jornada es mixta, laboran de 14:00 horas. hasta las 21:00 horas. Ambas jornadas trabajan un total de 15 horas diarias.

1.2.3. Organigrama

Panadería La Fe tiene diversas áreas y/o departamentos que trabajan con la finalidad de otorgar el mejor servicio y un producto de calidad para sus clientes. Cada departamento cumple con funciones objetivas las cuales se describe a continuación:

- Gerencia: responsable en la toma de decisiones y de planificar los objetivos y metas de la panadería a través de los funcionarios de la empresa; es el ente encargado de coordinar los departamentos restantes, para que exista un flujo de comunicación y una buena retroalimentación de los procesos de la empresa.

Asimismo, realiza todo el proceso administrativo del recurso humano, ya que no existe un departamento de recursos humanos que se encargue del proceso de reclutamiento, selección y contratación del personal.

- Contabilidad: su función principal es llevar las finanzas de la panadería tales como: facturación y pago de IVA. También los libros contables como: diario, mayor, costo de producción, estado de resultados y balance general.

Este departamento tiene un rol importante en la toma de decisiones con el área de Gerencia, debido a que analiza el desglose de costos de producción, y el aumento o disminución en las utilidades de la empresa en el estado de pérdidas y ganancias.

- Ventas: este departamento se encarga de vender el producto a nivel local, existe un responsable de ventas con una persona de apoyo. En este departamento se puede analizar una parte de la demanda que se tiene a nivel local en la empresa; notifica las actividades de cierre de caja que se realizan al día, al área de contabilidad.
- Producción: responsable de la fabricación del producto alimenticio en sus diferentes áreas (mezcla, refinado, moldeado, secado, horneado, enfriamiento y bodega), desde la entrada de la materia prima, producto en proceso y producto terminado.

El grupo de trabajadores en el departamento de producción está formado por: supervisores, encargados y operarios que elaboran el pan, cumpliendo con la calidad y los pedidos específicos que puedan darse a lo largo del mes. También generar el pedido de materia prima.

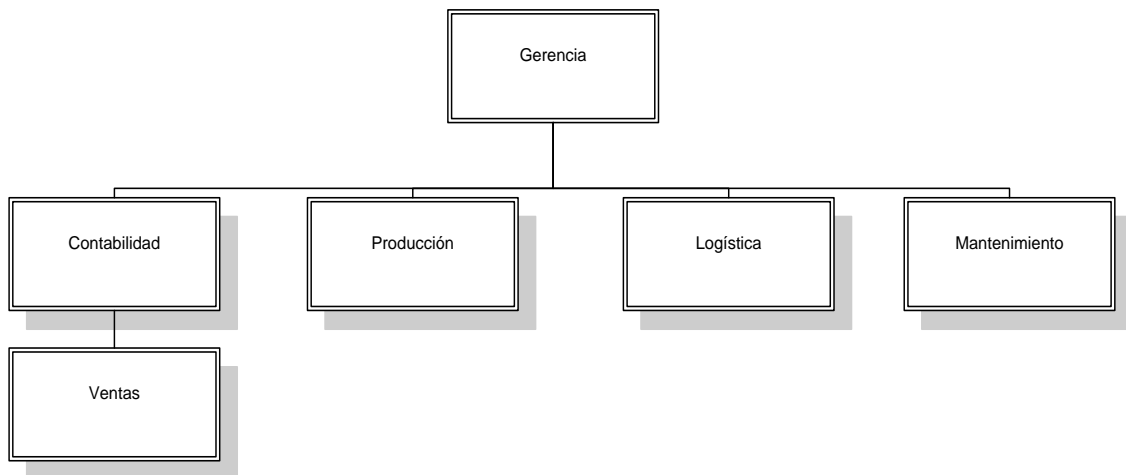
- Logística: su función principal es tomar los pedidos de los clientes y coordinar la entrega del producto a través de rutas asignadas a los repartidores. Por último, recibe el dinero de los pedidos y notifica al departamento de contabilidad el cierre de caja.

En este departamento se visualiza la mayor parte de la demanda (economía informal, colegios, universidad, restaurantes y cafeterías), es el punto donde radica el mayor mercado del producto.

- Mantenimiento: departamento responsable de la limpieza de las instalaciones de la panadería, así como el mantenimiento preventivo de la maquinaria utilizada en el proceso de producción del producto (máquina refinadora y horno).

A continuación se presenta en la figura 2 el organigrama actual de la empresa Panadería La Fe

Figura 2. **Organigrama de Panadería La Fe**



Fuente: elaboración propia.

1.3. Importancia de un sistema de planeación y control de la producción

Los problemas de control de la producción surgen en diversas actividades industriales, ya que se encuentra íntimamente combinado a la producción de un producto, teniendo en cuenta que siempre éste es la razón de ser de cualquier empresa.

De tal forma, que la importancia de planeación y control de la producción radica en que es un sistema que permite optimizar los insumos involucrados en el proceso de producción y elaboración tales como: humanos, técnicos, materiales, entre otros.

En la actualidad, la mayoría de empresas grandes poseen departamentos que se encargan de llevar el control de la producción, lo cual les permite desarrollar sistemas más eficientes. En cambio, para las medianas y pequeñas empresas, debido a su tipo de organización, es una tarea difícil de implementar y llevar un sistema de control de la producción.

Cada empresa debe adecuarse a las condiciones no planificadas en que opera, por lo que se debe crear un sistema de control de la producción, que sea práctico y que se aplique a las necesidades de elaboración del producto.

1.3.1. Definición de un sistema

Un sistema es una serie de procedimientos relacionados entre sí, lo realizan las empresas con el fin de lograr los objetivos, se da mediante la relación entre cada área.

Es decir, es una serie de elementos que forman una actividad o un plan de procedimientos que buscan una meta o metas comunes, mediante la manipulación de datos, energía o materia.

Ante lo expuesto, es posible afirmar que un sistema es el resultado de un conjunto de procedimientos previamente coordinados, destinados a un objetivo común. Su funcionamiento es un conjunto que abarca relaciones de interdependencia entre el complejo y su ambiente. Es conocido como una entidad en la que influyen intereses humanos, actividades y cometidos.

1.3.1.1. Tipos de sistemas

Un sistema contiene n elementos en constante estado dinámico, durante un periodo indefinido, debe ser cuidadoso en su comportamiento por medio de una constante investigación. Los sistemas se subdividen en determinísticos y probabilísticos

- Sistema determinístico: las partes interactúan en forma completamente predecible.
- Sistema simple determinista: tiene algunos componentes e interrelaciones que revelan un comportamiento dinámico completamente predecible.
- Sistema complejo determinista: en éste se hará únicamente lo que se le indique.
- Sistema determinista: excesivamente complejo; es cualquier sistema del todo determinista, el cual se basa en conocer el resultado.

- Sistema probabilístico: en este existe incertidumbre, no se puede dar una predicción exacta y detallada, sino que sólo se puede decir su probabilidad en determinadas circunstancias; en ocasiones un sistema tiene que ser descrito en forma y tiempo diferentes, dependiendo de lo que se quiera decir.
- Sistema simple probabilista: cómo es posible deducir, corresponde a un sistema simple, pero impredecible.
- Sistema complejo probabilista: es posible predecirlo por medios estadísticos. Tiene resultados en general, pero no en detalle.
- Sistema abstracto: todos los elementos son conceptos, lenguajes, sistema de números y otros.
- Sistema concreto: es donde por lo menos dos de sus elementos son objetos.
- Sistemas abiertos: cada sistema se encuentra inmerso en un sistema circundante, que viene a formar el suprasistema; así como existe relación entre los elementos del sistema, también existe entre los sistemas y suprasistemas que vienen siendo los elementos o subsistemas del sistema total.
- Sistemas cerrados: operan con poco intercambio; muchos piensan que estos sistemas son ficticios, y no existen en realidad.

1.3.2. Definición de planeación

Consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo, la determinación de tiempos y números necesarios para su realización.

La utilidad que obtiene el ingeniero encargado de la planificación de la producción es buscar la optimización en la fabricación de un producto, manejando de forma eficiente los recursos de mano de obra, materiales, materia prima, tiempo, entre otros. Un plan de producción tiene por objetivo incrementar la productividad, hacer buen uso de inventarios y distribuir cargas de trabajo para mejorar la eficiencia en la línea de producción.

1.3.3. Definición de control

El control de la producción tiene por objetivo establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, entre otros. Esta evaluación deberá tomar en cuenta no sólo el estado actual, sino también utilizar métodos cuantitativos para proyectarlos y apegarse al futuro.

En el proceso de control se da la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que se adecúe al plan trazado.

1.3.3.1. Objetivos

Los objetivos de control que cumplen con los requisitos mínimos, se describen a continuación:

- Lograr organizar de mejor manera la producción a través del control.
- Controlar el consumo de materia prima.
- Visualizar la disponibilidad en tiempo efectivo de trabajo.
- Verificar cantidades producidas contra cantidades esperadas.
- Verificar el cumplimiento de las metas propuestas en la planeación y programación.
- Elaborar programas detallados de producción y planificación de requerimientos de manera eficiente.
- Obtener una organización eficiente, que pueda mantener bajos niveles de costos y un excelente servicio al cliente, sin incurrir en un nivel de gastos muy alto.

1.4. Modelos de regresión

Al hablar de modelos de regresión en control de la producción, se refiere a los modelos que se adaptan a un tipo de demanda en el transcurso del tiempo. En el que se analiza a través de variables dependientes e independientes.

Se puede definir que la regresión, es una técnica estadística que se utiliza para simular la relación existente entre dos o más variables (en control sólo se trabaja con dos variables, comúnmente estas variables serán: de tipo ventas y tiempo). Esto se emplea para construir un modelo que permita predecir el comportamiento de una variable existente.

Los cuatro modelos de regresión que visualizan un mejor análisis son: lineal, exponencial, potencial y logarítmica. Éstos se analizan a través del coeficiente de correlación R, en el que se mide el grado de relación existente entre las variables.

Éste puede variar entre el rango de -1 y 1, pero en su práctica se trabaja con su valor absoluto, a medida que más se aproxime a 1, más grande es el grado de correlación entre los datos.

1.4.2. Modelos

Los cuatros tipos de regresiones que se describen a continuación se consideran los más adecuados para el planteamiento de un pronóstico, programación y control de la producción.

- Regresión lineal: o ajuste lineal es un método matemático que refleja la relación entre una variable dependiente Y, las variables independientes X_i y un término aleatorio.
- Regresión exponencial: para este modelo se obtiene el logaritmo natural de cada dato Y, por lo tanto, hay que tener cuidado que esta variable sea mayor a 0.
- Regresión potencial: para este modelo se obtiene el logaritmo natural de cada dato X y Y, por lo que, hay que tener cuidado de que ambos datos sean mayores a 0.
- Regresión logarítmica: para este modelo se obtiene el logaritmo natural de cada dato X, por lo que se debe considerar a esta variable mayor a 0.

1.4.2.1. Forma

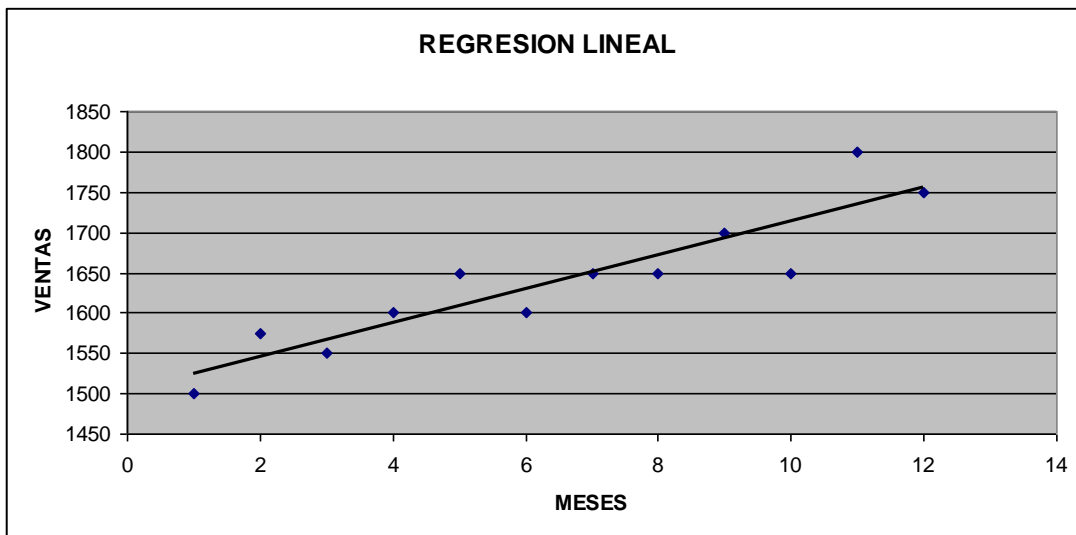
Por su forma se identifican cada una de las regresiones de la siguiente manera:

- Lineal: la herramienta que se utiliza en este modelo de regresión es la fórmula básica:

$$Y = a + b(x)$$

El tipo de gráfica de regresión lineal se distingue como se muestra en la figura 3.

Figura 3. **Regresión lineal**



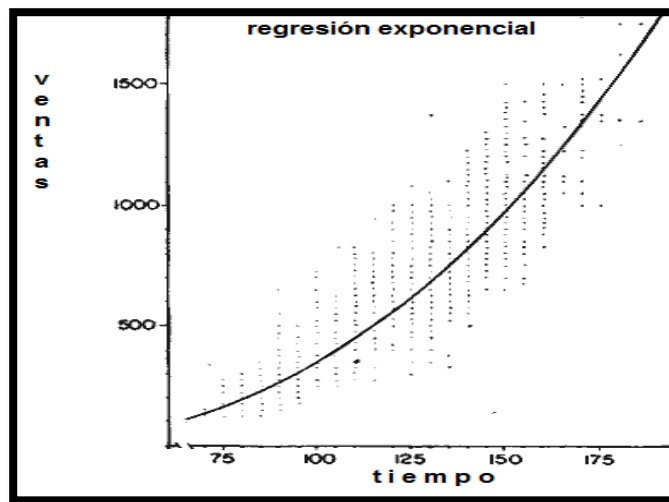
Fuente: elaboración propia.

- Exponencial: la función se ajusta al siguiente modelo

$$y = ab^x$$

Su comportamiento en gráfica es como se muestra en la figura 4.

Figura 4. **Regresión exponencial**



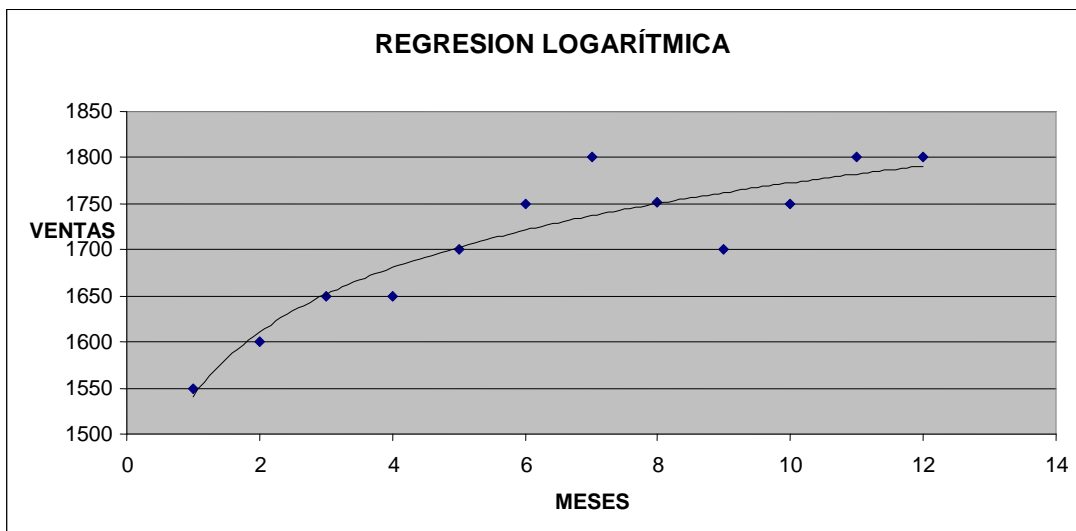
Fuente: elaboración propia.

- Logarítmica: su función se ajusta al siguiente modelo:

$$y = a + b \ln(x)$$

Su gráfica tiene similitud a la siguiente forma:

Figura 5. **Regresión logarítmica**



Fuente: elaboración propia.

- Potencial: es aquella en la que la función de ajuste es una función potencial del tipo:

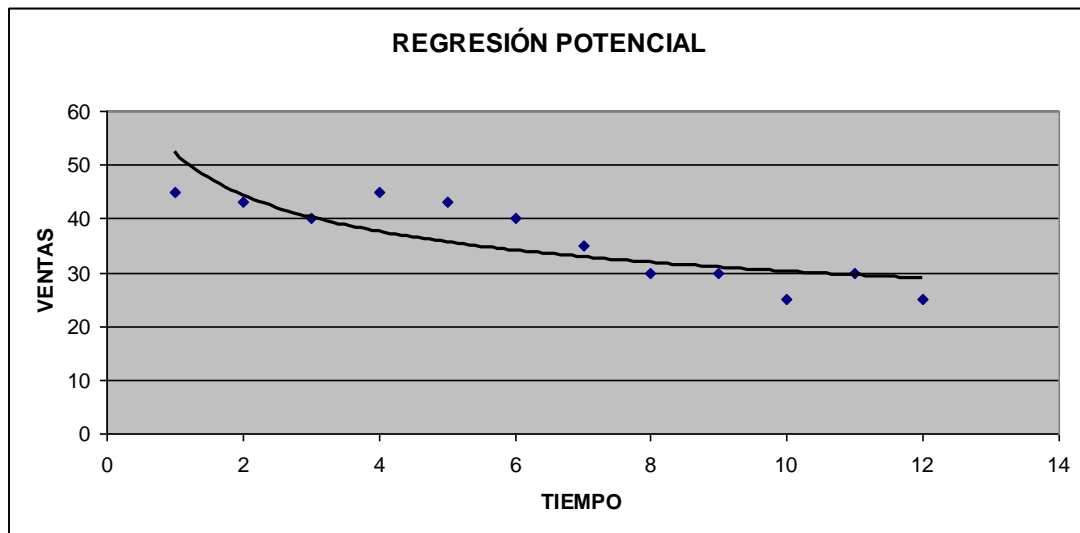
$$y = a x^b$$

También, en este caso se resuelve linealizando la función tomando logaritmos:

$$\text{Log } y = \text{log } a + b \text{ log } x$$

Su gráfica tiene similitud a la forma que se describe en la figura 6.

Figura 6. **Regresión potencial**



Fuente: elaboración propia.

A los modelos descritos con anterioridad se aplican los siguientes supuestos:

- a = punto de intersección en el eje Y, cuando $x = 0$
- b = pendiente de la curva (valor positivo o negativo)
- x = variable independiente (generalmente son las unidades de tiempo)
- y = valores del pronóstico buscado (variable dependiente)
- r = coeficiente de correlación (valor entre -1 y +1)

2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

2.1. Descripción del producto

Panadería la Fe trabaja con un producto alimenticio para el consumo de comida rápida en los diferentes tipos de comercio, tanto para la economía informal o cafeterías, colegios y universidades de la ciudad capital, así como en algunos departamentos.

Su producto consiste en un pan elaborado de forma artesanal, comúnmente llamado pan tipo *hot dog* o pan tipo alemán. Su consumo es para las diferentes clases sociales, mayormente clase media baja y media alta.

Únicamente trabaja con un producto, el cual tiene dos presentaciones de 20 y 40 centímetros. aproximadamente. Su color superficial es de tipo amarillento e internamente es blanco y blando, su textura es suave. Es un producto que satisface una necesidad primordial en la vida cotidiana, y con mucha demanda por su fácil consumo y pronta ubicación en los diferentes puntos de venta.

2.2. Descripción del proceso

Este proceso inicia desde el área de mezcla donde se tiene la preparación inicial de los ingredientes en una artesa, luego se traslada al área de refinado, cuya función es la de eliminar asperezas, logrando llegar a la consistencia requerida de la masa.

El siguiente proceso es el área de moldeado donde se logra detallar la figura del pan tipo alemán, pasando así al área de horno para su cocimiento, llegando a una textura suave, color tipo amarillento. Finalizando en el área de bodega donde será empacado para su venta.

2.2.1. Área de mezcla

En este proceso se realizan tres mojasas diarias, llamándose mojasas, a la cantidad de mezcla suficiente para lograr una tercera parte del volumen de pan producido diariamente, lo cual implica que el proceso diario se compone de tres mojasas al día para lograr de esta manera una producción del 100% de la producción total diaria. A continuación se describe dicho proceso en el área de mezclado.

