



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

**VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL,
RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA
EMPRESA DE ALIMENTOS**

Karla Janet Catú Cacao

Asesorado por el Ing. Eric Ronaldo Ruiz Matías

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL,
RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA
EMPRESA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KARLA JANET CATÚ CACAO

ASESORADO POR EL ING. ERICK RONALDO RUIZ MATÍAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

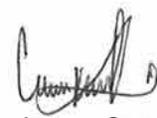
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL,
RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA
EMPRESA DE ALIMENTOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de agosto de 2017.



Karla Janet Catú Cacao

Guatemala, marzo de 2019

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Urquizú Rodas:

Atentamente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como asesor de la estudiante universitaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, **Karla Janet Catú Cacao** con Registro Académico **201318593** y CUI **2797 86255 0101**, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado **“VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL, RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS”**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitando darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.



Ing. Eric Ronaldo Ruiz Matías
Ingeniero Industrial
Colegiado Activo No. 10022
ASESOR



REF.REV.EMI.041.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL, RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Karla Janet Catú Cacao**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Andrea Cristina Vivas Ortega
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Andrea Cristina Vivas Ortega
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 13,736

Guatemala, mayo de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.107.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL, RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Karla Janet Catú Cacao**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR



Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL, RENDIMIENTO, MANO DE OBRA Y DIAGRAMAS DE PROCESOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS EN POLVO Y DE CULINARIOS DESHIDRATADOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Karla Janet Catú Cacao**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar siempre conmigo, darme la sabiduría, bendiciones y amor, darme el conocimiento para alcanzar mis metas.
- Mi madre** Olga Cacao, por su amor incondicional, por sus consejos, por siempre estar dispuesta en apoyarme en todo momento y por su confianza en mí.
- Mi padre** Edgar Catú, por su apoyo incondicional, por sus consejos y por su amor cada día.
- Mis abuelos** Mamita Adela (q .e. p. d), por su gran amor, su apoyo incondicional y porque desde el cielo celebra conmigo esta meta. A mis abuelos Guayo (q .e. p. d) y Elena, por su cariño y sus consejos.
- Mis hermanos** Hugo Hernández y Erick Cacao, por su apoyo, cariño y confianza en mí.
- Mi tía, Carmela Macz** Por su cariño, sus consejos y por estar en todos los momentos importantes de mi vida.

Mis primos

Especialmente, a Lesly, Andrea y Herman Macz, por su cariño y por estar siempre conmigo.

Mi novio

Iván Hernández por su gran amor, su apoyo incondicional en cada momento y por sus consejos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me brindó la oportunidad de crecer profesionalmente y alcanzar mis metas.
Facultad de Ingeniería	Por formarme profesionalmente, darme las herramientas y conocimientos para formarme como ingeniera.
Ing. Eric Ruiz	Por el apoyo, los consejos y conocimientos que me brindo en esta etapa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Inicios de la empresa en Guatemala.....	1
1.1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Información general	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Misión.....	2
1.2.3. Visión.....	2
1.2.4. Valores éticos	2
1.2.5. Políticas.....	3
1.3. Departamento de producción	3
1.3.1. Definición.....	3
1.3.2. Organigrama	5
1.3.3. Tipos de producción.....	6
1.4. Planeamiento de la distribución interna.....	7
1.4.1. Cuello de botella	7
1.4.2. Tiempo de ocio	8
1.4.3. Eficiencia	8

1.5.	Velocidad nominal	8
1.5.1.	Definición	8
1.5.2.	Lineamientos	9
1.6.	Diagramas de procesos	9
1.6.1.	Definición	9
1.6.2.	Tipos de diagramas	9
1.6.2.1.	Diagrama de operaciones.....	10
1.6.2.2.	Diagrama de flujo	11
1.6.2.3.	Diagrama de recorrido.....	11
1.7.	Ministerio de Salud.....	11
1.7.1.	Ubicación.....	12
1.7.2.	Generalidades.....	12
1.7.3.	Acuerdo gubernativo 969-99	12
1.7.3.1.	Definición.....	12
1.7.3.2.	Campo de aplicación.....	13
2.	SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1.	Departamento de producción	15
2.1.1.	Análisis de la situación actual	15
2.1.2.	Descripción del problema	15
2.1.3.	Descripción del control interno	16
2.2.	Equipo técnico actual.....	17
2.2.1.	Descripción de la maquinaria actual para producción	17
2.3.	Descripción del proceso de las líneas de producción	18
2.3.1.	Tiempos actuales del proceso de producción	18
2.3.2.	Mano de obra en líneas de producción	19
2.4.	Diagramas del proceso de producción	20