- Preparación de los ingredientes: en esta etapa se procede a pesar y colocar los materiales en el área de trabajo para luego ser involucrados en la mezcla, este proceso es muy importante debido a que si el pesaje no es el correcto se pueden tener variaciones significativas en la calidad del producto y tener pérdidas por mal uso de materia prima. Cada mojada consta de los siguientes ingredientes:

- 9 arrobas de harina
 - 6 libras de manteca
 - 6 libras de azúcar
 - 2 libras de levadura
 - Agua purificada (un volumen que permita obtener una mezcla maciza y homogénea)
- Proceso de la mezcla: se procede a colocar la harina sobre la artesa y se le agregan los ingredientes descritos anteriormente, para proporcionar elasticidad a la masa se le va agregando durante el proceso el agua purificada, éstos se revuelven manualmente hasta lograr una mezcla maciza y homogénea.

Figura 7. **Artesa donde se realiza el proceso de mezcla**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe.

2.2.2. Área de refinado

Luego de haber obtenido la masa, todo se lleva a una máquina refinadora denominada cilindro en donde se sigue mezclando la masa hasta obtener una refinada de alrededor de 3 mm de espesor y lista para ser trabajada.

Este proceso tiene una duración, alrededor de una hora, es un proceso mecánico, en donde la función del operario es de supervisar e inspeccionar el mismo, para lograr la consistencia requerida en la masa.

Figura 8. **Máquina refinadora**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe.

2.2.3. Área de moldeado

Luego de haber obtenido esta masa, la misma se coloca sobre una mesa de trabajo, extrayendo de la misma, bolitas de harina de 5 onzas que son colocadas sobre bandejas de lata y luego se le amasa hasta lograr la figura, que en este caso tenga la forma de un pan de *hot dog*.

Posteriormente se derrama sobre esta manteca derretida. Seguido se presiona fuertemente sobre esta masa hasta lograr el largo deseado, para dar paso al proceso de ésta.

Figura 9. **Proceso de moldeado**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe

2.2.4. Área de secado

Reposo que debe durar un promedio de 2 horas. Hasta que logre el tamaño ideal para ser ingresado al horno. Este proceso tiene como objetivo primordial lograr que la masa aumente su volumen mediante la actuación de la levadura en la masa a lo largo del tiempo. Paralelamente, mientras esto sucede se comienza el proceso de masado de la siguiente mojada.

Figura 10. **Área de secado**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe.

2.2.5. Área de horneado

Una persona encargada del proceso, coloca frente al horno un quemador o también llamado dosificador, que tendrá la función de proporcionar mayor calor al horno.

Después de haber transcurrido las dos horas de reposo y que el horno tenga la temperatura adecuada, se procede a introducir las bandejas al horno durante un tiempo aproximado de 3 horas. Repitiendo este proceso con las 2 mojadas restantes.

El costo total de combustible diesel utilizado para el calentamiento del horno es de Q.425,00 diarios, además de esto, se tiene un consumo mensual promedio de energía de 656 Kw/hr.

Después que el pan ha sido horneado, es extraído del horno y se coloca en estantería, hasta que éste tenga una temperatura menor que la obtenida durante el proceso de horneado, esperando para este efecto, aproximadamente 2 horas.

Figura 11. **Área de horneado**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe.

- **Área de enfriamiento:** se traslada el producto horneado y es depositado en tarimas para que repose en alrededor de 25 minutos, el objetivo es que tengan una temperatura ambiente, y así trasladarlo al área de empaque para su posterior venta.

Figura 12. **Área de enfriamiento**



Fuente: área de producción de Panadería La Fe.

2.2.6. Área de bodega

Después de que el pan ha sido extraído del horno y ha alcanzado la temperatura ambiente se procede a empacar el mismo, para su respectivo almacenaje y distribución. Para el empaque del mismo se utilizan bolsas plásticas comerciales de 20 y 25 libras, usando un total de 500 bolsas diarias. Las cuales son depositadas en un estante para su posterior distribución.

- Etapa de fase de venta: al estar el producto empacado, la siguiente etapa es la de comercialización, esta es la última etapa durante el proceso, y es denominada fase de venta. Dentro los puntos principales de la distribución se tiene: venta local, determinándose con este nombre a la venta ubicada dentro de uno de los locales que ocupa la Panadería La Fe en sus instalaciones en la zona 8; y los puntos de distribución de la dieciocho a la cuarta calle, entre la tercera y la doceava avenida de la zona 1.

Asimismo, puntos de consumo en el Campo Marte de la zona 5, otros ubicados en la Universidad de San Carlos de Guatemala, y diferentes entidades como: colegios, institutos y establecimientos que requieren del producto alimenticio.

2.3. Descripción del equipo

- Horno

El horno con el que cuenta la empresa Panadería La Fe es de tipo artesanal y tiene forma de semicírculo, con un respirador en la parte central del medio, en el que regula la temperatura interior. Éste tiene como finalidad hornear los panes que se encuentran en latas, siempre y cuando hasta esperar que el horno tenga la temperatura adecuada.

- Dosificador

Éste funciona como dosificador de temperatura la cual proporciona mayor temperatura al horno. Está hecha a base metal y tiene forma cilíndrica vertical y es puesta de frente a la entrada del horno.

- Latas

Éstas son utilizadas para depositar los panes, se colocan en tarimas hasta que se cumple el tiempo de espera y posteriormente son llevadas al horno. Son rectangulares y hechas a base de aluminio inoxidable. Son lavadas antes y después de su uso, para resguardar la higiene y contaminación del producto en proceso o terminado.

- Tarimas

Éstas se utilizan para depositar las latas con el producto en proceso o terminado, su función primordial es mantener el producto en lugar seguro y confiable hasta su posterior procedimiento, son elaboradas de acero inoxidable y cuentan con rodos en la parte inferior para mejor movilidad y traslado. Cada tarima cuenta con 10 espacios en el área de secado y de 18 espacios en el área de almacenaje que pueden ser ocupados.

- Artesa

Es un recipiente que tiene forma trapezoidal, se usa para contener el amasado del pan donde se utiliza la mano de obra para la mezcla de los ingredientes tales como: azúcar, harina, agua, sal y levadura en sus diferentes proporciones. Está hecha con base de madera.

- Máquina refinadora

Conocida también como cilindro de masa de pan, comprende una carcasa en la que van montados dos cilindros de amasado giratorios en sentido contrario, paralelos y próximos entre sí, bajo los que discurre una cinta sin fin para recogida y elevación de la masa.

Montada entre rodillos situados a diferente altura, caracterizada porque el eje de los cilindros de amasado sobresale al exterior, cada uno a partir de una de las dos paredes opuestas entre las cuales van montados dichos cilindros, llevando la carcasa montada exteriormente de motores para el accionamiento independiente de dichos cilindros.

Su función principal es dar más fineza a la mezcla hasta obtener una masa refinada de alrededor de 3 mm de espesor y lograr una mezcla homogénea y firme.

2.4. Materia prima que interviene en la producción

La materia prima que interviene en la producción de panes tipo alemán son los ingredientes principales que a continuación se describen con sus respectivos volúmenes de compra diaria:

- Harina

La empresa en su equivalente de compra diaria es de 6,25 quintales. La harina posee elementos que ayudan a la formación de masa, que al ser mezclados con proporciones adecuadas de agua producen una masa uniforme y consistente.

Tiene una forma tenaz, con lubricante, que puesta en la mano otorga una determinada resistencia, a la que puede darle la forma deseada del pan tipo alemán, a la vez ésta resiste los gases producidos por la fermentación por medio de la levadura, donde se obtiene el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen.

Este proceso posibilita la formación de la masa mediante los diferentes factores involucrados los cuales son: unión, elasticidad, capacidad para ser trabajada y mantenimiento de la forma de los panes. Todas estas variables son importantes para el buen desarrollo de la calidad del producto a elaborar.

- Azúcar

En la empresa, el equivalente de compra diaria de azúcar es de 18 libras, su función principal en el proceso del pan tipo alemán es de servir, de alimento para la levadura mediante la fermentación.

Este ingrediente tiene como objetivo la formación de la superficie exterior del pan, debido a la caramelización o cristalización. Permitiendo que la temperatura del horno, no ingrese directamente dentro del pan. Esto es para que el pan se procese de manera exterior, pero no de la misma forma en el interior. Y por último el azúcar otorga suavidad al producto.

- Manteca

Este ingrediente aumenta el valor alimenticio, debido a las grasas involucradas en el proceso y mejora la conservación del pan, debido y a que la manteca disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.

En la panadería el equivalente de compra diaria es de 18 libras de manteca, la función principal en el proceso del pan tipo alemán es producir un efecto lubricante cuando se hornea y no pegarse a las latas de panificación.

- Levadura

En la empresa, la levadura en su equivalente de compra diaria es de 6 libras, la función principal en el proceso del pan tipo alemán es darle fuerza y capacidad de gasificación que permite una fermentación vigorosa y consistente en el producto.

La levadura ayuda a mantener la uniformidad del pan cuando se emplean las cantidades adecuadas, proporciona pureza y mejora la apariencia del producto, ya que da firmeza al tacto. Hace posible el proceso de fermentación. Aumenta el valor nutritivo del producto. Convierte la harina cruda del proceso en un producto ligero y da el sabor especial al pan tipo alemán.

Para que actúe la levadura en el proceso, es necesario que estén los presentes ingredientes: el azúcar como suministro, humedad (sin agua no se puede asimilar el proceso), sal y la temperatura adecuada.

- Sal

En la empresa la sal en su equivalente de compra diaria es de 1 libra, la función principal en el proceso del pan tipo alemán es mejorar el sabor, así como fortalecer la consistencia de éste ya que permite a la masa retener de mejor manera el agua y los gases.

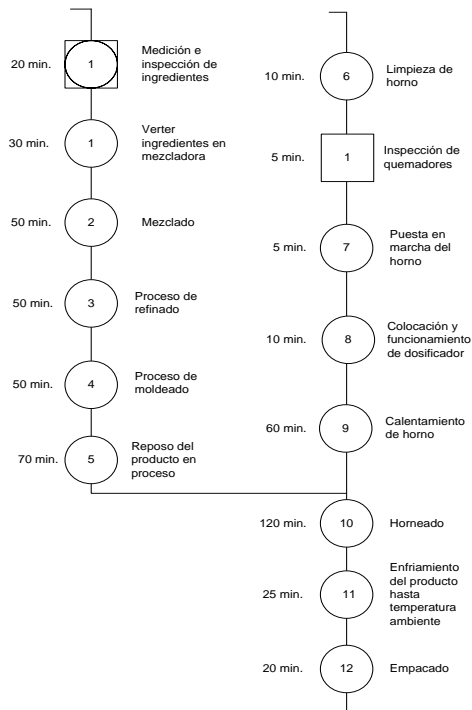
La sal, mediante su control reduce la actividad de la levadura y ejerce una acción antibacterial que no permite fermentaciones inadecuadas dentro de la masa a la hora de procesarla.

2.5. Diagrama de operaciones del proceso

En este diagrama se visualiza las operaciones funcionales y no funcionales del proceso de elaboración del producto pan tipo alemán. A continuación se presenta el diagrama de operaciones del proceso del producto alimenticio. Ver figura 13.

Figura 13. Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de Proceso para fabricación de pan tipo "Alemán"	
Empresa: Panadería La Fe	Fecha: 9 de junio de 2010
Departamento: Producción	Método: Actual
Analista: Fredy Chiroy	Inicia: BMP
Producto: Pan para consumo de comida rapida	Finaliza: BPT
	Hoja 1 de 1



Continuación figura 13

Resumen

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	12	500 min	----
◻	Combinada	1	20 min	----
◻	Inspección	1	5 min	----

Tiempo total = 585 min = 9.75 hrs.

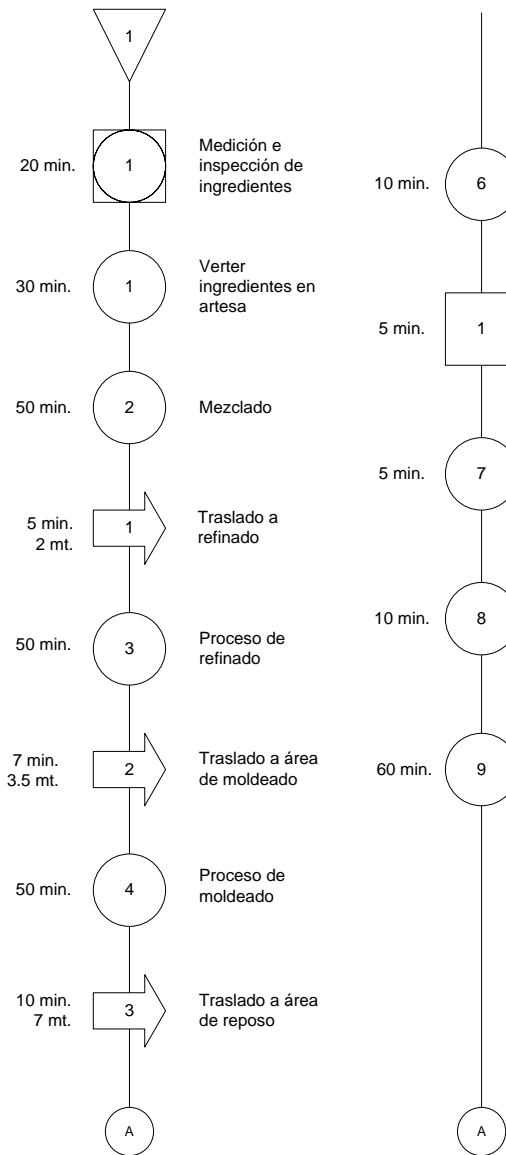
Fuente: elaboración propia.

2.6. Diagrama de flujo del proceso

En el siguiente diagrama se presenta en forma detallada todo el proceso de producción de la panadería, desde la bodega de materia prima, y operaciones como: inspecciones, esperas, demoras, transportes, hasta la llegada a bodega de producto terminado, estas actividades se representan en tiempos y distancias. A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso del producto alimenticio. Ver figura 14.

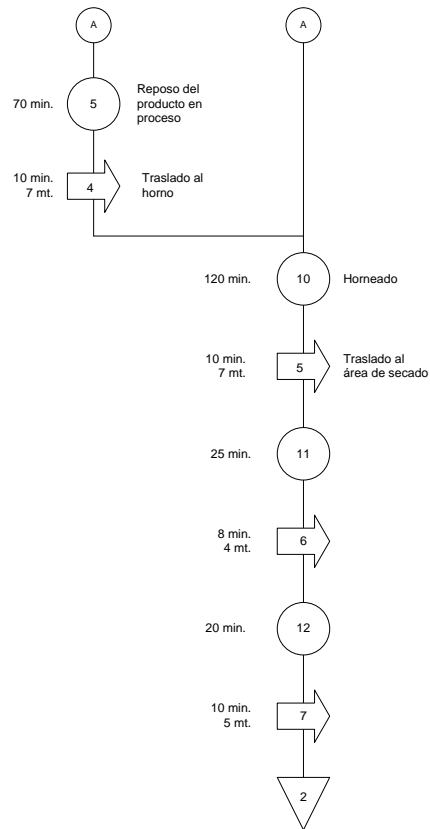
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de Flujo de Proceso para fabricación de pan tipo "Alemán"	
Empresa: Panadería La Fe	Fecha: 9 de junio de 2010
Departamento: Producción	Método: Actual
Analista: Fredy Chiroy	Inicia: BMP
Producto: Pan para consumo de comida rapida	Finaliza: BPT
	Hoja 1 de 2



Continuación figura 14.

Diagrama de Flujo de Proceso para fabricación de pan tipo "Alemán"	
Empresa: Panadería La Fe	Fecha: 9 de junio de 2010
Departamento: Producción	Método: Actual
Analista: Fredy Chiroy	Inicia: BMP
Producto: Pan para consumo de comida rápida	Finaliza: BPT
	Hoja 2 de 2



Resumen

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	12	500 min	----
◻	Combinada	1	20 min	----
◻	Inspección	1	5 min	----
➡	Transporte	7	60 min	35.5 mt
⌒	Demora	0	----	----
▽	Almacenaje	2	----	----

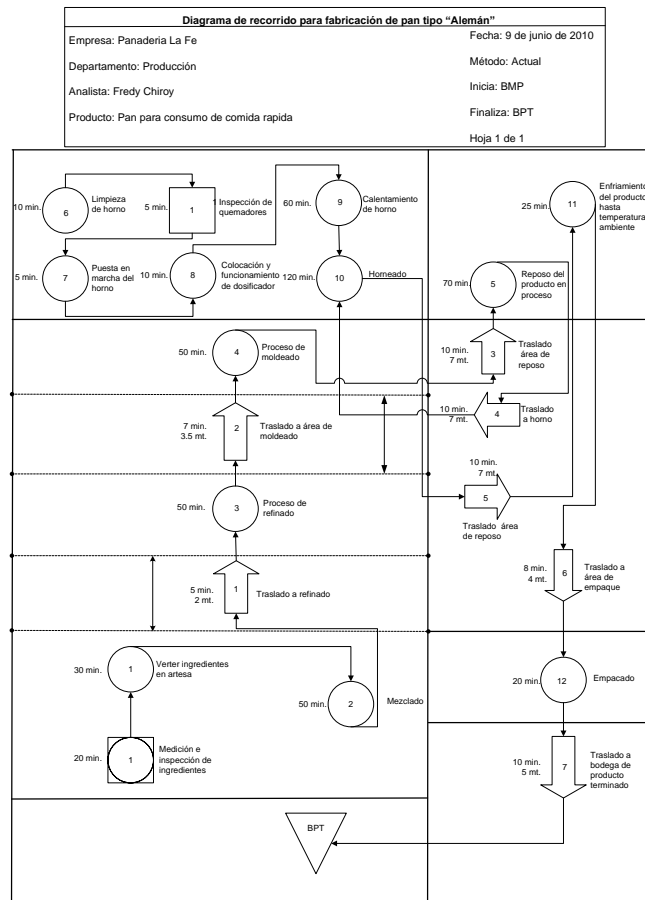
Tiempo total = 585 min = 9.75 hrs, 35.5 mt.

Fuente: elaboración propia.

2.7. Diagrama de recorrido del proceso

Se realiza con base en un plano o diseño del lugar de trabajo (área de producción), donde se analizan las líneas de flujo, indicando cada área de trabajo en donde es procesado el producto; también los elementos que están involucrados en la fabricación del producto alimenticio. A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso del producto alimenticio. Ver figura 15.

Figura 15. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

2.8. Diagnóstico

Después de haber analizado detalladamente cada proceso de producción, así como observado cada diagrama, se determinó que la empresa en estudio, mantiene a la fecha los siguientes inconvenientes:

- En el área de Gerencia no se cuenta con una planificación eficiente de la demanda del producto alimenticio. Es importante que se planifique una proyección, para luego visualizar la curva de demanda del pan tipo alemán, y así programar las actividades que se realizan en el departamento de producción.
- No existen diagramas (de flujo, de operaciones y recorrido), que describan la secuencia de los procesos y actividades dentro del departamento de producción. No se puede eliminar actividades ineficientes en el proceso.
- Actualmente existe un mercado cambiante, y al no contar con una programación continua se da un gran margen de error en la producción, que produce altos costos al tener excedentes o escasez del producto.
- No existe un departamento que coordine el suministro de materia prima, y de planificar los niveles de reorden para identificar la cantidad óptima que deban adquirir en los ingredientes del producto.
- La programación de la producción es ineficiente, porque no estima un costo total estimado.

Después de haber analizado y evaluado los problemas detectados, es necesario contar con una herramienta efectiva que programe y controle las actividades de producción en la empresa; por medio de las diferentes técnicas de la ingeniería, donde su objetivo es planificar y optimizar los recursos, para incrementar la competitividad y rentabilidad en su mercado.

3. PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR

3.1. Pronósticos

Es un estimado o aproximación de un valor real el cual sirve de base en la toma de decisiones, la mayoría de empresas utilizan pronósticos para guiar el rumbo de la organización y evaluar el cumplimiento de objetivos y metas.

Los pronósticos en procesos industriales de producción son valores de ventas en términos monetarios o unidades de años anteriores, o datos históricos concedidos por el área de Gerencia. Éstos tienen como finalidad analizar la tendencia y evaluar situaciones futuras.

Para programar la producción de cualquier industria, el factor primordial es la proyección de unidades a producir, sirviendo como punto de partida. Todo pronóstico es una variable, debido a que se basa en modelos probabilísticos, por lo tanto, es un factor a tomar en cuenta para contrarrestar fluctuaciones futuras.

3.1.1. Determinar un modelo de demanda

La demanda se refiere a la cantidad óptima a producir, en el que se establece el precio y cantidad a satisfacer, en lo que refiere a la ley de la demanda y la oferta. Por lo tanto, son las ventas reales del producto. Existen varios modelos de demanda que se ajustan a la tendencia en ventas, las cuales son:

- Familias ascendentes o descendentes: ésta se evalúa por el incremento o decremento que pueda existir en las ventas durante un período de tiempo. Entre los métodos que integran la familia están: lineal, potencial, logarítmica y exponencial.
- Familias estables: ésta se establece debido al comportamiento lineal o estacionario a lo largo de un período de tiempo, determinado, porque la media o fluctuación no es muy variable. Los métodos que integran dicha familia están: último período, promedio aritmético, promedio móvil, móvil ponderado, móvil exponencial, caso A y caso B.
- Familias cíclicas: se caracterizan comúnmente, por tener un comportamiento senoidal o de altibajos a lo largo de un tiempo visualizados gráficamente, su método de resolución es conocido como: índices.
- Familias combinadas: son evaluadas gráficamente por tener un comportamiento senoidal incrementándose o caso contrario a lo largo del tiempo. Son resueltas por el uso de métodos de regresión y luego proyectadas con índices tal, y como fuesen una familia cíclica.

La demanda de la panadería, podrá ser analizada por semana o mensualmente, según sea los requerimientos y análisis de la demanda.

3.1.2. Determinar un pronóstico de producción

El objetivo es diseñar un pronóstico útil a partir de la información disponible, aplicando técnicas eficientes para las diferentes características de la demanda. Entre los métodos existentes están:

- **Cualitativos:** estos métodos son utilizados cuando los datos son escasos, o cuando se desea introducir un nuevo producto. En este tipo de métodos se utiliza el criterio de la persona y ciertas relaciones para transformar información cualitativa en estimados cuantitativos.
 - Un método existente es el del juicio: utilizado cuando se carecen de datos históricos adecuados, como en los casos en que se presentan un cambio de tecnología.
 - Otro método es Delphi: utilizado para pronosticar a largo plazo, de ventas, de productos nuevos y pronósticos tecnológicos. El tiempo estimado es de dos meses o más, su exactitud es de regular a muy buena. Es un proceso para obtener el consenso dentro de un grupo de expertos, y al mismo tiempo se respeta el anonimato de sus integrantes. Son pronósticos compilados a partir de conjeturas acerca de la demanda futura, elaboradas periódicamente por miembros de la fuerza de ventas de las compañías, que se traducen en estimaciones cuantitativas.

- Métodos cuantitativos: éstos se basan en datos históricos de años pasados para pronosticar a través de modelos matemáticos las estimaciones futuras. Los métodos existentes incluyen regresión lineal y el análisis de series de tiempo.
 - La regresión lineal: es uno de los métodos más conocidos. Una variable conocida es la dependiente, que se relaciona con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal. La variable dependiente, es la que el gerente desea pronosticar. Se supone que las variables independientes, influyen en la variable dependiente y, por ende, son la causa de los resultados observados en el pasado.
 - Análisis de serie de tiempos: es un método estadístico que depende del alto grado de datos históricos de la demanda, con los que proyecta la magnitud futura de la misma, y reconoce las tendencias y patrones estacionales.
- ¿Cómo realizar un pronóstico? Para elaborarlo se consideran los siguientes aspectos:
 - Historial de ventas (obtener al menos dos períodos anteriores de un año).
 - Graficar el historial de ventas.
 - Evaluar tendencia en gráfica (familia estable, ascendente o descendente y cíclica o combinada).
 - Realizar los métodos cuantitativos.

- Elegir el mejor método mediante el resultado del menor error acumulado (pronóstico de evaluación).
 - Realizar el pronóstico de riesgo con el mejor método.
- ¿Qué se va a pronosticar? Con información de datos históricos otorgados por gerencia y área de producción, se pronostica la demanda de panes tipo alemán.

3.2. Modelo de línea de producción

El modelo de producción se basa en las líneas de producción mediante un diagrama de cada área de trabajo, para conocer el proceso de producción y el recorrido de los materiales en la planta.

La planta de producción de Panadería La Fe, debido a su capacidad instalada se basa en un flujo lineal. El trabajo es por medio de una distribución de línea recta donde la maquinaria y procesos se sitúan una tras otra, de modo que la circulación de las líneas de procesos sea mínima para el producto, ya que el proceso es en masa, y de esta manera los costos de manejo de materiales son menores.

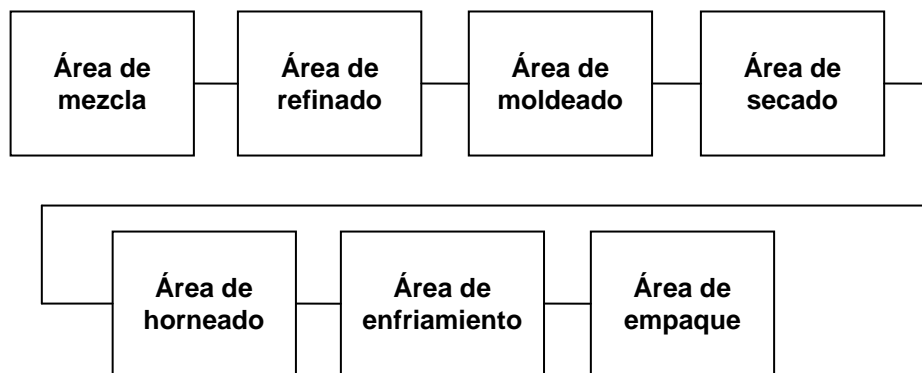
3.3. Modelo gráfico de modelo de producción

Es importante indicar gráficamente el proceso de producción, debido a que es una forma organizada de registrar todas las actividades, detalles de fabricación y de las áreas por las cuales los insumos tienen que trasladarse para su elaboración. El término gráfico se realiza basándose en los diagramas de operación y de recorrido que se tiene por parte de producción.

Los cuales describirán de manera sistemática el ciclo del proceso. La empresa Panadería La Fe, únicamente cuenta con una línea de producción para la elaboración de panes tipo alemán.

A continuación en la figura 16 se presenta la ruta a seguir en la elaboración del producto.

Figura 16. **Áreas que intervienen en el proceso de producción**



Fuente: elaboración propia.

3.4. Planificación de las operaciones

Para planificar las operaciones de producción que logre un buen control y programación, es necesario considerar elementos importantes que restringen la producción. Por lo que se debe tomar como prioridad para el desempeño eficiente, variables cuantitativas las cuales son de vital importancia para tomar decisiones.

Existen requerimientos principales de producción para cumplir con la producción estimada mediante modelos probabilísticos; ya que éstos se relacionan entre sí, y se calculan a continuación para la empresa Panadería La Fe: eficiencia, costo de producción, costo por hora extra de trabajo, disponibilidad de tiempo y requerimientos de materia prima.

3.4.1. Eficiencia de cada departamento de producción

El cálculo de la eficiencia de producción en cada área de Panadería La Fe, se realizará con estudio de tiempos y movimientos, en donde el proceso será manual. Y una inspección de la capacidad de las máquinas que son utilizadas de manera mecánica.

A continuación se presenta la tabla II, para una mejor perspectiva de las operaciones manuales y mecánicas.

Tabla II. Operaciones en cada departamento

Departamento	Operación
Mezcla	Manual
Refinado	Mecánica
Moldeado	Manual
Secado	Manual
Horneado	Mecánica
Enfriamiento	-----
Empaque	Manual

Fuente: elaboración propia.

- Área de mezcla

Para establecer la eficiencia de producción de esta área se procede a mezclar los siguientes ingredientes: harina, azúcar, manteca, levadura y agua purificada en sus respectivas proporciones, para el siguiente proceso.

Por lo tanto, una mojada consta de los ingredientes anteriores que tiene una capacidad de producción de alrededor de 35 bandejas, cada bandeja contiene 24 panes. Debido a que en producción se trabaja por *batch* se considera que cada *batch* de producción para la empresa Panadería la Fe consiste en:

- 1 *batch* de producción = 35 bandejas x 24 panes = 840 panes

Esta operación se realiza en 100 minutos = 1,66 horas

Entonces, la capacidad o eficiencia de producción para el área de mezcla es de:

- Eficiencia = 840 panes / 1,66 horas = 506 panes/hora

El porcentaje de eficiencia se calcula de la siguiente manera:

- Eficiencia (%) = (capacidad real / capacidad teórica) x 100

La capacidad real de la línea de producción en este caso, es la que restringe a la misma, por lo tanto, es el cuello de botella.

- Eficiencia = $(384 \text{ panes/hora}) / (506 \text{ panes/hora}) \times 100 = 76\%$

Se analiza la eficiencia del área de mezcla, concluyendo que el 24% de la capacidad no está siendo aprovechado, por factores tales como: tiempos de espera, ineficiencia de la máquina, ineffectividad del trabajador, método actual ineficaz, y en este caso debido a que el cuello de botella que se ubica en el proceso de horneado, está limitando que las demás áreas aprovechen la capacidad instalada.

Por lo tanto, al incrementar la capacidad de producción del proceso de horneado aumentará la eficiencia en las demás líneas y se logrará cumplir con la demanda estimada.

- Área de refinado

La capacidad de producción de la máquina refinadora se realiza con un análisis por los operarios que están involucrados directamente con el proceso productivo, así como el análisis y evaluación del diagrama de proceso y recorrido.

Se establece que el *batch* de producción lo realiza la máquina refinadora en 50 minutos = 0,83 horas.

Entonces, la capacidad o eficiencia de producción para el área de refinado es de:

- Eficiencia = $840 \text{ panes} / 0,83 \text{ horas} = 1\,012 \text{ panes/hora}$

- Eficiencia = $(384 \text{ panes/hora}) / (1\ 012 \text{ panes/hora}) \times 100 = 38\%$

Actualmente no se aprovecha la máxima capacidad que se tiene en el área de refinado, debido a que el 62% no está siendo utilizado debido al cuello de botella. Esto hace ineficiente a la línea de producción, y no contribuye a cumplir con la demanda.

- Área de moldeado

En esta área se procede a realizar un estudio de tiempos y movimientos debido al involucramiento de mano de obra directa al proceso. Por lo tanto, el objetivo de establecer un tiempo estándar es conocer la capacidad promedio que se tiene en el área de moldeado.

Se procede primero a subdividir la tarea en elementos, los cuales fueron medidos por un cronometro y hoja de tiempos. El método de cronometración es llamado vuelta a cero, el cual evita el trabajo de gabinete.

La toma de tiempos consiste en evaluar y supervisar la actividad manual de producción de fabricación del pan, con la finalidad de obtener el tiempo cronometrado para la operación. Se establece la toma de 10 tiempos dividiendo en 5 elementos para cada ciclo.

A partir de los 10 ciclos se evaluará por el método estadístico, para corroborar que los tiempos obtenidos sean los idóneos para establecer el tiempo estándar de la operación.

Al obtener el dato cronometrado de la operación, se procede a calcular el factor de calificación o actuación para normalizar el tiempo cronometrado. Se entiende por operario normal al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido, ni demasiado lento, sino representativa de un término medio. Por lo tanto, se adjunta la tabla III que sirvieron de guía base, para el cálculo del mismo.

Luego de encontrar el tiempo normal, se procede a calcular el tiempo estándar de trabajo, a través de los suplementos o tolerancias tanto fijas como variables, que son establecidas en tablas predefinidas, que involucran los diferentes suplementos según la operación de trabajo.

Al establecer este valor se contempla el tiempo estándar que es considerado como base para calcular la producción por ciclo, hora, o turno de una persona y en éste se deben considerar todos los tiempos que afecten el ciclo de producción.

A través de la toma de tiempos se procede a verificar de la forma estadística, que tiene por objetivo determinar el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo cronometrado representativo, con un error porcentual (e), con riesgo fijado de R%. Por lo que se procede a visualizar como se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. **Cálculo de desviación estándar**

Valores	Frecuencia	(Xi - X)	(Xi - X)^2	f (Xi - X)^2
50,66	1	-0,96	0,92	0,92
50,93	1	-0,69	0,47	0,47
52,06	1	0,44	0,19	0,19
52,97	1	1,35	1,83	1,83
52,08	1	0,46	0,21	0,21
51,58	1	-0,04	0,00	0,00
51,53	1	-0,09	0,01	0,01
51,93	1	0,31	0,10	0,10
50,61	1	-1,01	1,02	1,02
51,84	1	0,22	0,05	0,05
Totales	10			4,80

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de N se efectúa a continuación:

$$\left[\frac{K \times \sigma}{e \times \mu} \right]^2$$

Por lo tanto, el riesgo considerado es de 5% y el error es de 1%

K = 2, para riesgo de error de 5%

Para el cálculo de la desviación estándar se calcula así:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(Xi - \mu)^2}{n}}$$

De modo que, $\sigma = \sqrt{\frac{4,80}{10}} = 0,6928$

$$N = \left[\frac{2 \times 0,6928}{0,01 \times 51,62} \right]^2 + 1$$

$$N = 8 \text{ lecturas}$$

El número de lecturas idóneo para el proceso es de 8, por lo que se concluye que la toma de tiempos fue la correcta, debido a que se tomaron 10 tomas y el tiempo cronometrado fue de 51,62 minutos. Al establecer esto, se calcula el tiempo normal.

Tiempo normal = TN

El tiempo normal se presenta mediante la fórmula de

$$TN = Tc \times FC$$

En el factor de calificación se toman los aspectos de habilidad, esfuerzo, condición y consistencia. La evaluación del operario es la siguiente:

- Habilidad = bueno
- Esfuerzo = bueno
- Condición = media
- Consistencia = mala

Por lo tanto los valores están reflejados en la tabla V.

Tabla V. Factores a tomar en cuenta para el tiempo normal

HABILIDAD			ESFUERZO			DESCRIPCION
A	Habilisimo	+0.15	A	Habilisimo	+0.15	Habilidad: es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	Esfuerzo: es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	Condiciones: son aquellas condiciones (luz, ventilacion, calor) que afectan únicamente al operario y no las que afecten la operación
CONDICIONES			CONSISTENCIA			
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	Consistencia: son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Fuente: elaboración propia.

El cálculo del tiempo normal es realiza de la siguiente manera:

Habilidad = +0,05 esfuerzo = +0,05 condición = 0,00 consistencia = -0,05

Al sumar todos los valores el factor de calificación es de 0,05 = 5%

A este valor se le suma el 100% y genera un factor de calificación total de 105%

$$TN = 51,62 \times 105\% = 54,20 \text{ Minutos}$$

Tiempo estándar = TE

El cálculo de tiempo estándar está dada por la fórmula:

$$TE = TN \times (1 + \text{suplementos o tolerancias})$$

El tiempo estándar se basa en los datos que se describen en la tabla VI.

Los factores a considerar para el cálculo del tiempo estándar son:

- Hombre.....5
- Trabaja de pie.....2
- Ligeramente incómodo.....0
- Iluminación bastante por debajo.....2
- Proceso bastante complejo.....1
- Trabajo bastante monótono.....1
- Trabajo aburrido.....2

La suma total de los suplementos da como resultado el 13%

Por lo que el tiempo estándar queda de la siguiente manera:

$$TE = 54,20 \times (1 + 0.13) = 61,25 \text{ minutos}/batch$$

En el área de moldeado laboran 2 panaderos, el tiempo cronometrado fue obtenido para un operario, el que realizó la mitad del *batch*, cada *batch* de producción equivale a 840 panes. Por lo que la eficiencia del área de moldeado se multiplicará por 2.

$$\text{Eficiencia} = (61,25 \frac{\text{min}}{\text{batch}})^{-1}$$

$$0,0163 \text{ batch}/\text{min} \times 60 \text{ min}/\text{hora} \times 420 \text{ panes}/1 \text{ batch}$$

$$410,76 \text{ panes}/\text{hora} \times 2 \text{ operarios} = 821 \text{ panes}/\text{hora}$$

○ Eficiencia = (384 panes/hora)/(821 panes/hora) x 100 = 47%

Se concluye que la eficiencia del área de moldeado está muy baja, debido al método que se utiliza actualmente para horneado del pan que es donde tenemos la menor capacidad de producción para satisfacer la demanda. Se debe de analizar la posibilidad de adquirir un nuevo horno, automatizar algunos procesos y justificarlo a través de un análisis financiero.

- Área de secado

En este proceso se deja reposar las bandejas en tarimas y el tiempo de espera aproximado es de 70 minutos. Por lo que la eficiencia de línea del departamento de secado es de:

$$70 \text{ minutos} = 1,17 \text{ horas}$$

- Eficiencia = $1 \text{ batch} / 1,17 \text{ horas} = 840 \text{ panes} / 1,17 \text{ horas} =$

$$717 \text{ panes/hora}$$

- Eficiencia = $(384 \text{ panes/hora}) / (717 \text{ panes/hora}) \times 100 = 54\%$

En el área de secado no existe mayor problema, debido a que el proceso solamente radica en esperar a que el pan tome una consistencia en la masa. Por lo que, las tarimas que no están siendo utilizadas, pueden ser trasladadas y ser usadas en otra área de trabajo. El problema acá sería que se está desperdiciando espacio que puede ser utilizado para otras operaciones.

- Área de horneado:

El horno tiene una capacidad de contener hasta 16 bandejas y tarda alrededor de 120 minutos en procesar el pan. Para acelerar el proceso se cuenta con un dosificador en el departamento y con 2 hornos.

- Eficiencia = $(16 \text{ bandejas} \times 24 \text{ panes}) / 2 \text{ horas} = 192 \text{ panes} / \text{hora}$
- Eficiencia = $192 \text{ panes} / \text{hora} \times 2 \text{ hornos} = 384 \text{ panes} / \text{hora}$

Para el área de horneado la eficiencia es del 100%, ya que la misma trabaja a toda su capacidad.

- Área de enfriamiento

Luego de haber horneado el pan se procede a trasladarlo al área de enfriamiento, en donde se espera que los panes retornen una temperatura ambiente, este proceso tarda alrededor de 25 minutos.

- $25 \text{ minutos} = 0,42 \text{ horas}$
- Eficiencia = $1 \text{ batch} / 0.42 \text{ horas} = 840 \text{ panes} / 0,42 \text{ horas} =$
 $2\ 000 \text{ panes/hora}$
- Eficiencia = $(384 \text{ panes/hora}) / (2000 \text{ panes/hora}) \times 100 = 19\%$

En el área de enfriamiento no existe mayor problema, debido a que el proceso solamente radica en esperar a que el pan tenga una temperatura ambiente. Por lo que, las tarimas que no están siendo utilizadas, pueden ser trasladadas y ser usadas en el área de bodega de producto terminado.

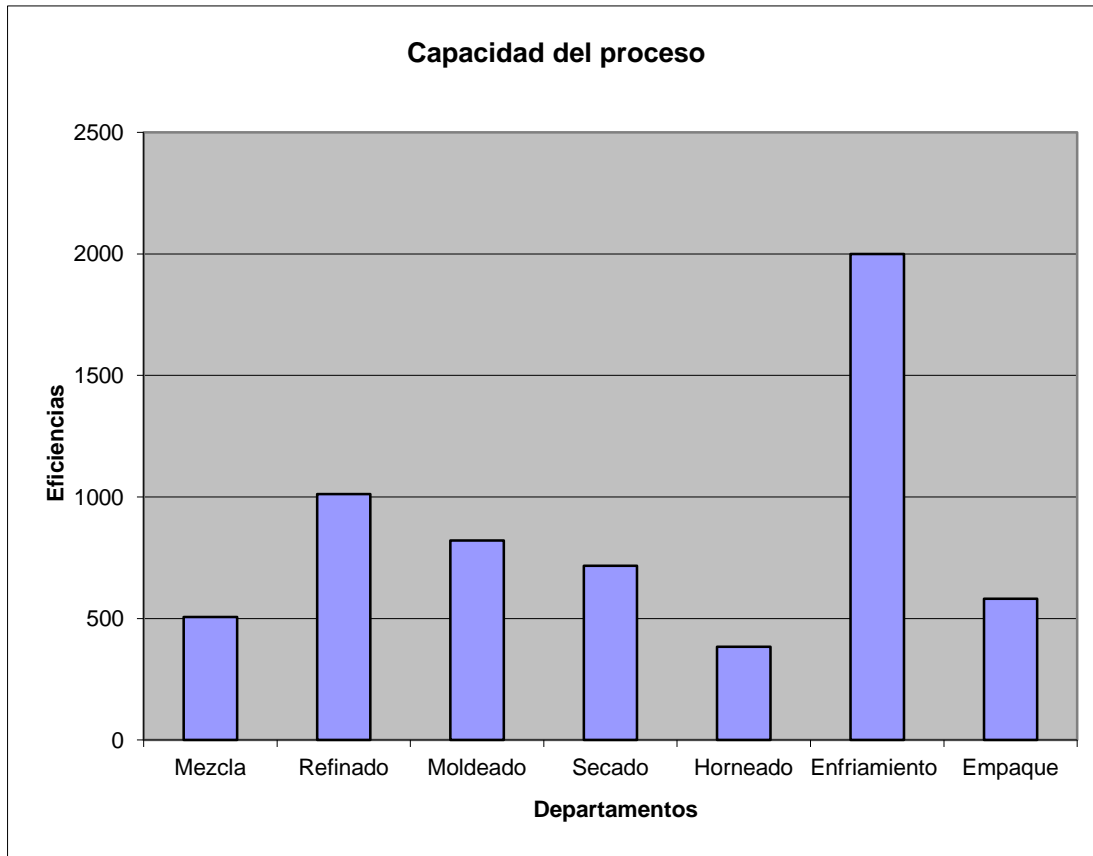
- Área de empaque: esta operación se realiza en 20 minutos para 8 bandejas de panes y lo realiza un solo operario.
 - 20 minutos = 0,33 horas
 - Eficiencia = $(8 \text{ bandejas} \times 24 \text{ panes}) / 0,33 \text{ horas} =$

581 panes / hora
 - Eficiencia = $(384 \text{ panes/hora}) / (581 \text{ panes/hora}) \times 100 = 66\%$

En el área de empaque trabaja a una eficiencia del 66%, lo que indica que el 34% está siendo utilizado en su mayoría para limpiar bandejas que están siendo desocupadas, tiempo de ocio, tiempos de espera e ir a ver otras operaciones. Esto se debe a la restricción en el cuello de botella.