2.4.1.	Procesos en líneas de producción de bebidas en polvo	21
2.4.2.	Procesos en líneas de producción de culinarios deshidratados	22
2.5.	Análisis del desempeño	23
2.5.1.	Características	23
2.5.2.	Factores que afectan la producción	24
2.6.	Mantenimiento de las líneas de producción.....	25
2.6.1.	Descripción del proceso de mantenimiento	25
3.	PROPUESTA DE VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL Y MANO DE OBRA	27
3.1.	Área de aplicación.....	27
3.1.1.	Área de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados	27
3.2.	Propuesta de validación.....	30
3.2.1.	Descripción.....	30
3.2.2.	Recopilación de tiempos de producción	31
3.2.3.	Reclutamiento de datos de mano de obra	38
3.3.	Propuesta de control.....	38
3.3.1.	Descripción del proceso	39
3.3.2.	Estadísticas de tiempos de producción	41
3.3.3.	Análisis de mano de obra en líneas de producción	42
3.4.	Diagramas de procesos de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados	43
3.4.1.	Diagrama de operaciones.....	43
3.4.2.	Optimización de procesos de producción	44
3.5.	Estandarización	45

3.5.1.	Velocidad nominal	45
3.5.2.	Mano de obra	46
3.6.	Rendimiento	47
3.6.1.	Descripción.....	48
3.6.2.	Análisis del rendimiento de producción	49
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	53
4.1.	Área de producción.....	53
4.1.1.	Validar y controlar los procesos de producción.....	53
4.2.	Validar los procesos de producción	55
4.2.1.	Verificación del proceso de producción.....	56
4.3.	Control de procesos de producción.....	57
4.3.1.	Datos de los procesos que realizan	57
4.4.	Diagramas de procesos de producción	58
4.4.1.	Líneas de producción de bebidas en polvo	58
4.4.2.	Líneas de producción de culinarios deshidratados	61
4.5.	Estandarización de procesos	63
4.5.1.	Mejora de los procesos de producción.....	65
4.6.	Rendimiento de producción.....	66
4.7.	Capacitación del personal.....	66
4.7.1.	Introducción y entrega de información al personal	68
4.7.2.	Actualización periódica de información al personal contratado	69
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA	73
5.1.	Actualización de los resultados.....	73
5.1.1.	Estadísticas de producción.....	73

5.1.1.1.	Muestreo semanal	74
5.2.	Mejora continua de producción	75
5.3.	Evaluación de desempeño	78
5.4.	Auditorías	79
5.4.1.	Auditorías internas	80
5.4.2.	Auditorías externas	81
5.5.	Acciones correctivas	82
5.6.	Capacitación constante del personal	82
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES		87
BIBLIOGRAFÍA		88

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del Departamento de Producción	5
2.	Lineamientos del diagrama de procesos	10
3.	Diagrama de procesos de bebidas en polvo	21
4.	Diagrama de procesos de culinarios deshidratados	22
5.	Diagrama causa y efecto	24
6.	Planta de producción	28
7.	Área de abastecimiento de materia prima	29
8.	Guardas y sellos	45
9.	Rendimiento de líneas de producción	51
10.	Indicador del porcentaje de cumplimiento de sobres por minuto	54
11.	Indicador de paros no programados	55
12.	Registro de paros de las líneas de producción	56
13.	Diagrama del proceso de la máquina J	59
14.	Diagrama del proceso de las máquinas I, K, L	60
15.	Diagrama del proceso de la máquina C	61
16.	Diagrama del proceso de las máquinas A, B, D, E, F, G, H	62
17.	Registro de datos diarios	64
18.	Lección de capacitación de un registro	70
19.	Ciclo de la mejora continua	75
20.	Área de abastecimiento de materia prima de las líneas de producción	77
21.	Evaluación general de capacitaciones	84