Conocer la eficiencia de cada departamento de la Panadería La Fe, tiene como finalidad identificar el cuello de botella que restringe la producción y así poder establecer la capacidad real del proceso. Esto se establece con la gráfica de capacidad o eficiencia del proceso para identificar cuál es más lento del sistema. Ver figura 17.

Figura 17. **Capacidad del proceso**



Fuente: elaboración propia.

El cuello de botella para el área de producción es el proceso de horneado, que tiene un eficiencia de 384 panes/hora debido a que el proceso se realiza en hornos artesanales y su espacio es limitado para producir. Por lo tanto, esta variable es la que restringe al sistema y que se involucra en los costos de producción, así como en los requerimientos mensuales, con base a este cuello de botella se deben de tomar decisiones concretas, para mejorar el proceso de elaboración del pan tipo alemán.

3.4.2. Costo de producción

Para realizar una programación eficiente de las actividades productivas, es de vital importancia que se consideren los costos devengados por ley para la realización de los planes agregados. Entre los cuales se pueden mencionar:

- Costos o salarios por hora: la empresa Panadería La Fe, trabaja a partir del salario mínimo. Además, tiene incentivos que se pagan a los trabajadores cuando exceden un límite de capacidad de producción. De esta manera, su salario puede variar según el rendimiento que el empleado tenga en un cierto período. Un panadero tiene un sueldo de Q. 2 100,00 y un ayudante Q. 1 800,00. Actualmente existen 8 panaderos y 3 ayudantes, para cada jornada de trabajo. También se establece un margen para las prestaciones laborales, en el que se toma un valor del 30% adicional al salario.

$$MO = 8 (Q.2 100/mes) + 3 (Q.1 800/mes) = Q.22 200/mes$$

MO hora normal jornada diurna =

$$[Q 22 200 /mes] \times [1mes/30días] \times [1dia/8horas] = Q. 92,5/hora$$

$$MO HN con prestaciones = Q. 92,5/hora \times 1,30 = Q. 120,25/hora$$

MO hora normal jornada mixta =

$$[Q 22 200 /mes] \times [1mes/30días] \times [1día/7horas] = Q. 105,71/hora$$

$$MO HN con prestaciones = Q.105,71/hora \times 1,30 = Q. 137,42/hora$$

- Costo por hora extra de trabajo: según el Código de Trabajo, toda hora adicional a la jornada de trabajo deberá pagarse 1,5 veces la hora del salario ordinario. Además, los días festivos o domingos se pagan 2 veces la hora del salario ordinario.

MO por hora extra jornada diurna =

$$Q. 120,25/\text{hora} \times 1,5 = Q. 180,38/\text{hora}$$

MO por hora extra jornada mixta =

$$Q. 137,42/\text{hora} \times 1,5 = Q. 206,13/\text{hora}$$

Los demás costos serán detallados a continuación describiendo de qué forma se componen y actúan directamente con la producción, evaluando las características para la planificación y programación.

3.4.3. Costo de almacenaje

El costo de almacenaje es importante, debido a la relación que tienen con los costos totales de producción. El costo de almacenamiento está gestionado por la empresa Panadería La Fe, éste se da con el almacenaje del producto alimenticio en bodegas de producto terminado.

La clasificación de los costos de almacenaje que se clasifican por: actividad (almacenaje y manutención), imputabilidades (fijas y variables) y por orígenes directos e indirectos. A la vez se produce un costo de oportunidad a causa del almacenamiento, cuando la empresa podría utilizar eficientemente el espacio de almacén o el valor del producto para otros propósitos.

Se estima que el alquiler de un local, cuyas medidas son de 5 x 8 metros, tiene un costo alrededor de Q. 1 250,00 quetzales y que logra almacenarse alrededor de 6 tarimas, y cada una tiene 10 bandejas, y éstas contienen 24 panes. Se pretende alquilar por 6 meses que será el ciclo en el cual se trabajará.

El cálculo de almacenaje se plantea de la siguiente manera:

- $Q. 1\,250,00 / 30 \text{ días} = Q. 41,67 / \text{día}$
- $(Q. 41,67 / \text{día}) / 6 \text{ tarimas} = 6,945 \text{ quetzales por tarima} / \text{día}$
- $Q. 6\,945,00 \text{ tarima} / \text{día} \times 1 \text{ día} / 24 \text{ horas} =$

$Q. 0,289375 \text{ por tarima} / \text{hora}$

- $Q. 0,289375 \text{ por tarima} / \text{hora} \times 1 \text{ tarima} / 10 \text{ bandejas} \times 1 \text{ bandeja} / 24 \text{ panes} =$

$\text{Costo de almacenamiento} = Q. 0,0012 / \text{pan} - \text{hora}$

El costo de almacenamiento debe ser multiplicado por el cuello de botella, porque éste es el que restringe la producción y los costos.

- $CA = [Q. 0,0012 / \text{pan-hora}] \times [384 \text{ panes/hora}] = Q. 0,4608 / \text{hora}$

3.4.4. Disponibilidad de tiempo

El tiempo es un factor clave para la programación de la producción, funciona como indicador clave y restricciones al sistema, es de prioridad que se conozcan cuáles son las horas disponibles para cumplir con un determinado pedido.

Es importante tomar en cuenta las jornadas en las cuales se laboran en las diferentes industrias.

- Diurna: 44 horas semanales y se pagan 48 horas, se trabaja de lunes a viernes 8 horas diarias y sábado 4 horas.
- Mixta: 42 horas semanales y se pagan 42 horas, se trabaja de lunes a sábado 7 horas.
- Nocturna: 36 horas semanales y se pagan 36 horas, se trabaja de lunes a sábado 6 horas.
- Se puede trabajar un máximo de 12 horas ordinarias y extraordinarias.

El análisis de disponibilidad de tiempo se realiza mes por mes, para analizar el tiempo efectivo de trabajo en las diferentes jornadas, tomando en cuenta los feriados y asuetos para evaluar las horas disponibles en la matriz de pre análisis.

3.4.5. Requerimientos de materia prima

Para conocer los requerimientos de materia prima se involucran 2 elementos importantes:

- Conocer la demanda estimada que se tendrá para los últimos 5 meses del 2010, esto puede conocerse al evaluar datos históricos en ventas de años anteriores y pronosticarlos mediante los diferentes métodos de familias ascendentes y descendentes o cíclicas.
- El segundo paso consiste en identificar la operación cuello de botella para luego conocer las horas que se requiere para cumplir la demanda pronosticada.

Por lo que es importante que el analista obtenga los valores adecuados del pronóstico de riesgo, ya que éstos servirán como indicador clave para la programación y control de la producción, incluso son datos a tomar en cuenta en el manejo de materiales, para abastecer en el momento justo y adecuado los requerimientos de materia prima a bodega.

La formula a utilizar es la siguiente:

- Requerimiento mes X

$$X (\text{requerimiento}) = \frac{\text{Unidades a producir c/mes (Pronóstico de riesgo)}}{\text{cuello de botella del proceso}}$$

Para la empresa Panadería La Fe, el cuello de botella tiene un valor de 384 panes/hora (ver página 61), y el pronóstico de riesgo para cada mes, será calculado en el capítulo 4.

- Costo de materia prima
 - Harina
 $4 \text{ arrobas}/\text{batch} \times 1 \text{ batch}/840\text{panes} \times 25\text{lbs}/1 \text{ arroba} \times \text{Q. } 2,05/\text{libra}$
 $= \text{Q. } 0,24/\text{pan}$
 - Manteca
 $6 \text{ libras}/\text{batch} \times 1 \text{ batch}/840\text{panes} \times \text{Q. } 4,81/\text{libra}$
 $= \text{Q. } 0,034/\text{pan}$
 - Azúcar
 $6 \text{ libras}/\text{batch} \times 1 \text{ batch}/840\text{panes} \times \text{Q. } 2,85/\text{libra}$
 $= \text{Q. } 0,020/\text{pan}$
 - Levadura
 $2 \text{ libras}/\text{batch} \times 1 \text{ batch}/840 \text{ panes} \times \text{Q. } 0,139/\text{libra}$
 $= 3,30\text{E-}04$
 - Sal
 $1 \text{ libra}/\text{batch} \times 1 \text{ batch}/840 \text{ panes} \times \text{Q. } 0,50/\text{libra}$
 $= 5,95\text{E-}04$

La suma total de costos por pan para cada material es de Q. 0,2949/ pan

Al conocer el costo de materia prima por unidad se procede a multiplicarlo por el cuello de botella para encontrar el costo por hora en materia prima.

$$Q. 0,2949/\text{pan} \times 384 \text{ panes} / \text{hora} = Q.113,24 / \text{hora}$$

3.5. Manejo de materiales

El programar las actividades productivas de Panadería La Fe, también involucra tener un control estricto del abastecimiento de materia prima para cumplir con las especificaciones y planificación desde un inicio. Es importante plantear las siguientes preguntas ¿Cuánto debe pedirse? ¿en qué momento oportuno debe pedirse?

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales, las tecnologías que se usan para el manejo de materiales se han convertido en una importante prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales.

Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística, por cuanto abarca el manejo físico, transporte, almacenaje y localización de los materiales.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo, el eficaz manejo de materiales asegura que los éstos serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta.

Para el sistema de inventarios, se deben incluir algunos aspectos, que sirven para detallar las partes principales, entre los cuales están:

- Inventario inicial: el valor inicial de productos en bodega es de prioridad, ya que es lo que se tiene en determinado tiempo. Este punto de partida se grafica como un punto en un plazo de tiempo. Esta información puede ser consultada en gerencia o jefe de bodega.
- *Stock* mínimo: puede considerarse tanto como un cero teórico, o un valor real. Está representado como el valor mínimo de existencia que puede estar en bodega antes de reabastecerse, es el valor de seguridad antes del reabastecimiento. Se utiliza para solventar las diferencias en el tiempo de entrega de materia prima.
- Nivel de reorden: es una franja que tiene por objetivo dar aviso previo al punto de reorden. Es un indicador para realizar el pedido de reposición.
- Nivel máximo: es el límite máximo de existencia que pueda existir en bodega, sólo se plantea para cálculos de gráfica, ya que al tener un inventario alto involucra un costo muy grande.
- Línea teórica de consumo: ésta señala el tiempo de consumo desde el inventario inicial hasta que el *stock* mínimo sea cero. Factor clave para tomar decisiones antes de tener un costo por escasez
- Planificado: este dato es la cantidad óptima pronosticada que se desea satisfacer con materia prima para el cumplimiento de la demanda. Se basa en los pronósticos de producción para un ciclo que será de los últimos meses del 2010.

- Cantidad óptima de pedido: es la cantidad que se debe solicitar a los proveedores que logren abastecer en el tiempo y momento adecuado para garantizar la producción. Se realiza una vez el límite de existencia intercepte el nivel de reorden.

Otras variables importantes que se contemplan en un manejo de materiales, es el promedio de pedidos que se han realizado por parte de la panadería, así como el promedio de llegadas por cada pedido, se recomienda tomar los últimos 4 pedidos para cada producto como referencia. Es importante realizar la explosión de materiales basados en los requerimientos que se tengan por parte de la demanda.

3.6. Determinación de modelo de programación

La programación es una herramienta de modelos cuantitativos para manejar diferentes tipos de problemas y ayudar a la toma de decisiones. El modelo de transporte es una herramienta de optimización de redes donde debe determinarse cómo hacer llegar los productos desde los puntos de existencia hasta los puntos de demanda, con la finalidad de minimizar los costos.

El modelo busca determinar un plan de transporte de un producto de varias fuentes a varios destinos. Entre los datos del modelo se cuenta:

- Nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino
- El costo total de producción del producto de cada mes

El modelo se utiliza para realizar actividades como: control de inventarios, programación del empleo, asignación de personal, flujo de efectivo, programación de niveles de reservas, entre otras. El modelo de transporte que se utiliza para la programación de la producción es el modelo esquina noroeste

- Esquina noroeste: este método se considera eficiente para la programación continua. Es necesario establecer el número de variables básicas en cualquier solución de problema de transporte. Este procedimiento está dado por tres pasos:
 - Seleccionar la celda de la esquina noroeste (esquina superior izquierda, mes de agosto) para asignar el valor de disponibilidad y requerimiento.
 - Esta operación agotará completamente la disponibilidad de suministros en un origen o los requerimientos de demanda en un destino.
 - Corregir los números de suministro y los requerimientos para reflejar el saldo de suministro y requerimiento, en caso de escasez se utilizan las jornadas restantes y por último las horas extras.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

4.1. Pronósticos

La panadería en mención no tiene un modelo en donde determine los pronósticos para un período determinado. Éste debe ser realizado por personal especializado e involucrar las áreas de producción y mercadotecnia de la empresa. El método a utilizar es el de familias ascendentes y descendentes comparando con la familia cíclica. Estos tipos de procedimientos se utilizan en diversas empresas con el fin de proyectar su demanda futura en sus productos, y con base en esto, planear y controlar la cantidad de productos que deberá producir, para que la empresa sea rentable y competitiva en el mercado.

4.1.1. Seleccionar el tipo de demanda

Para seleccionar el tipo de demanda debe basarse en diferentes variables, entre las cuales están:

- Los datos históricos de ventas en años anteriores: este valor puede ser consultado a través del registro en ventas de años anteriores. Es importante tomar en cuenta los ciclos o meses en que la demanda pueda crecer o decaer en un tiempo determinado por diversos factores externos.

- El análisis gráfico es importante para visualizar el comportamiento de estas ventas a través del tiempo, para tomar decisiones a corto y largo plazo. Y con esto evaluar los diversos métodos existentes hasta encontrar el idóneo.

Al establecer el mejor método se podrá realizar el pronóstico de riesgo para la empresa para los últimos meses del 2010, tomando en consideración todos los factores.

4.1.2. Análisis historial de ventas

Es importante conocer las ventas de años anteriores para pronosticar la demanda futura.

Para conocer estos valores es necesario identificar al menos 2 años anteriores que son: 2008 y 2009. El primer paso es establecer el pronóstico de evaluación que luego de haberse calculado, deberá ser evaluado con al menos 4 meses del 2010. El propósito de la evaluación de los primeros meses del 2010 es el de encontrar el menor error acumulado y así elegir a la mejor familia para realizar el pronóstico de riesgo.

4.1.2.1. Vía contacto ante gerencia

Se consulta con el área de gerencia, para analizar el comportamiento en ventas de forma analítica en cada mes, para realizar el pronóstico de riesgo, y así tomar en cuenta las variables externas que están involucradas en el proceso productivo y que afecten a la demanda de un semestre dado.

4.1.2.2. Consulta de ventas de años anteriores

Según el departamento de ventas y datos estadísticos del área de producción para el 2008 se contemplaron las siguientes ventas, tanto en unidades como en quetzales. Ver tablas VIII y IX.

Tabla VIII. **Unidades de pan vendidas en 2008**

Año 2008			
Mes	Unidades vendidas	Mes	Unidades vendidas
Enero	126 000	Julio	138 000
Febrero	130 000	Agosto	135 000
Marzo	140 000	Septiembre	125 000
Abril	135 000	Octubre	130 000
Mayo	150 000	Noviembre	135 000
Junio	140 000	Diciembre	141 000

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

Tabla IX. **Unidades vendidas en quetzales en 2008**

Año 2008			
Mes	Unidades Q. vendidas	Mes	Unidades Q. vendidas
Enero	94 500,00	Julio	103 500,00
Febrero	97 500,00	Agosto	101 250,00
Marzo	105 000,00	Septiembre	93 750,00
Abril	101 250,00	Octubre	97 500,00
Mayo	112 500,00	Noviembre	101 250,00
Junio	105 000,00	Diciembre	105 750,00

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

Tabla X. **Unidades de pan vendidas en 2009**

Año 2009			
Mes	Unidades vendidas	Mes	Unidades vendidas
Enero	123 000	Julio	148 000
Febrero	140 000	Agosto	145 000
Marzo	142 000	Septiembre	135 000
Abril	135 000	Octubre	129 500
Mayo	145 000	Noviembre	132 000
Junio	148 000	Diciembre	140 000

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

Tabla XI. **Unidades vendidas en quetzales en 2009**

Año 2009			
Mes	Unidades Q. vendidas	Mes	Unidades Q. vendidas
Enero	92 250,00	Julio	111 000,00
Febrero	105 000,00	Agosto	108 750,00
Marzo	106 500,00	Septiembre	101 250,00
Abril	101 250,00	Octubre	97 125,00
Mayo	108 750,00	Noviembre	99 000,00
Junio	111 000,00	Diciembre	105 000,00

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

El historial de ventas que llevan hasta el momento en producción desde el mes de enero hasta julio para el 2010 se muestra en las tablas XII y XIII.

Tabla XII. **Unidades de pan vendidas en 2010**

Año 2010			
Mes	Unidades vendidas	Mes	Unidades vendidas
Enero	125 000	Julio	135 000
Febrero	128 000	Agosto	
Marzo	135 000	Septiembre	
Abril	125 000	Octubre	
Mayo	145 000	Noviembre	
Junio	142 000	Diciembre	

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

Tabla XIII. **Unidades vendidas en quetzales en 2010**

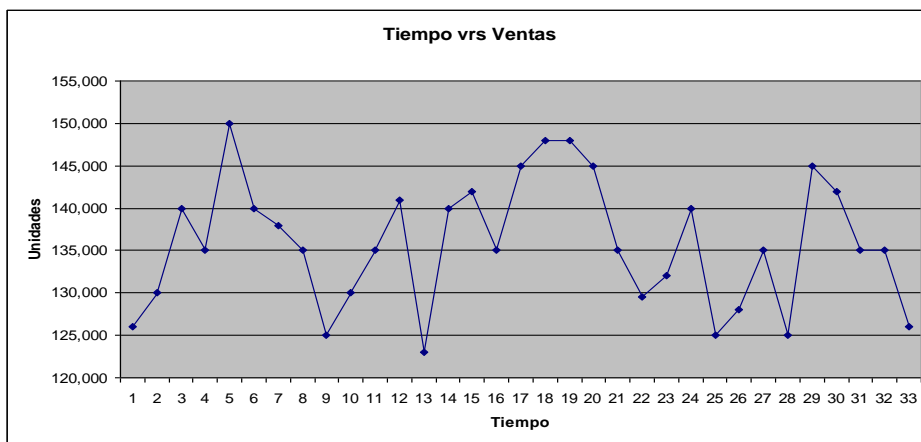
Año 2010			
Mes	Unidades Q. vendidas	Mes	Unidades Q. vendidas
Enero	93 750,00	Julio	101 250,00
Febrero	96 000,00	Agosto	
Marzo	101 250,00	Septiembre	
Abril	93 750,00	Octubre	
Mayo	108 750,00	Noviembre	
Junio	106 500,00	Diciembre	

Fuente: Departamento de ventas de Panadería La Fe.

4.1.3. Tipo de gráfica

Se realiza la gráfica de las ventas de 2008 y 2009 para evaluar y analizar el comportamiento en gráfica. Ver figura 18.

Figura 18. **Tiempo versus ventas**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3.1. Análisis

El comportamiento en grafica de las ventas en un período del 2008, 2009 y 2010, pertenece a las fluctuaciones que existen durante este tiempo. A simple vista no puede identificarse un comportamiento. Se concluye que tiene un comportamiento lineal, pero a la vez cíclico.

Es por ello que debe realizarse los diferentes métodos de las familias ascendentes y descendentes para evaluar la tendencia en la gráfica de tiempo vs. ventas, comparándolo con la familia cíclica, para evaluar cuál es el mejor método donde se obtenga el menor error acumulado.

4.1.4. Selección de la proyección

Para elegir qué familia y método de pronóstico debe utilizarse para realizar la proyección de unidades de ventas futuras de los meses finales del 2010, se deben comparar dos tipos de familias, las que más se identifiquen con la gráfica de ventas anteriores. Siendo las de regresión y cíclicas, analizando el menor error acumulado de ambas familias y eligiendo el mejor método (menor error acumulado).

Por lo tanto se puede seleccionar sin ningún riesgo la proyección para los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2010. Siempre teniendo cuidado de los cálculos que se realicen, tomando en cuenta todas las variables (unidades, índices, y variable dependiente e independiente) que se involucran en los pronósticos, para disminuir cualquier desviación de los datos reales.