TABLAS

I.	Datos de velocidad teórica	19
II.	Datos teóricos de mano de obra	20
III.	Recopilación de tiempos de producción.....	31
IV.	Datos de tiempos máquina A	32
V.	Datos de tiempos máquina B	32
VI.	Datos de tiempos máquina C.....	33
VII.	Datos de tiempos máquina D	33
VIII.	Datos de tiempos máquina E	34
IX.	Datos de tiempos máquina F	34
X.	Datos de tiempos máquina G.....	35
XI.	Datos de tiempos máquina H.....	35
XII.	Datos de tiempos máquina I.....	36
XIII.	Datos de tiempos máquina J.....	36
XIV.	Datos de tiempos máquina K	37
XV.	Datos de tiempos máquina L	37
XVI.	Datos de tiempos máquina M	38
XVII.	Paros planeados	40
XVIII.	Paros no planeados.....	40
XIX.	Datos reales de velocidad nominal de producción	41
XX.	Mano de obra necesaria para las líneas de producción.....	42
XXI.	Estandarización de velocidad nominal de las líneas de producción	46
XXII.	Estandarización del registro de personal	47
XXIII.	Resultados del estudio de rendimiento	50

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
cja	Caja
hr	Hora
seg	Segundo
ud.	Unidad
min	Minuto
5 S	Método de mejora continúa

GLOSARIO

Batch	Sistema por lotes en sacos de producto de materia prima.
<i>Check list</i>	Hoja de control la cual representa procesos o datos realizados en una línea de producción.
Eficiencia	Capacidad para realizar una actividad o un objetivo adecuadamente.
Estandarización	Creación de una serie implementando un modelo determinado para su ejecución.
Inocuidad	Concepto que se refiera a la incapacidad de peligro al consumidor de un producto o servicio.
Keizen	Método de gestión de la calidad, implementando la mejora continua en un proceso.
Layout	Distribución de un área de trabajo, especifica la ubicación de los espacios dentro de la planta de producción.
Mejora continua	Actividad periódica para aumentar la productividad y cumplir con su objetivo.

Plan de acción	Plan del control y evaluación de proyectos, con el fin de lograr metas planteadas.
Proceso	Conjunto de actividades de transición de un sistema, secuencia de pasos determinados.
Racks	Estructura con el fin de almacenar y sostener productos.
Rendimiento	Relación entre la velocidad de producción real y la velocidad de producción teórica.
5 S	Método de secuencias que se expresa con cinco palabras japonesas que inician con S, para ordenar y limpiar lugares de trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación está orientado a la validación, el control y la estandarización de la velocidad nominal, la mano de obra, el rendimiento y la actualización de diagramas de procesos de las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados. El propósito de este estudio es actualizar los datos y procesos de registro de la empresa de alimentos el cual pueda ser controlado y validado por los supervisores de producción, con el fin de estandarizar los reportes y procesos observados. El primer capítulo se basa específicamente en las generalidades de la empresa: historia, valores, políticas, estructura organizacional del departamento de producción, conceptos básicos del estudio que se realizará para poder analizar y comprender los resultados obtenidos.

El segundo capítulo se describe como actualmente se realizan las operaciones en la planta de producción de la empresa de alimentos. Se detallan cuáles son los procesos de las líneas de producción, los recursos de mano de obra directa, los datos históricos que cuentan, con cuántas líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados cuenta la planta de producción y la descripción del problema interno actualmente.

En el tercer y cuarto capítulo se establece cual será la propuesta y mejora de los procesos de producción realizando un estudio de la mano de obra, la velocidad nominal y el rendimiento de las líneas de producción. En la implementación se actualizan los diagramas de procesos de las maquinarias, se crean estándares de reportes los cuales permiten llevar el control de las operaciones como paros no planeados, mano de obra y producción realizada

diariamente; se realiza el análisis y diagnóstico de la línea más lenta en la planta de producción.

El quinto capítulo describe el seguimiento y mejora continua que se debe llevar a cabo en la planta de producción: realizar auditorías externas e internas, implementación de la metodología 5S en el área de abastecimiento y el análisis del desempeño de los colaboradores. Se lleva a cabo el análisis de retroalimentación de los trabajadores de la empresa y se propone la ejecución de capacitaciones constantes para incentivar al personal e incrementar su conocimiento en el área de producción y habilidades en su puesto de trabajo.

OBJETIVOS

General

Validar, controlar y estandarizar la velocidad nominal, el rendimiento, la mano de obra y los diagramas de procesos en las líneas de producción de bebidas en polvo y de culinarios deshidratados en una empresa de alimentos.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del departamento de producción para determinar si se cumplen los estándares de procesos establecidos.
2. Analizar los procesos de producción para obtener un dato que permita conocer el comportamiento del mismo.
3. Estandarizar los procesos de producción para tener conocimiento de los procesos realizados en las distintas líneas de producción.
4. Realizar y actualizar los diagramas de procesos de producción de las líneas de bebidas en polvo y culinarios deshidratados para conocer las operaciones que se realizan en todo el proceso.
5. Identificar las causas por las cuales puede disminuir el rendimiento de la producción.