4.1.4.1. Métodos a evaluar mediante familias de regresión

Se evaluarán los diferentes métodos de la familia ascendente y descendente, en el siguiente orden:

- Lineal: $Y = a + b(x)$
- Potencial: $Y = a x^b$
- Logarítmico: $Y = a + b \ln(x)$
- Exponencial: $Y = a e^{(b)(x)}$

Donde:

- Y = número de unidades en ventas en un tiempo dado
- X = mes el cual se está evaluando.

Así también, se evaluará la familia cíclica, por tal razón debido a que ésta toma sólo años enteros, se analizarán para el pronóstico de evaluación 24 datos, para ello se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Promedio horizontal = $(\text{Año1} + \text{Año2}) / 2$
- Promedio vertical = $\sum(\text{mes1} \dots \text{mes 24}) / 24$
- Índice = promedio horizontal / promedio vertical
- Pronóstico de evaluación = año2 * índice
- Pronóstico de riesgo = año 3 x índice
- Error = ventas – pronóstico de evaluación

A continuación se presentan los valores tanto de A como de B para los diferentes métodos de la familia ascendente y descendente que fueron calculados por el programa *Excel*.

Tabla XIV. **Variables a y b para modelos de regresión**

Lineal	A = 134 150
	B = 226,3
Potencial	A = 131 234
	B = 0,0181
Logarítmica	A = 131 373
	B = 2 456
Exponencial	A = 133 957
	B = 0,0017

Fuente: elaboración propia.

Para cada uno de los métodos se calculó el pronóstico de evaluación

Método lineal

- $Y = 134\ 150 + 226,3 (25) = 139\ 808$
- $Y = 134\ 150 + 226,3 (26) = 140\ 034$
- $Y = 134\ 150 + 226,3 (27) = 140\ 260$
- $Y = 134\ 150 + 226,3 (28) = 140\ 486$

Tabla XV. **Error acumulado para regresión lineal**

Ventas	Pronóstico de evaluación	Error	Error acumulado
125 000	139 808	-14 808	14 808
128 000	140 034	-12 034	26 841
135 000	140 260	-5 260	32 101
125 000	140 486	-15 486	47 588

Fuente: elaboración propia.

Método potencial

- $Y = 131\,234 \times 25^{0,0181} = 139\,107$
- $Y = 131\,234 \times 26^{0,0181} = 139\,206$
- $Y = 131\,234 \times 27^{0,0181} = 139\,301$
- $Y = 131\,234 \times 28^{0,0181} = 139\,393$

Tabla XVI. **Error acumulado para regresión potencial**

Ventas	Pronóstico de evaluación	Error	Error acumulado
125 000	139 107	-14 107	14 107
128 000	139 206	-11 206	25 313
135 000	139 301	-4 301	29 614
125 000	139 393	-14 393	44 006

Fuente: elaboración propia.

Método logarítmico

- $Y = 131\,373 + 2\,456 \ln(25) = 139\,279$
- $Y = 131\,373 + 2\,456 \ln(26) = 139\,375$
- $Y = 131\,373 + 2\,456 \ln(27) = 139\,468$
- $Y = 131\,373 + 2\,456 \ln(28) = 139\,557$

Tabla XVII. **Error acumulado para regresión logarítmica**

Ventas	Pronóstico de evaluación	Error	Error acumulado
125 000	139 279	-14 279	14 279
128 000	139 375	-11 375	25 653
135 000	139 468	-4 468	30 121
125 000	139 557	-14 557	44 678

Fuente: elaboración propia.

Método exponencial

- $Y = 133\,957e^{(0,0017)(25)} = 139\,773$
- $Y = 133\,957e^{(0,0017)(26)} = 140\,011$
- $Y = 133\,957e^{(0,0017)(27)} = 140\,249$
- $Y = 133\,957e^{(0,0017)(28)} = 140\,488$

Tabla XVIII. **Error acumulado para regresión exponencial**

Ventas	Pronóstico de evaluación	Error	Error acumulado
125 000	139 773	-14 773	14 773
128 000	140 011	-12 011	26 784
135 000	140 249	-5 249	32 033
125 000	140 488	-15 488	47 520

Fuente: elaboración propia.

Para obtener el pronóstico de evaluación de la familia cíclica se procede a extraer los índices para el 2008 y 2009 que se comparará con el 2010, se calcula de la siguiente manera:

Promedio horizontal (cantidades expresadas en unidades de pan)

- Enero = $(126\ 000 + 123\ 000) / 2 = 124\ 000$
- Febrero = $(130\ 000 + 140\ 000) / 2 = 135\ 000$
- Marzo = $(140\ 000 + 142\ 000) / 2 = 141\ 000$
- Abril = $(135\ 000 + 135\ 000) / 2 = 135\ 000$
- Mayo = $(150\ 000 + 145\ 000) / 2 = 147\ 500$
- Junio = $(140\ 000 + 148\ 000) / 2 = 144\ 000$
- Julio = $(138\ 000 + 148\ 000) / 2 = 143\ 000$
- Agosto = $(135\ 000 + 145\ 000) / 2 = 140\ 000$
- Septiembre = $(125\ 000 + 135\ 000) / 2 = 130\ 000$
- Octubre = $(130\ 000 + 129\ 500) / 2 = 129\ 750$
- Noviembre = $(135\ 000 + 132\ 000) / 2 = 133\ 500$
- Diciembre = $(141\ 000 + 140\ 000) / 2 = 140\ 500$

Promedio vertical

- $$\frac{126\,000 + 130\,000 + 140\,000 + \dots + 129\,500 + 132\,000 + 140\,000}{24}$$

$$\text{Promedio vertical} = 136\,979,17$$

Índice para el cálculo del pronóstico de evaluación

- Enero = $124\,500 / 136\,979,17 = 0,908897$
- Febrero = $135\,000 / 136\,979,17 = 0,985551$
- Marzo = $141\,000 / 136\,979,17 = 1,029354$
- Abril = $135\,000 / 136\,979,17 = 0,985551$

A continuación se presenta la tabla XIX donde se evalúa el pronóstico de evaluación para encontrar el error acumulado

Tabla XIX. **Error acumulado para familia cíclica**

Mes	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Promedio horizontal	índice	P. evaluación	Error	E. acumulado
Enero	126 000	123 000	125 000	124 500	0,908897	111 794	13 206	13 206
Febrero	130 000	140 000	128 000	135 000	0,985551	137 977	-9 977	23 183
Marzo	140 000	142 000	135 000	141 000	1,029,354	146 168	-11 168	34 351
Abril	135 000	135 000	125 000	135 000	0,985551	133 049	-8 049	42 400
Mayo	150 000	145 000	145 000	147 500				
Junio	140 000	148 000	142 000	144 000				
Julio	138 000	148 000	135 000	143 000				
Agosto	135 000	145 000		140 000				
Septiembre	125 000	135 000		130 000				
Octubre	130 000	129 500		129 750				
Noviembre	135 000	132 000		133 500				
Diciembre	141 000	140 000		140 500				

Fuente: elaboración propia.

Pronóstico de evaluación

- Enero = $123\ 000 \times 0,908897 = 111\ 794$
- Febrero = $140\ 000 \times 0,985551 = 137\ 977$
- Marzo = $142\ 000 \times 1,029354 = 146\ 168$
- Abril = $135\ 000 \times 0,985551 = 133\ 049$

4.1.4.2. Análisis y selección del mejor método

El análisis de cada una de las familias y sus métodos se da ante el menor error acumulado el cual es presentado en la siguiente tabla:

Tabla XX. Errores acumulados para ambas familias

Familia ascendentes y descendentes		Familia Cíclica	
Método	Error acumulado	Método	Error acumulado
Lineal	47 588	Índices	42 400
Potencial	44 006		
Logarítmica	44 678		
Exponencial	47 520		

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis realizado con anterioridad, tanto para las familias ascendentes/descendentes y cíclicas, por medio de la gráfica primaria, se toma como punto de criterio para la elección del mejor método, el menor error acumulado. Por lo que, el mejor método es la familia cíclica o de índices.

Por lo tanto, se desarrollará la proyección para los últimos meses del 2010. Este método evitará una serie de incertidumbres que puedan variar las ventas pronosticadas en el período.

4.1.4.3. Pronóstico de riesgo de producción

Como el mejor método es la familia cíclica, se procede a calcular el pronóstico de riesgo. Debido a que se deben tomar años enteros se procederá a tomar 2008 y 2009 para proyectar los últimos meses del 2010.

A continuación se presenta los cálculos efectuados para el pronóstico de riesgo. Tomando en cuenta, de igual manera, los 24 meses.

Promedio horizontal

Es el mismo que se calculó en el pronóstico de evaluación.

Promedio vertical

De igual forma, es el mismo que se calculó en el pronóstico de evaluación.

Índice para el cálculo del pronóstico de riesgo

- Agosto = $140\ 000 / 136\ 979,17 = 1,022053$
- Septiembre = $130\ 000 / 136\ 979,17 = 0,949049$
- Octubre = $129\ 750 / 136\ 979,17 = 0,947224$
- Noviembre = $133\ 500 / 136\ 979,17 = 0,974601$
- Diciembre = $140\ 500 / 136\ 979,17 = 1,025703$

A continuación se presenta en la tabla XXI en dónde se proyecta el pronóstico de riesgo para encontrar los últimos cinco meses del 2010.

Tabla XXI. **Pronóstico de riesgo para 2010**

Mes	Año 2010	Promedio horizontal	Índice	Pronóstico de riesgo
Enero	125 000			
Febrero	128 000			
Marzo	135 000			
Abril	125 000			
Mayo	145 000			
Junio	142 000			
Julio	135 000			
Agosto		140 000	1,022053	148 198
Septiembre		130 000	0,949049	128 122
Octubre		129 750	0,947224	122 666
Noviembre		133 500	0,974601	128 647
Diciembre		140 500	1,025703	143 598

Fuente: elaboración propia.

Pronóstico de riesgo

- Agosto = 145 000 x 1,022053 = 148 198
- Septiembre = 135 000 x 0,949049 = 128 122
- Octubre = 129 500 x 0,947224 = 122 666
- Noviembre = 132 000 x 0,974601 = 128 647
- Diciembre = 140 000 x 1,025703 = 143 598

4.2. Planificación de alimento de consumo de comida rápida

Para esta planificación, se tomarán las unidades requeridas del pronóstico de riesgo a producir como punto de partida e indicador principal, así también, las horas disponibles para la producción, los costos incurridos por materia prima, energía eléctrica, mano de obra y almacenaje.

4.2.1. Cálculo de tiempo efectivo de trabajo

El tiempo disponible para cada mes debe analizarse de forma detallada, para el calendario en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2010, considerando los asuetos, feriados y jornadas de ley, según lo expuesto en el capítulo 3.

Tabla XXII. Mes de agosto

Agosto	Semana	Lunes a viernes	Sábado
	1	5	1
	2	5	1
	3	5	1
	4	5	1
	5	2	0
		22	4

Fuente: elaboración propia.

Jornada diurna mes de agosto

- $HN = 22 (8 \text{ horas}) + 4 (4 \text{ horas}) = 192 \text{ horas.}$

Jornada mixta mes de agosto

- $HN = 22 (7 \text{ horas}) + 4 (7 \text{ horas}) = 182 \text{ horas}$

Horas extras para jornada mixta mes de agosto

- $HN = 22(5 \text{ horas}) + 4 (5 \text{ horas}) = 130 \text{ horas}$

Tabla XXIII. **Mes de septiembre**

Septiembre	Semana	Lunes a viernes	Sábado
	1	3	1
	2	5	1
	3	4	1
	4	5	1
	5	4	0
		21	4

Fuente: elaboración propia.

Jornada diurna mes de septiembre

- $HN = 21 (8 \text{ horas}) + 4 (4 \text{ horas}) = 184 \text{ horas.}$

Jornada mixta mes de septiembre

- $HN = 21 (7 \text{ horas}) + 4 (7 \text{ horas}) = 175 \text{ horas}$

Tabla XXIV. **Mes de octubre**

Octubre	Semana	Lunes a viernes	Sábado
	1	1	1
	2	5	1
	3	5	1
	4	4	1
	5	5	1
		20	5

Fuente: elaboración propia.

Jornada diurna mes de octubre

- $HN = 20 (8 \text{ horas}) + 5 (4 \text{ horas}) = 180 \text{ horas.}$

Jornada mixta mes de octubre

- $HN = 20 (7 \text{ horas}) + 5 (7 \text{ horas}) = 175 \text{ horas}$

Tabla XXV. **Mes de noviembre**

Noviembre	Semana	Lunes a viernes	Sábado
	1	4	1
	2	5	1
	3	5	1
	4	5	1
	5	2	0
		21	4

Fuente: elaboración propia.

Jornada diurna mes de noviembre

- $HN = 21 (8 \text{ horas}) + 4 (4 \text{ horas}) = 184 \text{ horas.}$

Jornada mixta mes de noviembre

- $HN = 21 (7 \text{ horas}) + 4 (7 \text{ horas}) = 175 \text{ horas}$

Tabla XXVI. **Mes de diciembre**

Diciembre	Semana	Lunes a viernes	Sábado
	1	3	1
	2	5	1
	3	5	1
	4	4	0
	5	4	0
		21	3

Fuente: elaboración propia.

Jornada diurna mes de diciembre

- $HN = 21 (8 \text{ horas}) + 3 (4 \text{ horas}) = 180 \text{ horas.}$

Jornada mixta mes de diciembre

- $HN = 21 (7 \text{ horas}) + 3 (7 \text{ horas}) = 168 \text{ horas}$

La disponibilidad de tiempo que tendrá la empresa para sus labores productivas serán las siguientes:

Tabla XXVII. **Horas diurnas y mixtas**

Mes	Hora normal diurna	Hora normal mixta
Agosto	192	182
Septiembre	184	175
Octubre	180	175
Noviembre	184	175
Diciembre	180	168

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Pre-análisis

El pre análisis es muy importante en cualquier proceso de planificación en el área de producción. Porque es allí donde se toman decisiones tales como: ¿Cuáles serán los lineamientos a seguir en cada mes de producción?, las decisiones van desde duplicar turnos, jornadas, invertir en horas extras. Esta fase es clave, ya que se toman los valores para ingresarlos a la matriz final.

Las variables involucradas en la matriz de pre análisis son dos: requerimiento y disponibilidad.

Requerimientos

Al establecer la proyección de los últimos meses del 2010, se podrá identificar cuántas horas requiere el departamento de producción para cumplir con el pedido. El procedimiento a seguir esta descrito en el capítulo 3 y el cálculo es el siguiente:

- Agosto = $148\ 198 \text{ panes} / (384 \text{ panes/hora}) = 386 \text{ horas}$
- Septiembre = $128\ 122 \text{ panes} / (384 \text{ panes/hora}) = 334 \text{ horas}$
- Octubre = $122\ 666 \text{ panes} / (384 \text{ panes/hora}) = 320 \text{ horas}$
- Noviembre = $128\ 647 \text{ panes} / (384 \text{ panes/hora}) = 336 \text{ horas}$
- Diciembre = $143\ 598 \text{ panes} / (384 \text{ panes/hora}) = 374 \text{ horas}$

Tabla XXVIII. **Matriz de pre análisis**

	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	J. Diurna	J. Mixta	J. Diurna	J. Diurna	J. Mixta	J. Diurna	J. Diurna	J. Mixta	J. Diurna	J. Diurna	J. Mixta	J. Diurna	J. Diurna	J. Mixta	
Disponibilidad	192	182	184	175	175	180	175	175	184	180	175	180	180	168	
Requerimiento	386			334			320			336			374		
Diferencia	0	-12	0	0	25	0	0	35	0	0	23	0	0	-26	
Acumulado	0	-12	0	0	13	0	0	48	0	0	71	0	0	45	
% utilización	100%	100%	100%	100%	86%	100%	100%	80%	100%	100%	87%	100%	100%	100%	
Plan	Horas extras			ningún plan			ningún plan			ningún plan			horas disponibles		

Fuente: elaboración propia.

Al analizar la matriz de pre-análisis se concluye que para los siguientes meses se tendrán las siguientes consideraciones.

- Agosto: para este mes la diferencia de horas es negativa, por lo tanto se debe recurrir a horas extras en este mes, el porcentaje de utilización es de 100% para la jornada diurna y de 100% para la mixta.
- Septiembre: el saldo es positivo con 25 horas disponibles, el plan que se implementará será únicamente resguardar las horas disponibles para la limpieza y orden, que en promedio son de una hora diaria al finalizar cada día de trabajo y pueden ser utilizadas para el mantenimiento. El porcentaje de utilización para la jornada diurna fue del 100% y para la jornada mixta del 86%.
- Octubre: para este mes el saldo son de 33 horas positivas. Por lo tanto se tiene horas disponibles para alguna eventualidad al no cumplir con la demanda en los meses siguientes, el porcentaje de utilización es de 100% para la jornada diurna y de 80% para la mixta.
- Noviembre: saldo positivo de 23 horas disponibles en la jornada mixta. El porcentaje de utilización fue del 100% para la jornada y del 87% para la mixta.

- Diciembre: saldo negativo de 26 horas que se requieren adicional, por lo tanto, se recurrirá al mes de noviembre ocupando las 23 horas disponibles que existen y, además se utilizarán 3 horas del mes de octubre, ya que no existe ningún inconveniente en ser utilizadas, con la condición de aumentar el costo de almacenaje en cada mes. El porcentaje de utilización también fue del 100% para ambas jornadas, por lo que se concluye que hasta el momento la línea está trabajando a toda su capacidad disponible.

Finalmente, se concluye que el análisis es el idóneo y las horas disponibles son utilizadas en su mayoría; la jornada diurna trabaja al 100% en este período. Con las horas restantes que existen en los meses de septiembre y octubre pueden utilizarse para limpieza, o mantenimiento de maquinarias, paredes, hornos e iluminación. Por lo tanto, optimizar de la mejor manera la matriz final para obtener el menor costo total de producir los panes tipo alemán para los últimos meses del 2010.

4.2.3. Matriz final

La matriz final se realiza por el método de transporte conocido como esquina noroeste, con ello se programan las horas que se requieren y las que se disponen, en sí son los datos trasladados de la matriz de pre-análisis, con la variante que ésta incluye costos y se observa de forma detallada las horas utilizadas mes por mes, incluyendo los costos de almacenaje.

De esta matriz se parte para conocer el costo total planificado para producción.

Para la Panadería La Fe es importante que se planifique, al menos cada semestre las actividades productivas, con el fin de conocer un estimado de horas: disponibles, requeridas, extras necesarias, costo total, costo total adicional (con almacenaje extra), y análisis mes por mes. A continuación se presenta la matriz final de Panadería La Fe. (Ver tabla XXIX).

Tabla XXIX. **Matriz final**

	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Diurna	Mixta	Horas extras	Diurna	Mixta		Diurna	Mixta		Diurna	Mixta		Diurna	Mixta	
	192	182	130	184	175		180	175		184	175		180	175	168
Agosto	386	Q.233,95/hora	Q.251,12/hora	Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora	Q.251,12/hora
	192	182	12	184	175		180	175		184	175		180	175	168
Septiembre	334			Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora		Q.233,95/hora	Q.251,12/hora	Q.251,12/hora
	0	0		184	150		0	175		0	175		0	175	168
Octubre	320			0	25		0	180		0	180		0	180	168
	0	0		0	0		0	Q.233,95/hora		0	Q.251,12/hora		0	Q.251,12/hora	Q.251,12/hora
Noviembre	336			0	25		0	180		0	180		0	180	168
	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	168
Diciembre	374			0	25		0	0		0	0		0	0	168
	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	168
	0	0		0	25		0	0		0	32		0	0	0

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Costo total

Para establecer el costo total es necesario identificar el costo que intervienen en la producción. Éstos fueron calculados en el capítulo 3 y 4 respectivamente.

Tabla XXX. Costo para jornadas diurna y mixta

	Hora normal jornada diurna	Hora normal jornada mixta	Hora extra jornada diurna	Hora extra jornada mixta
Costo por mano de obra	Q.120,25/hora	Q.137,42/hora	Q.180,38/hora	Q.206,13/hora
Costo por materia prima	Q.113,24/hora	Q.113,24/hora	Q.113,24/hora	Q.113,24/hora
Costo de almacenamiento	Q.0,4608/hora	Q.0,4608/hora	Q.0,4608/hora	Q.0,4608/hora
Costo Total.	Q.233,95/hora	Q.251,12/hora	Q.294,08/hora	Q.319,83/hora

Fuente: elaboración propia.

El costo por electricidad es constante para cada mes, debido al convenio que se tiene con la compañía eléctrica, al mes se cancela alrededor de Q.5 000,00.