6. Evaluar y determinar qué línea de producción cuenta con menor rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas de alimentos establecen estándares de producción los cuales deben satisfacer la calidad solicitada por el cliente y por las normas de país, incrementar la productividad y optimizar los tiempos de producción del producto o servicio que se dará al cliente. Esta tendencia se da ya que al transcurrir el tiempo la demanda es más alta y las obligaciones del productor deben ser más eficientes.

Por esta razón es de suma importancia validar, controlar y estandarizar los procesos de producción de la empresa, con el fin de analizar y evaluar su rendimiento. El rendimiento es un factor importante en las tomas de decisiones de la empresa; por esta razón, el funcionamiento de las líneas de producción debe estar en óptimas condiciones y mantenerlas conservadas. Para realizar este proceso se deben ejecutar estudios de tiempos, registro de paros de las líneas de producción y gestionar un programa de mantenimientos preventivos para lograr obtener el tiempo de vida útil de las máquinas como lo establece el fabricante.

Debido a que en el departamento de producción no existe una actualización periódica de la velocidad nominal de las líneas de producción y los diagramas de procesos, se plantea un estudio cuyo objetivo es actualizar los tiempos de producción realizando la toma de tiempos de cada maquinaria, con el fin de aumentar su productividad. Se establece un proceso de recolección de datos de todos los procesos que se realizan en la planta de producción actualizando los diagramas de procesos de producción con los cambios actuales y siguiendo los lineamientos establecidos para su realización. Para la aplicación de los registros se crean plantillas estandarizadas que detallen los

paros no planeados y la producción realizada diariamente, para controlar y validar que se cumpla con la planificación demandada.

Para controlar los procesos de producción se deben implementar indicadores los cuales identifican la disponibilidad y la eficiencia de las líneas de producción. Adicionalmente, se debe contemplar la capacitación de los colaboradores ya que es de suma importante aportar a su conocimiento para obtener mejores resultados y ampliar sus habilidades.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Inicios de la empresa en Guatemala

A continuación, se describe la historia de la empresa de alimentos en Guatemala.

1.1.1. Reseña histórica

La empresa de alimentos se funda en el año 1980; busca satisfacer las necesidades del mercado de consumo masivo; a mediados de este año, específicamente en julio, su fundador creó la empresa, la cual empieza con una forma de microempresa; funcionaba en las instalaciones en el norte de la ciudad de Guatemala; luego, al ver que este espacio no le era suficiente los accionistas deciden mudar la empresa a la zona industrial de la ciudad de Guatemala. A los años, la empresa crece y decide montar varias sucursales con el fin de abastecer el mercado internacional; fue una empresa pionera en un país de Centroamérica.

La estrategia de la empresa continuará siendo guiada por los principios elementales que ella ha propuesto desde el inicio. Los productos actuales crecerán a través de la innovación y renovación mientras mantienen un balance en las actividades de mercadeo y las líneas de producto; realiza mejoras continuas a su producto.

La prioridad de la empresa es ofrecer los mejores y más relevantes productos a sus consumidores para satisfacer sus necesidades.

1.2. Información general

A continuación, se describe aspectos importantes a cerca de la empresa de alimentos.

1.2.1. Ubicación

Actualmente, la empresa de alimentos está ubicada en el norte de la ciudad de Guatemala; así mismo, tiene sucursales en el departamento de Alta Verapaz.

1.2.2. Misión

Producir y comercializar productos alimenticios de alta calidad y valor agregado a precios competitivos en la región de la república de Guatemala.

1.2.3. Visión

Ser la compañía líder y reconocida internacionalmente, con innovación y calidad de bebidas en polvo y culinarios deshidratados nutritivos para el consumidor.

1.2.4. Valores éticos

Los valores éticos que guían las acciones y el comportamiento de la empresa de alimentos son:

- Liderazgo
- Colaboración

- Pasión
- Integridad
- Responsabilidad
- Respeto

1.2.5. Políticas

- Asegurar la preferencia para satisfacer a los consumidores, ofreciendo productos y servicios de alta calidad.
- Alcanzar el compromiso de todos los niveles de nuestra organización para construir el éxito, inocuidad y la calidad.
- Servir a nuestros clientes con excelencia, ser una empresa creativa e innovadora en sus productos.