A continuación se describe el costo de cada mes, para encontrar el costo total de producir en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

- Agosto

$$[192 \text{ horas} \times \text{Q.}233,95/\text{hora}] + [182 \text{ horas} \times \text{Q.}251,12/\text{hora}] \\ + [12 \text{ horas} \times \text{Q.}319,83/\text{hora}] =$$

$$\text{Q.}94\,460,20 + \text{Q.}5\,000.00 \text{ (luz eléctrica)} = \text{Q.} 99\,460,20$$

- Septiembre

$$[184 \text{ horas} \times \text{Q.}233,95/\text{hora}] + [150 \text{ horas} \times \text{Q.}251,12/\text{hora}] \\ + [25 \text{ horas} \times \text{Q.}137,42/\text{hora}] =$$

$$\text{Q.}84\,150.30 + \text{Q.}5\,000.00 \text{ (luz eléctrica)} = \text{Q.} 89\,150,30$$

- Octubre

$$[180 \text{ horas} \times \text{Q.}233,95/\text{hora}] + [140 \text{ horas} \times \text{Q.}251,12/\text{hora}] + [3 \text{ horas} \times \\ \text{Q.}252,04] + [32 \times \text{Q.}137,42/\text{hora}] =$$

$$\text{Q.} 82\,421,36 + \text{Q.}5\,000.00 \text{ (luz eléctrica)} = \text{Q.} 87\,421,36$$

- Noviembre

$$[184 \text{ horas} \times \text{Q.}233\,95/\text{hora}] + [152 \text{ horas} \times \text{Q.}251,12/\text{hora}] \\ + [23 \text{ horas} \times \text{Q.}251,58/\text{hora}] =$$

$$\text{Q.} 87\,003,38 + \text{Q.}5\,000.00 \text{ (luz eléctrica)} = \text{Q.} 92\,003,38$$

- Diciembre

$$[180 \text{ horas} \times \text{Q.}233,95/\text{hora}] + [168 \text{ horas} \times \text{Q.}251,12/\text{hora}] =$$

$$\text{Q. } 84\,299,16 + \text{Q.}5\,000.00 \text{ (luz eléctrica)} = \text{Q. } 89\,299,16$$

El costo total planificado para producción de los últimos 5 meses del 2010 es de = Q. 457 334,40

4.3. Elaboración de manejo de materiales

El manejo y buen uso de los inventarios de materia prima es primordial en todo proceso de planificación, el buen uso de estas herramientas garantiza que las operaciones de fabricación no se verán interrumpidas por falta de materia prima.

Comenzar el manejo de materiales con una existencia inicial, la cual es la cantidad mínima de materia prima que se tiene al principio de realizar la planificación de producción. En la empresa se tiene una existencia inicial, presentada en la tabla XXXI.

Tabla XXXI. **Inventario inicial de ingredientes**

Ingredientes	Cantidad disponible
Harina	75 quintales
Manteca	25 cajas 1 caja = 27 libras
Azúcar	10 quintales
Levadura	10 cajas 1 caja = 32 libras
Sal	2 quintales

Fuente: elaboración propia.

También se deben conocer los requerimientos de producción. A continuación se describen éstos para los meses proyectados a planificar. Ver tabla XXXII.

Tabla XXXII. **Requerimientos para el año 2010**

Mes	Cantidad de panes
Agosto	148 198
Septiembre	128 122
Octubre	122 666
Noviembre	128 647
Diciembre	143 598

Fuente: elaboración propia.

Las cantidades requeridas de ingredientes para cada *batch* de producción se describen en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Consumo por *batch***

Ingredientes	Cantidad/<i>batch</i>
Harina	4 arrobas
Manteca	6 libras
Azúcar	6 libras
Levadura	2 libras
Sal	1 libra

Fuente: elaboración propia.

- Explosión de materiales: el manejo de materiales controla los ingredientes y no los productos, de esta manera se necesita saber en cuántos productos va incluido el mismo ingrediente, obteniendo la cantidad final del mismo. Por ello, es necesario conocer los requerimientos con la siguiente fórmula, para luego realizar la explosión de cada uno de los materiales.

Requerimientos de materia prima =

$$[\text{Pronóstico de riesgo}] \times [\text{cantidad}/\textit{batch}]$$

Un aspecto importante a considerar es trabajar todos los materiales, ya sea en quintales o cajas, debe trabajarse con un mismo sistema de medidas para llevar un mejor control, por lo que debe recurrirse a conversiones. A continuación se presentan los cálculos de requerimientos para cada material que conforma el pan tipo alemán en los diferentes meses que se planificarán, y así posteriormente realizar la explosión de materiales.

- Requerimientos para la harina
 - Agosto = $148\,198 \text{ panes} \times 4 \text{ arrobas} / 840 \text{ panes} = 706 \text{ arrobas}$
 $706 \text{ arrobas} \times 1 \text{ quintal} / 4 \text{ arrobas} = 177 \text{ quintales}$
 - Septiembre = $128\,122 \text{ panes} \times 4 \text{ arrobas} / 840 \text{ panes} = 611 \text{ arrobas}$
 $611 \text{ arrobas} \times 1 \text{ quintal} / 4 \text{ arrobas} = 153 \text{ quintales}$
 - Octubre = $122\,666 \text{ panes} \times 4 \text{ arrobas} / 840 \text{ panes} = 585 \text{ arrobas}$
 $585 \text{ arrobas} \times 1 \text{ quintal} / 4 \text{ arrobas} = 147 \text{ quintales}$
 - Noviembre = $128\,647 \text{ panes} \times 4 \text{ arrobas} / 840 \text{ panes} = 613 \text{ arrobas}$
 $613 \text{ arrobas} \times 1 \text{ quintal} / 4 \text{ arrobas} = 154 \text{ quintales}$
 - Diciembre = $143\,598 \text{ panes} \times 4 \text{ arrobas} / 840 \text{ panes} = 684 \text{ arrobas}$
 $684 \text{ arrobas} \times 1 \text{ quintal} / 4 \text{ arrobas} = 171 \text{ quintales}$
- Requerimientos para manteca y azúcar, debido al mismo manejo, para cada *batch* de producción
 - Agosto = $148\,198 \text{ panes} \times 6 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 1\,059 \text{ libras}$
 Azúcar = $1\,059 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 11 \text{ quintales}$
 Manteca = $1\,059 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 27 \text{ libras} = 40 \text{ cajas}$
 - Septiembre = $128\,122 \text{ panes} \times 6 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 916 \text{ libras}$
 Azúcar = $916 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 9,5 \text{ quintales}$
 Manteca = $916 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 27 \text{ libras} = 34 \text{ cajas}$

- Octubre = $122\ 666 \text{ panes} \times 6 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 877 \text{ libras}$
Azúcar = $877 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 9 \text{ quintales}$
Manteca = $877 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 27 \text{ libras} = 33 \text{ cajas}$
- Noviembre = $128\ 647 \text{ panes} \times 6 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 919 \text{ libras}$
Azúcar = $919 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 9,5 \text{ quintales}$
Manteca = $919 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 27 \text{ libras} = 34 \text{ cajas}$
- Diciembre = $143\ 598 \text{ panes} \times 6 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 1\ 026 \text{ libras}$
Azúcar = $1\ 026 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 10,5 \text{ quintales}$
Manteca = $1\ 026 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 27 \text{ libras} = 38 \text{ cajas}$
- Requerimientos para levadura
 - Agosto = $148\ 198 \text{ panes} \times 2 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 353 \text{ libras}$
 $353 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 32 \text{ libras} = 11 \text{ cajas}$
 - Septiembre = $128\ 122 \text{ panes} \times 2 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 305 \text{ libras}$
 $305 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 32 \text{ libras} = 10 \text{ cajas}$
 - Octubre = $122\ 666 \text{ panes} \times 2 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 292 \text{ libras}$
 $292 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 32 \text{ libras} = 9 \text{ cajas}$
 - Noviembre = $128\ 647 \text{ panes} \times 2 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 307 \text{ libras}$
 $307 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 32 \text{ libras} = 10 \text{ cajas}$
 - Diciembre = $143\ 598 \text{ panes} \times 2 \text{ libras} / 840 \text{ panes} = 342 \text{ libras}$
 $342 \text{ libras} \times 1 \text{ caja} / 32 \text{ libras} = 11 \text{ cajas}$

- Requerimientos para la Sal
 - Agosto = $148\,198 \text{ panes} \times 1 \text{ libra} / 840 \text{ panes} = 177 \text{ libras}$
 $177 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 2 \text{ quintales}$
 - Septiembre = $128\,122 \text{ panes} \times 1 \text{ libra} / 840 \text{ panes} = 153 \text{ libras}$
 $153 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 2 \text{ quintales}$
 - Octubre = $122\,666 \text{ panes} \times 1 \text{ libra} / 840 \text{ panes} = 146 \text{ libras}$
 $146 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 1,5 \text{ quintales}$
 - Noviembre = $128\,647 \text{ panes} \times 1 \text{ libra} / 840 \text{ panes} = 154 \text{ libras}$
 $154 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 2 \text{ quintales}$
 - Diciembre = $143\,598 \text{ panes} \times 1 \text{ libra} / 840 \text{ panes} = 171 \text{ libras}$
 $171 \text{ libras} \times 1 \text{ quintal} / 100 \text{ libras} = 2 \text{ quintales}$

Al establecer los requerimientos de materia prima que se tiene por cada ingrediente se procede a la explosión de materiales, que consiste en sumar los requerimientos de cada mes y establecer un planificado (total), que servirá para la planificación de inventarios. Ver tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. **Explosión de materiales**

Ingrediente	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Harina	177	153	147	154	171	802
Manteca	40	34	33	34	38	179
Azúcar	11	9,5	9	9,5	10,5	49,5
Levadura	11	10	9	10	11	51
Sal	2	2	1,5	2	2	9,5

Fuente: elaboración propia.

Es importante conocer el promedio de llegada de pedidos para cada uno de los materiales, para este caso se conocieron los últimos 4 pedidos. Ver tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Tasa de llegada de pedidos**

Ingrediente	Pedido 1 en días	Pedido 2 en días	Pedido 3 en días	Pedido 4 en días
Harina	15	12	13	12
Manteca	7	5	10	6
Azúcar	8	3	4	3
Levadura	6	7	5	6
Sal	8	10	8	12

Fuente: elaboración propia.

Conocer un promedio de llegada para cada uno de los materiales, con la finalidad de establecer índices que establezcan el *stock* mínimo, nivel de reorden y nivel máximo. A continuación se presentan los cálculos para cada ingrediente.

- Promedio de llegada de pedidos anteriores de harina
 - $\text{Media} = [15 \text{ días} + 12 \text{ días} + 13 \text{ días} + 12 \text{ días}] / 4 = 13 \text{ días}$

- Promedio de llegada de pedidos anteriores de manteca
 - $\text{Media} = [7 \text{ días} + 5 \text{ días} + 10 \text{ días} + 6 \text{ días}] / 4 = 7 \text{ días}$

- Promedio de llegada de pedidos anteriores de azúcar
 - $\text{Media} = [8 \text{ días} + 3 \text{ días} + 4 \text{ días} + 3 \text{ días}] / 4 = 4,5 \text{ días}$

- Promedio de llegada de pedidos anteriores de levadura
 - $\text{Media} = [6 \text{ días} + 7 \text{ días} + 5 \text{ días} + 6 \text{ días}] / 4 = 6 \text{ días}$

- Promedio de llegada de pedidos anteriores de sal
 - $\text{Media} = [8 \text{ días} + 10 \text{ días} + 8 \text{ días} + 12 \text{ días}] / 4 = 9,5 \text{ días}$

4.3.1. Nivel teórico de consumo

Proporciona el consumo programado de materia prima en el tiempo, para calcular este dato se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{LTC} = [\text{Existencia inicial} / \text{planificado}] [\text{ciclo}]$$

Éste representa el tiempo real de consumo desde la existencia inicial hasta llegar al *stock* de seguridad. A continuación se calcula el nivel teórico de consumo para cada ingrediente.

- Harina
Línea teórica de consumo =
 - $[75 \text{ quintales} / 802 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 14 \text{ días}$

- Manteca
Línea teórica de consumo =
 - $[25 \text{ cajas} / 179 \text{ cajas}] [150 \text{ días}] = 20 \text{ días}$

- Azúcar
Línea teórica de consumo =
 - $[10 \text{ quintales} / 49.50 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 30 \text{ días}$

- Levadura
Línea teórica de consumo =
 - $[10 \text{ cajas} / 51 \text{ cajas}] [150 \text{ días}] = 29 \text{ días}$

- Sal
Línea teórica de consumo =
 - $[2 \text{ quintales} / 9.5 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 30 \text{ días}$

4.3.2. Política de reorden

Se determina el tiempo de entrega de los productos utilizados, está de acuerdo al promedio de entrega de los pedidos, donde se tomaron en cuenta la llegada de cuatro períodos anteriores. Primero se establece un índice el cual está dado por:

$$\text{RNR} = \text{promedio de llegada de pedidos}$$

Por lo tanto, este valor fue calculado en el promedio de llegada para cada uno de los ingredientes con anterioridad.

4.3.3. Política de *stock*

Empleado en los casos que el proveedor tiene retrasos inevitables e inoportunos en los tiempos con cierta periodicidad. Ya que una unidad adicional en el *stock* mínimo, representa un incremento en los costos del manejo de materiales. Viene dado por un índice que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{RSS} = \text{pedido más tardío} - \text{promedio de llegada de pedidos}$$

A continuación se presentan los índices para el cálculo de *stock* de seguridad para cada ingrediente.

- Harina
 $\text{RSS} = 15 \text{ días} - 13 \text{ días} = 2 \text{ días}$
- Manteca
 $\text{RSS} = 10 \text{ días} - 7 \text{ días} = 3 \text{ días}$
- Azúcar
 $\text{RSS} = 8 \text{ días} - 4,5 \text{ días} = 3,5 \text{ días}$
- Levadura
 $\text{RSS} = 7 \text{ días} - 6 \text{ días} = 1 \text{ días}$

- Sal
RSS = 12 días – 9,5 días = 2,5 días

Obteniendo el índice se calcula el *stock* de seguridad que viene dado por la siguiente fórmula:

$$S.S. = [\text{Planificado} / \text{ciclo}] [\text{RSS}]$$

- Harina
Stock de seguridad = [802 quintales / 150 días] x [2 días] = 11 quintales
- Manteca
Stock de seguridad = [179 cajas / 150 días] x [3 días] = 4 cajas
- Azúcar
Stock de seguridad = [49,5 quintales / 150 días] x [3,5 días] = 1,5 quintales
- Levadura
Stock de seguridad = [51 cajas / 150 días] x [1 días] = 1 cajas
- Sal
Stock de seguridad = [9,5 quintales / 150 días] x [2,5 días] = 0,5 quintales

4.3.4. Nivel de reorden

Este punto indicará el momento en donde es necesario solicitar la materia prima, para asegurar un nivel de existencia óptimo en su punto más bajo, sin llegar al agotamiento. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{N.R.} = [\text{Planificado} / \text{ciclo}] [\text{RNR}]$$

El nivel de reorden para cada ingrediente se calcula a continuación.

- Harina
Nivel de reorden = $[802 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [13 \text{ días}] = 70 \text{ quintales}$
- Manteca
Nivel de reorden = $[179 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [7 \text{ días}] = 9 \text{ cajas}$
- Azúcar
Nivel de reorden = $[49,5 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [4,5 \text{ días}] = 2 \text{ quintales}$
- Levadura
Nivel de reorden = $[51 \text{ cajas} / 150 \text{ días}] \times [6 \text{ días}] = 2 \text{ cajas}$
- Sal
Nivel de reorden = $[9,5 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [9,5 \text{ días}] = 1 \text{ quintales}$

Nivel máximo: límite teórico el cual se establece como política de la empresa. Sin embargo, nunca se podrá llegar a este límite porque se incurre en un costo muy alto en almacenar y adquirir materia prima a grandes escalas, se establece únicamente para cálculos de la grafica de materiales debido a que son productos perecederos.

El índice que maneja es: $r_{\text{max}} =$ política de la empresa. Se contempla una política de 60 días.

La fórmula del nivel máximo es la siguiente:

$$NMAX = [\text{Planificado} / \text{ciclo}] [\text{rnmax}]$$

A continuación se detalla el cálculo del nivel máximo para cada uno de los ingredientes.

- Harina
Nivel máximo = $[802 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [60 \text{ días}] = 321 \text{ quintales}$
- Manteca
Nivel máximo = $[179 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [60 \text{ días}] = 72 \text{ cajas}$
- Azúcar
Nivel máximo = $[49,5 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [60 \text{ días}] = 20 \text{ quintales}$
- Levadura
Nivel máximo = $[51 \text{ cajas} / 150 \text{ días}] \times [60 \text{ días}] = 20 \text{ cajas}$
- Sal
Nivel máximo = $[9,5 \text{ quintales} / 150 \text{ días}] \times [60 \text{ días}] = 4 \text{ quintales}$

4.3.5. Pedido óptimo

Es la cantidad ideal de pedido que se realiza cada vez que la existencia real sobrepase el nivel de reorden. Un dato muy importante a ser tomado en cuenta en el cálculo, es el espacio de tiempo entre el *stock* mínimo y la línea teórica de consumo.

A este tiempo se le llama línea teórica de consumo, este valor sirve para regular estos espacios, ya que de no tomarlos en cuenta significaría agotamiento de materia prima en la reposición de la orden de abastecimiento en bodega.

La línea teórica de consumo da como resultado un período de agotamiento que se refleja en el eje del tiempo. En el diseño de sistema de manejo de materiales está de tal manera, que cualquier falla en el cálculo, se proyectará como faltante en el pedido de materia prima que obviamente no llegará a tiempo para cubrir la demanda real, siendo el único soporte el *stock* de seguridad. Para estos cálculos es indispensable la siguiente fórmula.

$$Q \text{ óptimo} = [2 \times \text{stock seguridad}] + N.R.$$

A continuación se detalla el pedido óptimo que deberá realizar Panadería La Fe para cada ingrediente en el momento oportuno.

- Harina
 $Q \text{ óptimo} = [2 \times 11 \text{ quintales}] + 70 \text{ quintales} = 92 \text{ quintales}$
- Manteca
 $Q \text{ óptimo} = [2 \times 4 \text{ cajas}] + 9 \text{ cajas} = 17 \text{ cajas}$
- Azúcar
 $Q \text{ óptimo} = [2 \times 1,5 \text{ quintales}] + 2 \text{ quintales} = 5 \text{ quintales}$
- Levadura
 $Q \text{ óptimo} = [2 \times 1 \text{ caja}] + 2 \text{ cajas} = 4 \text{ cajas}$

- Sal

$$Q \text{ optimo} = [2 \times 0,5 \text{ quintales}] + 1 \text{ quintales} = 2 \text{ quintales}$$

También es importante conocer un segundo límite teórico de consumo, debido a que luego de agotarse la existencia inicial, se reabastecerá con el pedido óptimo e ideal y éste se agotará con otro nivel teórico de consumo que deberá calcularse de nuevo. Se plantea la siguiente fórmula

$$L.T.C. 2 = [\text{existencia2} / \text{planificado}] [\text{ciclo}]$$

Donde: existencia2 = pedido optimo + *stock* de seguridad.

- Harina

$$\text{Existencia 2} = 92 \text{ quintales} + 11 \text{ quintales} = 103 \text{ quintales}$$

- Manteca

$$\text{Existencia 2} = 17 \text{ cajas} + 4 \text{ cajas} = 21 \text{ cajas}$$

- Azúcar

$$\text{Existencia 2} = 5 \text{ quintales} + 1,5 \text{ quintales} = 6,5 \text{ quintales}$$

- Levadura

$$\text{Existencia 2} = 4 \text{ cajas} + 1 \text{ cajas} = 5 \text{ cajas}$$

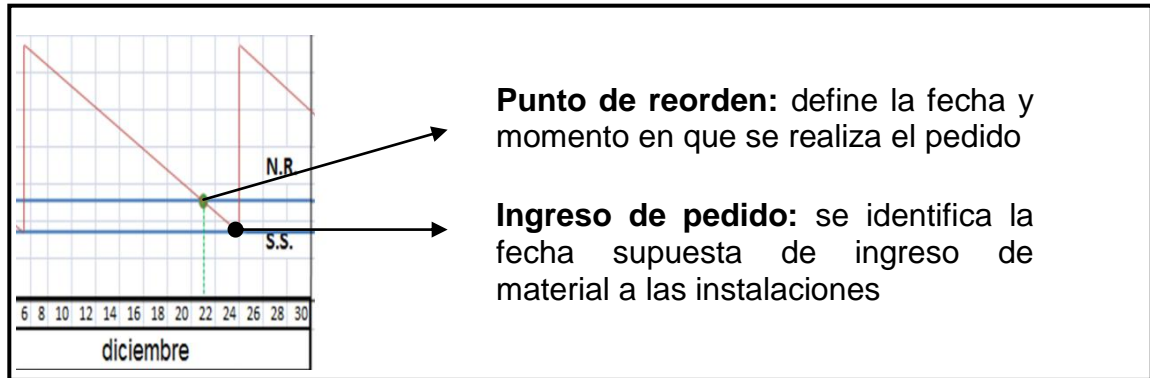
- Sal

$$\text{Existencia 2} = 2 \text{ quintales} + 0,5 \text{ quintales} = 2,5 \text{ quintales}$$

A continuación se calcula el nivel teórico de consumo para cada ingrediente.

- Harina
Línea teórica de consumo 2 =
 - $[103 \text{ quintales} / 802 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 20 \text{ días}$
- Manteca
Línea teórica de consumo 2=
 - $[21 \text{ cajas} / 179 \text{ cajas}] [150 \text{ días}] = 17 \text{ días}$
- Azúcar
Línea teórica de consumo 2 =
 - $[6,5 \text{ quintales} / 49,5 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 19 \text{ días}$
- Levadura
Línea teórica de consumo 2 =
 - $[5 \text{ cajas} / 51 \text{ cajas}] [150 \text{ días}] = 14 \text{ días}$
- Sal
Línea teórica de consumo 2 =
 - $[2,5 \text{ quintales} / 9,5 \text{ quintales}] [150 \text{ días}] = 40 \text{ días}$
- Calendario de pedidos: éste se realiza a través de las gráficas de los ingredientes, se debe visualizar el nivel de reorden y el *stock* mínimo, conociendo estos límites se establece la intersección de ellos con la demanda. Como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Punto de reorden



Fuente: elaboración propia.

Las gráficas de los ingredientes como: harina, levadura, sal, azúcar y manteca se adjuntan en el apéndice. De cada gráfica se obtuvieron las fechas de pedido y entrega guiados por el calendario 2010.

- Pedidos de azúcar en el 2010

Tabla XXXVI. Fecha de ingreso y toma de pedidos de azúcar

	Agosto	Septiembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Diciembre
Pedido	27/08/2010	16/09/2010	04/10/2010	23/10/2010	13/11/2010	01/12/2010	21/12/2010
Ingreso	30/08/2010	20/09/2010	08/10/2010	27/10/2010	16/11/2010	06/12/2010	27/12/2010
Cantidad	5 quintales						

Fuente: elaboración propia.

Realizar, según el análisis de gráfica, al menos 7 pedidos de 5 quintales de esta manera y orden:

- 1 pedido en el mes de agosto (día 27)
- 1 pedido en el mes de septiembre (día 16)
- 2 pedidos en el mes de octubre (día 4 y 23)
- 1 pedido en el mes de noviembre (día 13)
- 2 pedidos en el mes de diciembre (día 1 y 21)

- Pedidos de harina en el 2010

Tabla XXXVII. **Fecha de ingreso y toma de pedidos de harina**

	Agosto	Agosto	Septiembre	Septiembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre
Pedido	02/08/2010	21/08/2010		14/09/2010	08/10/2010	28/10/2010		20/11/2010		13/12/2010
Ingreso	14/08/2010		06/09/2010	29/09/2010	20/10/2010		12/11/2010		04/12/2010	27/12/2010
Cantidad	92 quintales									

Fuente: elaboración propia.

Realizar, según el análisis de gráfica, al menos 7 pedidos de 92 quintales de esta manera y orden:

- 2 pedidos en el mes de agosto (día 2 y 21)
- 1 pedido en el mes de septiembre (día 14)
- 2 pedidos en el mes de octubre (día 8 y 28)
- 1 pedido en el mes de noviembre (día 20)
- 1 pedido en el mes de diciembre (día 13)

- Pedidos de sal en el 2010

Tabla XXXVIII. **Fecha de ingreso y toma de pedidos de sal**

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pedido	20/08/2010	29/09/2010		10/11/2010	21/12/2010
Ingreso	30/08/2010		11/10/2010	20/11/2010	31/12/2010
Cantidad	2 Quintales				

Fuente: elaboración propia.

Realizar, según el análisis de gráfica al menos 4 pedidos de 2 quintales de esta manera y orden:

- 1 pedido en el mes de agosto (día 20)
- 1 pedido en el mes de septiembre (día 29)
- 1 pedido en el mes de noviembre (día 10)
- 1 pedido en el mes de diciembre (día 21)

- Pedido de manteca en el 2010

Tabla XXXIX. **Fecha de ingreso y toma de pedidos de manteca**

	Agosto	Septiembre	Septiembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Pedido	16/08/2010	01/09/2010	18/09/2010	05/10/2010	23/10/2010	11/11/2010	26/11/2010		14/12/2010	30/12/2010
Ingreso	20/08/2010	07/09/2010	24/09/2010	11/10/2010	28/10/2010	15/11/2010		02/12/2010	20/12/2010	
Cantidad	17 Cajas									

Fuente: elaboración propia.

Realizar, según el análisis de gráfica al menos 9 pedidos de 17 cajas de esta manera y orden:

- 1 pedido en el mes de agosto (día 16)
- 2 pedidos en el mes de septiembre (día 1 y 18)
- 2 pedidos en el mes de octubre (día 5 y 23)
- 2 pedidos en el mes de noviembre (día 11 y 26)
- 2 pedidos en el mes de diciembre (día 14 y 30)

- Pedido de levadura en el 2010

Tabla XL. **Fecha de ingreso y toma de pedidos de levadura**

	Agosto	Septiembre	Septiembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre
Pedido	25/08/2010	10/09/2010	24/09/2010	09/10/2010	22/10/2010	06/11/2010	20/11/2010	03/12/2010	20/12/2010
Ingreso	30/08/2010	13/09/2010	27/09/2010	11/10/2010	25/10/2010	10/11/2010	23/11/2010	07/12/2010	23/12/2010
Cantidad	4 cajas								

Fuente: elaboración propia.

Realizar según el análisis de gráfica al menos 9 pedidos de 4 cajas de esta manera y orden:

- 1 pedido en el mes de agosto (día 25)
- 2 pedidos en el mes de septiembre (día 10 y 24)
- 2 pedidos en el mes de octubre (día 9 y 22)
- 2 pedidos en el mes de noviembre (día 6 y 20)
- 2 pedidos en el mes de diciembre (día 3 y 20)

5. SEGUIMIENTO Y CONTROL

5.1. Seguimiento de ventas reales versus pronosticados

El seguimiento y posterior evaluación de los pronósticos a través de las ventas reales es importante para evaluar la eficiencia de los cálculos realizados en la planificación, y las mejoras que deban realizarse para cumplir con las metas de producción.

Éste deberá llevarse a cabo por medio del contacto de los departamentos que estén asociados a la producción como a la venta del producto, a que ambos proporcionan información importante que establece la producción y las ventas que se realizan en cada mes.

La información debe ser analizada por un analista que conozca el tema de pronósticos a exactitud, el cual deberá detallar la información recopilada en cuanto a producción. Estos reportes de producción deberán ser lo más específico posible, relativo a producción totalmente terminado y no en proceso.

Diariamente se analiza y se evalúan tres factores importantes que son: pronóstico, producto terminado y venta real. Para generar estos reportes se recomienda utilizar un formato que deberá ser llenado y sellado por el supervisor de producción y archivarlos cada semana.

Figura 20. **Reporte de producción**

Proceso de fabricación de pan tipo "alemán"			
Nombre del supervisor:			
Departamento:			
Mes:			
No. de Semana	Tipo de alimento	Producción programada	Producción realizada

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Contacto con administración

Debido a que la administración es parte fundamental de la organización, se identifican las ventas reales que hubo en cada mes que se planificó para evaluarlas con la producción obtenida a lo largo del tiempo, que sirve para detectar fallas de los planes y programas establecidos, y poder hacer las correcciones, mejoras y ajustes necesarios.

Las ventas realizadas en el ciclo planificado para el 2010 fueron de:

Tabla XLI. **Ventas reales del 2010**

Mes	Venta real en quetzales
Agosto	146 960,00
Septiembre	128 956,00
Octubre	123 841,00
Noviembre	132 482,00
Diciembre	140 937,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Contacto con área de producción

Esta área desempeña una labor importante, tiene la función de suministrar el producto que será distribuido a los diferentes clientes en el tiempo y momento exacto, generando ganancias para la empresa. El pronóstico tiene efecto directo con lo producido, debido a que si se logra lo planificado se cumplirá con las expectativas expuestas por la junta corporativa de Panadería La Fe.

La producción real en el ciclo planificado para el 2010 fue de:

Tabla XLII. **Producción real del año 2010**

Mes	Producción real en unidades de pan
Agosto	147,000
Septiembre	129,000
Octubre	124,000
Noviembre	132,500
Diciembre	141,000

Fuente: elaboración propia.

5.2. Acciones correctivas

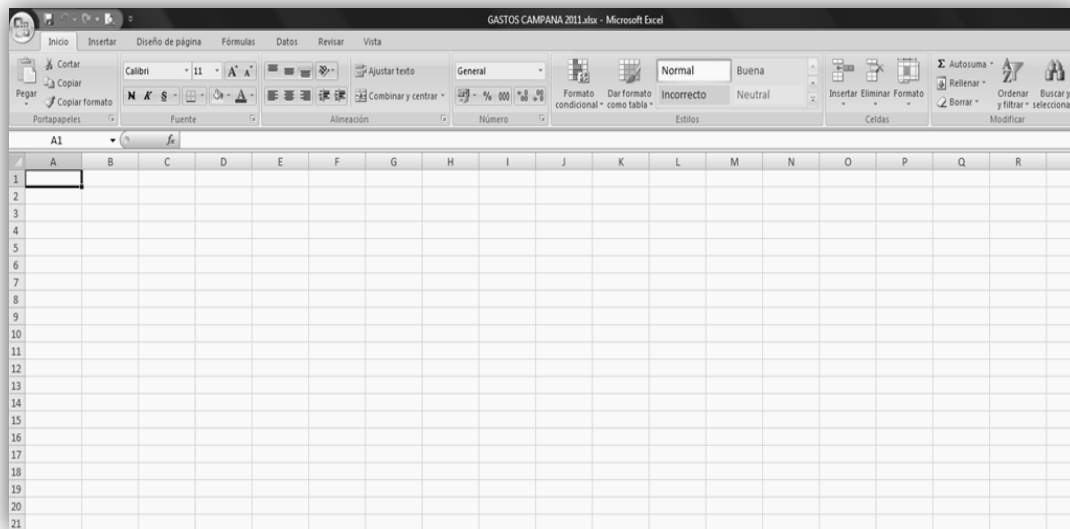
Es un conjunto de decisiones eficaces que se deben tomar cuando los planes originales, no den los resultados deseados. De manera que se debe investigar cuáles son las razones del retraso y con base a los resultados reales, emprender las acciones que se consideren necesarias para corregir las desviaciones que estén causando las dificultades por medio de diferentes herramientas analíticas, en cuanto a tener una producción estable y eficiente, y poder dar solución al problema cumpliendo con los objetivos deseados.

5.2.1. Capacitaciones en el pronóstico de ventas

Actualmente, la tecnología está al alcance de todas las personas y empresas. Por lo tanto, la existencia de programas de computación para producción son herramientas que sirven para la planificación instantánea y generar sistemas de simulación, para evaluar y anticiparse a eventos en que pueda verse afectada la organización.

Para ello, la capacitación desempeña un factor importante, debido a que no todos conocen el manejo de *software* enfocados a la planificación de producción. Por lo tanto, el manejo eficiente de *software* será de utilidad para la empresa Panadería La Fe, se procederá a capacitar al personal de gerencia y producción para que puedan desarrollar los pronósticos con el menor error posible a través de programas que faciliten los cálculos. El programa más común es: el *Microsoft Excel 2007*, el cual consiste en una hoja matemática, de fácil ingreso de datos y tabulación de los mismos, despliega gráficas, fórmulas matemáticas y estadísticas. A la vez, éstas pueden ser evaluadas y verificadas para tomar decisiones.

Figura 21. **Microsoft Excel**



Fuente: elaboración propia.

Las herramientas que se utilizarán es datos y en ella, análisis de datos, a partir de ahí se puede calcular los tipos de regresión ingresando las variables independientes (X) y dependiente (Y).

Datos que se utilizan para tomar un criterio de decisión:

- Coeficiente de correlación: indica la relación entre variable dependiente e independiente, por lo tanto se debe ser mayor a valores críticos de la tabla del apéndice.
- Coeficiente de determinación: indica el grado de certeza en que se está realizando el pronóstico, por ejemplo: si el coeficiente de determinación es del 83%, indica que se estará cometiendo un error del 17% al realizar el pronóstico.

- Valor crítico de F: éste debe ser menor al 5%, porque se deberá tomar un nivel de confianza del 95%.
- Prueba de hipótesis: en la tabla desplegada por *Excel*, debe evaluarse la probabilidad, en el análisis de varianza, en este caso si se desea un nivel de confianza del 95%, y evaluando una curva normal con dos colas, la probabilidad debe ser menor que el 2,5%. para que se indique que esta variable sí explica el fenómeno de pronóstico de ventas.

Microsoft Excel es una herramienta de fácil acceso, pero si se desea un programa más completo también existe *SPSS Inc.* que es una herramienta estadística que analiza más variables y funciona como *Excel*. Éstas son las dos propuestas en *software* que se pueden implementar en la Panadería La Fe, a través de una capacitación constante.

5.2.2. Capacitaciones en la programación de producción

Toda capacitación al personal, con respecto a programas de producción, es una tarea difícil, debido a que por cultura la mayoría de personas no tienen la costumbre de planificar y programar sus actividades. Además, el programar no sólo consiste en asignar tiempo y recursos humanos, va más allá de una simple asignación.

Es por ello, que para iniciar una inducción con el objetivo de crear conciencia en programar las actividades del área de producción, se deberá empezar a capacitar en la realización de planes de producción para cada semana, llevando un control y asignación de actividades para cada personal.

5.3. Herramientas de comparación

Entre las herramientas de comparación que deben utilizarse en la empresa Panadería La Fe están:

- Diagramas de flujo: consiste en representar hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos. Expresa gráficamente las distintas operaciones de la Panadería La Fe que componen un procedimiento o parte de éste, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, entre otros.
- Gráficos de control: algunas características de calidad no pueden ser representadas convenientemente por medio de variables cuantitativas. Aquellas características no medibles se denominan atributos. Los datos de tipo atributo tienen solamente dos valores: conforme o no conforme, pasa o no pasa, funciona o no funciona y presente o ausente.

Para ello es necesario identificar tres límites que denotarán si el producto está bajo control estadístico. Estos límites son: línea de control inferior (LCI), línea de control central (LCC) y línea de control superior (LCS). El objetivo de utilizar un gráfico de control en la Panadería La Fe, será producir cumpliendo el objetivo que se planteó en la planificación anterior, sin descuidar la calidad del producto que es la cualidad principal del mismo.

Existen cuatro tipos de gráficos:

- Gráfico p para porcentajes defectuosos
 - Gráfico np para el número de unidades defectuosas
 - Gráfico c para el número de defectos
 - Gráfico u para el número de defectos por unidad inspeccionada
-
- Histograma: es un tipo esencial de gráfico de barras que se puede utilizar para comunicar información sobre las variaciones de un proceso y/o decisiones enfocándose en los esfuerzos de mejora que se han realizado. Para la Panadería La Fe se utilizará, para mostrar las variaciones cuando se proporcionan datos continuos como peso y tamaño del producto alimenticio.

5.4. Herramientas de evaluación

- Hojas de verificación: se le denomina también de control o de chequeo es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos de la producción de Panadería La Fe, respecto a determinados eventos como: horas de ingreso, cumplimiento de producción y anotación de determinados sucesos.

Esta técnica de recolección de datos se prepara de manera que su uso sea fácil y no interfiera con la actividad de quien realiza el registro. También funciona como punto de partida para la elaboración de gráficos de control debido a la obtención de datos. Con esta hoja de verificación se podrá evaluar si se está cumpliendo con los objetivos al comparar los datos obtenidos con los planificados.

- Diagrama causa y efecto: es una técnica gráfica que evaluará con claridad las relaciones entre un tema o problema de Panadería La Fe y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra. El diagrama causa y efecto tiene la forma de una espina de pescado y ayuda a analizar procesos en búsqueda de mejoras. También conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones más sencilla y económicas. Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante un determinado problema.
- Diagrama de pareto: es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema respecto al área de producción de Panadería La Fe que ayuda a identificar cuáles son los aspectos de importancia que hay que resolver. Se conoce también como diagrama 80 – 20 su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas (20%), producen la mayoría de los efectos (80%).

El objetivo consiste en identificar éste pequeño segmento de causas vitales para actuar de manera directa sobre él. El aplicar este diagrama tendrá como meta evaluar el funcionamiento del sistema productivo y de esta manera lograr que se cumpla con los objetivos de manera eficiente.

5.4.1. Identificación de variables cuantitativas

Para identificar y procesar la información de las variables que intervinieron en el proceso hay que analizar los datos recolectados en el área de administración y de producción para evaluarlos con la planificación realizada y conocer los rendimientos esperados, con ello tomar medidas correctivas.

Después de haber recopilado la información en los departamentos descritos, se debe ordenar y evaluar los datos obtenidos. De tal forma que se compare la producción real contra la planificada, en términos de unidades producidas tanto para administración y producción. La información dará como resultado el avance real en producción y las medidas correctivas que deban implementarse con la finalidad de realizar una planificación acertada.

La forma de calcular la tolerancia o margen de error para el pronóstico de producción será midiendo la cantidad esperada y la cantidad real de los datos obtenidos por el departamento de producción de los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Tolerancia o margen de error del pronóstico =

$$\text{Tolerancia} = \frac{(\text{Producción real} - \text{pronóstico de riesgo})}{\text{Producción real}}$$

Por lo tanto, los datos obtenidos en el pronóstico fueron los siguientes:

Tabla XLIII. Datos de pronóstico de riesgo

Mes	Pronóstico de riesgo en unidades de pan
Agosto	148 198
Septiembre	128 122
Octubre	122 666
Noviembre	128 647
Diciembre	143 598

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos del área de producción fueron los siguientes:

Tabla XLIV. **Producción real del 2010**

Mes	Producción real en unidades de pan
Agosto	147,000
Septiembre	129,000
Octubre	124,000
Noviembre	132,500
Diciembre	141,000

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta los cálculos realizados para estimar la tolerancia en cada mes del 2010.

Tabla XLV. **Tolerancias en porcentaje**

Mes	<u>(Producción real – pronóstico de riesgo)</u> Producción real	Tolerancia en porcentaje
Agosto	$(147\ 000 - 148\ 198) / 147\ 000$	-0,81%
Septiembre	$(129\ 000 - 128\ 122) / 129\ 000$	0,69%
Octubre	$(124\ 000 - 122\ 666) / 124\ 000$	1,09%
Noviembre	$(132\ 500 - 128\ 647) / 132\ 500$	2,3%
Diciembre	$(141\ 000 - 143\ 598) / 141\ 000$	-1,81%

Fuente: elaboración propia.

El margen de error que se presenta comparando el pronóstico de riesgo contra la producción real proyecta la tolerancia que debe incluirse la próxima vez que se realiza la planificación desde el pronóstico, tomando en cuenta este margen en variables como: tiempo, costo, materiales, entre otros.

Para estimar el pronóstico del 2011 se plantea el siguiente ejemplo:

Si se obtiene un pronóstico de riesgo para el mes de octubre de 123 000 unidades de pan tipo alemán deberá incluirse la tolerancia positiva del 1,09%. Por lo tanto, el pronóstico de riesgo es de $123\ 000 + 1\ 324 = 124\ 324$ panes. En caso contrario fuese el pronóstico de riesgo para el mes de diciembre de 145 000 unidades, entonces deberá incluirse la tolerancia negativa que en este caso es -1,81%. Por lo tanto, el pronóstico de riesgo quedaría de la siguiente manera: $145\ 000 - 2\ 672 = 142\ 328$ panes.

Esta tolerancia existe con la finalidad de tomar en cuenta el error que se puede incurrir al realizar un pronóstico, y así incluir en todo el proceso de planificación en variables como: tiempo, costos y materiales. Además, es importante que cada vez este margen de error se vaya actualizando, tomando en cuenta factores externos y socioeconómicos del país que puedan intervenir de manera directa o indirecta en la producción y venta del producto alimenticio.

Un dato importante es tomar en cuenta las ventas reales que existieron y no solamente la producción real, debido a los factores externos que se involucran en la intención de compra por parte del consumidor final. Por ello, también es necesario al realizar el proceso de planificación considerar si el producto es inelástico o elástico, la publicidad, el precio, la competencia y el mercado. Y así lograr una planificación íntegra con la finalidad de disminuir todos los riesgos e incertidumbres que puedan afectar una planificación eficiente.

CONCLUSIONES

1. Los costos que se ven involucrados en un proceso de planificación son: la materia prima, mano de obra (incluyendo el costo por hora normal y extra), energía eléctrica (evaluando los convenios que tengan con la empresa eléctrica), costo de almacenaje de producto terminado en un tiempo determinado, además de considerar el tiempo que se tiene para producir de manera eficiente.
2. El marco teórico vino a reforzar ideas y conceptos, con el fin de justificar cada procedimiento en el proceso de planificación y programación de actividades productivas. Fue importante obtener una serie de ideas que formularon una base sólida para desarrollar los diversos modelos y aplicaciones de la ingeniería a una industria alimenticia.
3. La planificación de la producción de la fábrica en la línea de producción corresponde al tipo de planificación de programación continua, debido a que constantemente produce los mismos productos y en cantidades grandes, estableciéndose un método de asignación para determinar el cumplimiento de los pronósticos de riesgos y los recursos de la planta tales como: mano de obra, tiempo de trabajo y maquinaria.

4. El control y manejo eficiente de materiales de producción podrá realizarse a través de considerar el consumo promedio de materiales por *batch*, así como la tasa de llegada de pedidos e inventario inicial. A través de un modelo de inventario de dientes de sierra podrá establecerse el momento justo e idóneo de realización y llegada de un pedido.
5. La realización de un modelo de pronóstico de producción basado en modelos de regresión debido a la capacidad de obtener información de los meses anteriores. El modelo requiere al menos dos períodos anteriores, en este caso de 2008 y 2009 para pronosticar los últimos meses del año 2010.
6. La capacidad actual instalada de la planta al trabajar en una jornada de producción no es la suficiente para cumplir con la demanda mensual. Por lo que se requiere utilizar dos jornadas debido a que no se cuenta con varias líneas de producción para duplicar el turno, y en algunos meses se deberá usar horas extras.
7. Al evaluar los datos obtenidos del pronóstico de riesgo versus el dato real de producción del 2010, se logra identificar el margen de tolerancia que debe tomarse en cuenta para el siguiente período y de esta manera obtener un pronóstico con mayor grado de certeza.

RECOMENDACIONES

1. La eficiencia del departamento de producción de Panadería La Fe mejorará sustancialmente, si los métodos expresados en el anterior trabajo de graduación son implementados paso a paso.
2. Como primer paso a realizar en la Panadería La Fe antes de cualquier modificación o implementación, es concientizar a las personas directamente involucradas en el proceso, de los beneficios que obtendrán todos, a través de la mejora continua y optimización de recursos.
3. Para que las medianas empresas sean más eficientes, es necesario mejorar las técnicas de administración de producción, procesos y tecnología actual.
4. En el departamento de producción de la Panadería La Fe es necesario concientizar de la necesidad de automatizar algunos procesos con la finalidad de ser más eficientes. Disminuyendo el rubro de costo por mano de obra, aumentando las unidades producidas, y así disminuir el costo unitario.
5. Al aplicar las técnicas de planificación en el departamento de producción la empresa podrá alcanzar los objetivos planteados en la planeación estratégica.

6. El departamento de producción debe realizar las medidas correspondientes para mantener la calidad del producto, manteniendo un estricto control en el proceso para que se mantenga en los límites establecidos y de esta manera no afecten al producto terminado.

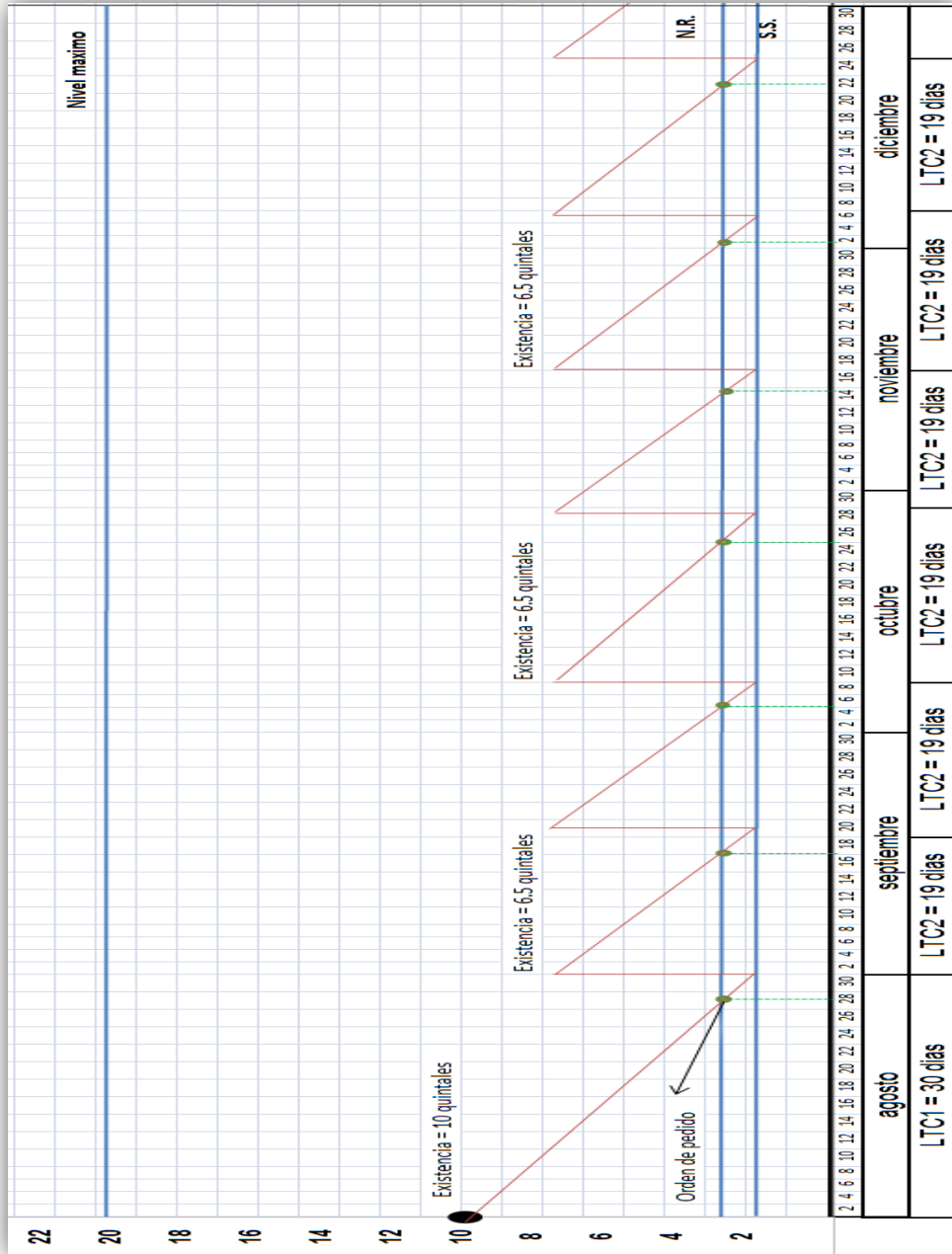
7. El éxito del sistema de control de la producción está en función en gran parte, de cumplir con los requisitos de información que éste requiere, por lo que deben desarrollarse los mismos con los parámetros sugeridos, para evitar desviaciones posteriores.

BIBLIOGRAFIA

1. FOGARTY, Donald W.; BLACKSTONE, John H.; HOFFMAN, Thomas Russell. *Administración de la producción e inventarios*. México: Continental, 1994. 994 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos*. 2da. ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 1998. 218 p.
3. GREEN, James H. *Control de la producción, sistemas y decisiones*. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, 1992. 143 p.
4. MUNDEL, Marvin Everett. *Estudio de tiempo y movimiento*. México: Continental, 1984. 799 p.
5. NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial*. 10^a ed. México: Alfaomega, 2001. 355 p.
6. TORRES MÉNDEZ, Sergio A. *Control de la producción*. Guatemala: Palacios, 2000. 82 p.

APÉNDICE 1

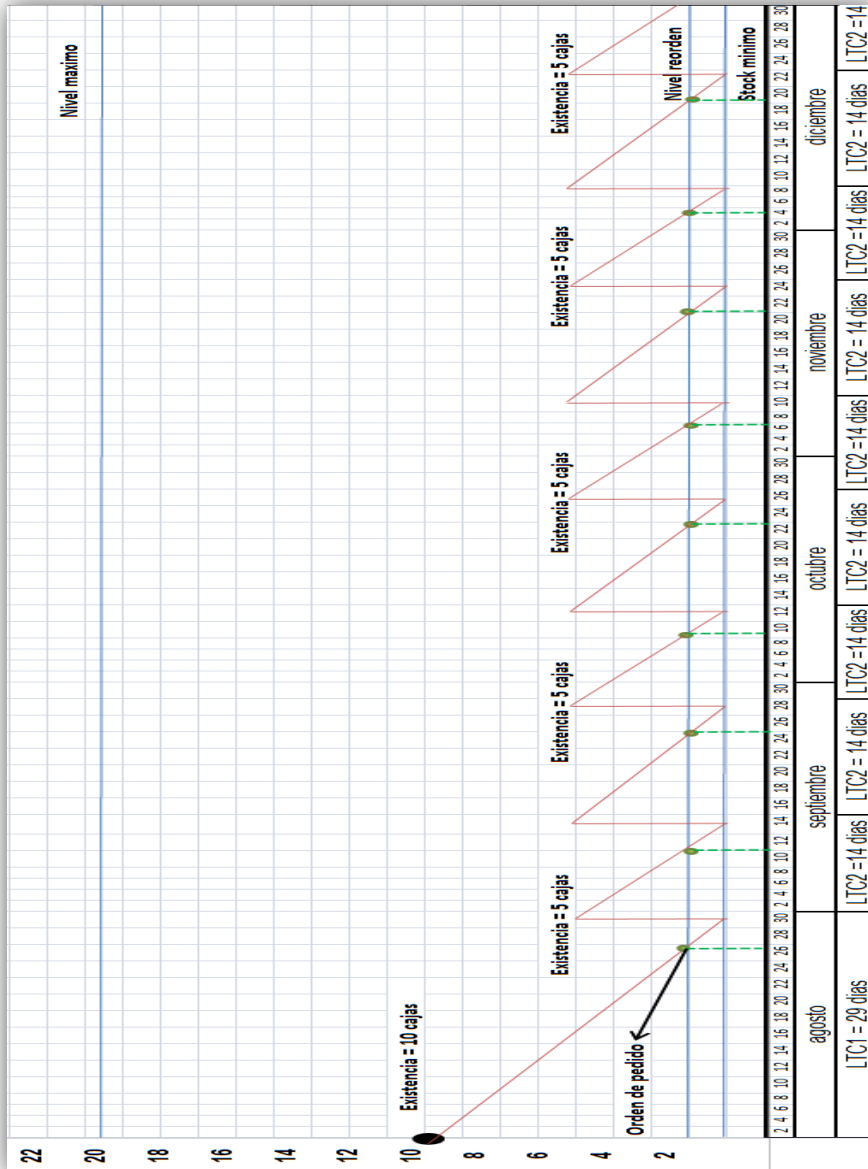
Diente de sierra para manejo de materiales del ingrediente azúcar



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 2

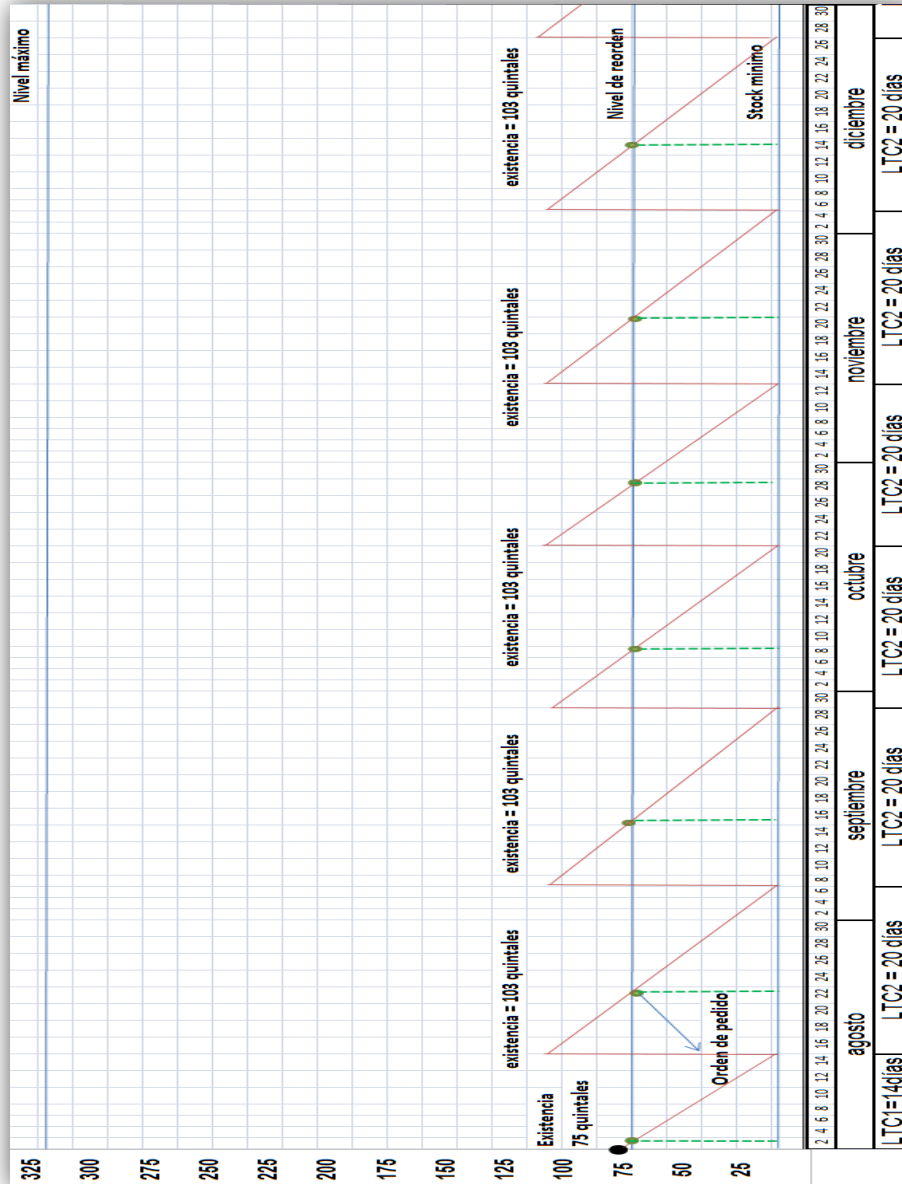
Diente de sierra para manejo de materiales del ingrediente levadura



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 3

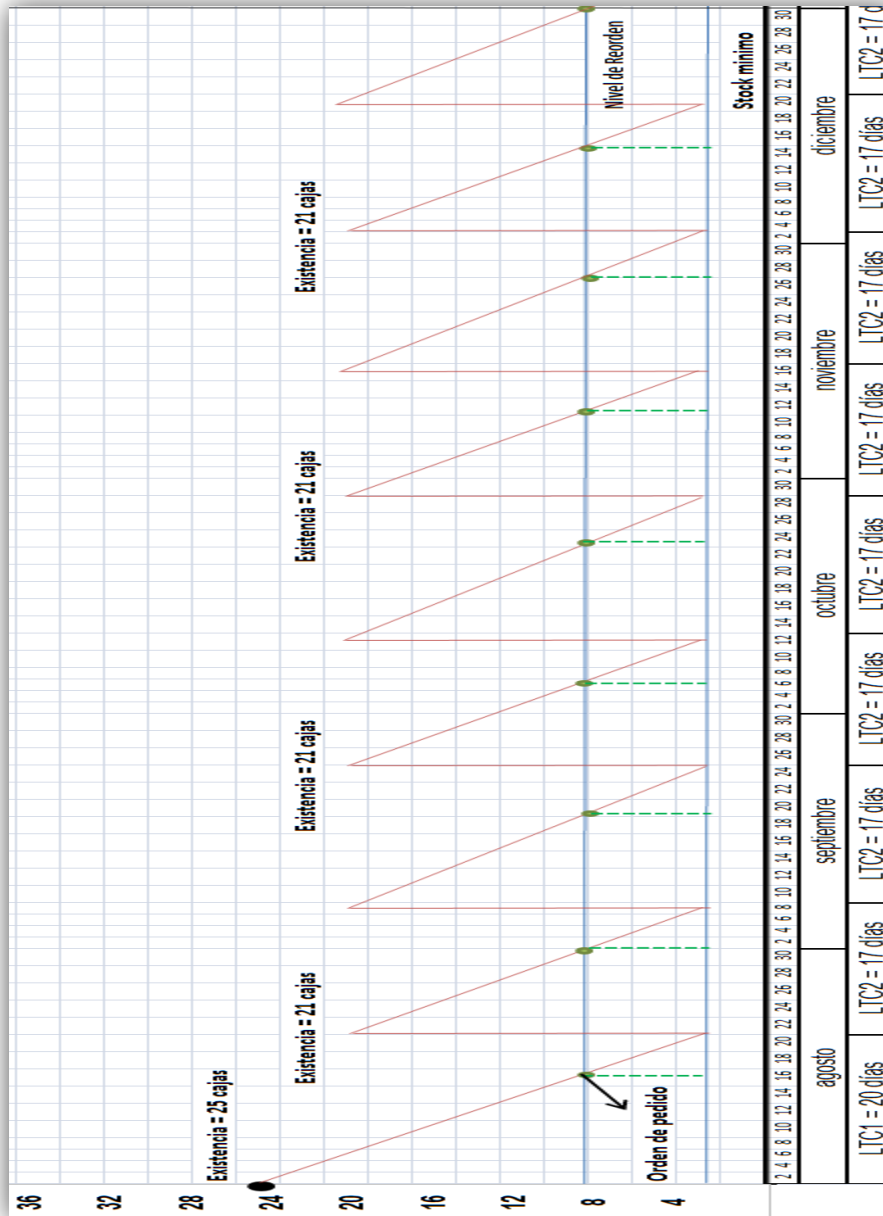
Diente de sierra para manejo de materiales del ingrediente harina



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 4

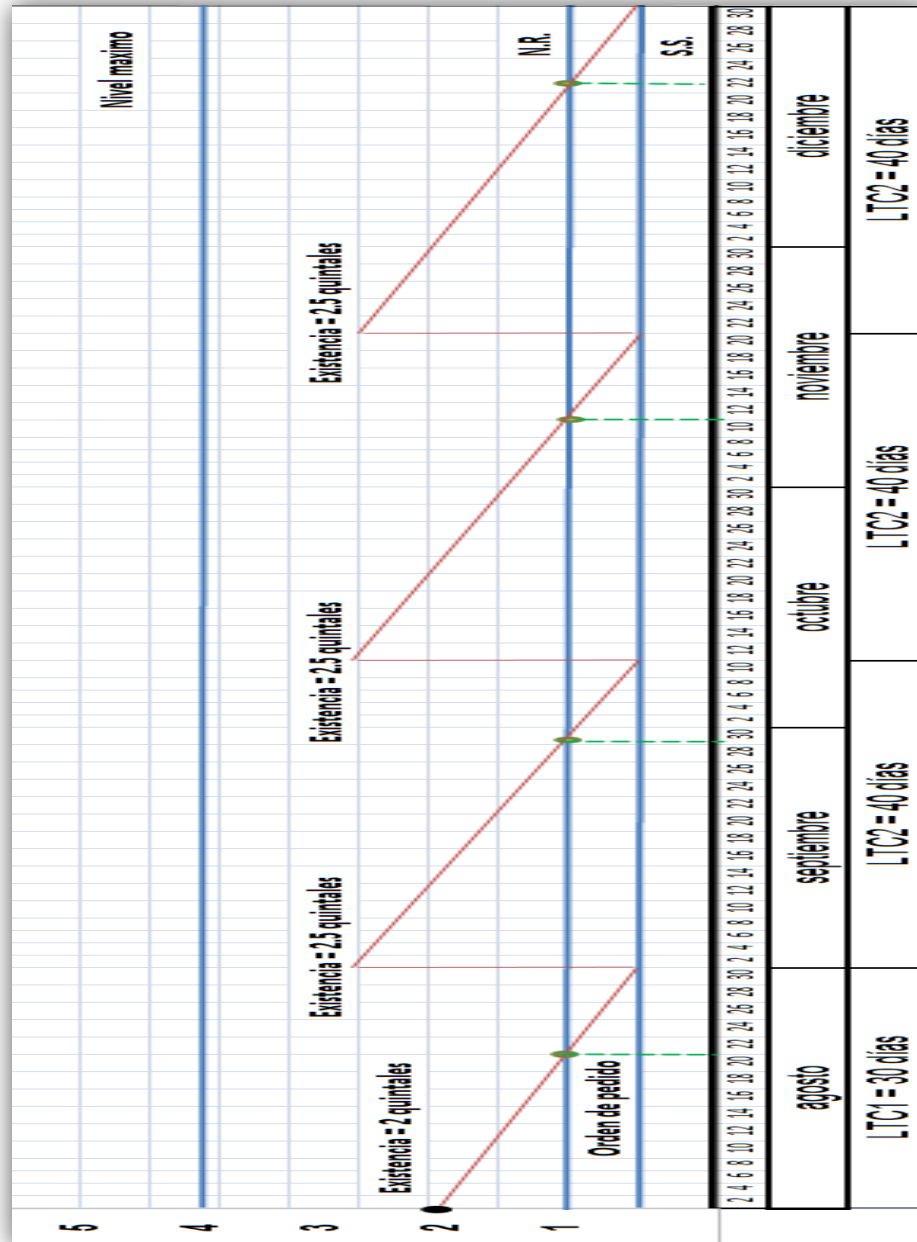
Diente de sierra para manejo de materiales del ingrediente manteca



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 5

Diente de sierra para manejo de materiales del ingrediente sal



Fuente: elaboración propia.