1.3. Departamento de producción

El departamento de producción es la principal área de trabajo dentro de la empresa de alimentos. A continuación, se describe el concepto y las bases importantes del departamento de producción.

1.3.1. Definición

"El área de producción, también llamada área o departamento de operaciones, manufactura o de ingeniería, es el área o departamento de un negocio que tiene como función principal, la transformación de insumos o

recursos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (bienes o servicios). "¹

En el departamento de producción es donde se solicita y controla el material del que se va a trabajar o producir; se determina la secuencia de las operaciones, inspecciones y los métodos cualitativos y cuantitativos a realizar; así mismo, tiempos y programación de producción; se lleva el control del trabajo y se logra la satisfacción del consumidor.

El objetivo principal es elaborar un producto de calidad y a menor costo, con una inversión mínima de capital y con satisfacción de sus empleados y consumidores. Su actividad es de carácter serial, más susceptible de estandarización y mecanización.

Asimismo, para la toma de decisiones en el ámbito operativo se toman en cuenta los siguientes criterios o variables: costo, calidad, tiempo, confiabilidad y flexibilidad.

Las decisiones que se toman en el área de producción están relacionadas con los siguientes aspectos:

- Proceso
- Capacidad
- Inventarios
- Fuerza de trabajo
- Calidad

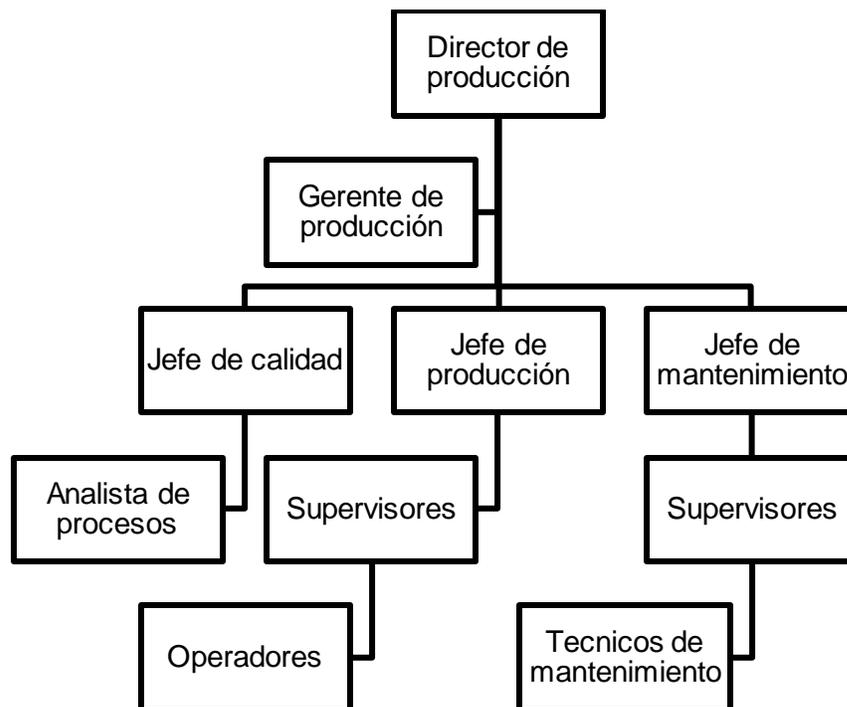
¹CRECE NEGOCIOS. *El área de producción*. <https://www.crecenegocios.com/el-area-de-produccion/>. Consulta: 21 de enero de 2019.

1.3.2. Organigrama

Esta es una herramienta gráfica en donde la empresa representa la forma como está organizada y la colocación de puestos dentro de ella, creando las áreas necesarias para que la empresa se desempeñe satisfactoriamente.

A continuación, se presenta el organigrama del departamento de producción de la empresa, este presenta el orden jerárquico del área.

Figura 1. **Organigrama del Departamento de Producción**



Fuente: elaboración propia.

1.3.3. Tipos de producción

El tipo de producción es la forma como la empresa realiza sus operaciones con el fin de tener un proceso lógico para realizar la producción de sus productos.

A continuación, se describen los tipos de producción que son los siguientes:

- Producción por pedido: es la producción en la cual se realiza el producto solicitado por el cliente bajo un pedido. Para llevar a cabo este pedido en primer lugar, se debe de realizar un plan de cotización de la producción del producto el cual conlleva incluir el costo de la materia prima, mano de obra, energía eléctrica, entre otros; para luego de esto plantearse al cliente y llevar a cabo la producción con el fin de satisfacer al cliente.
- Producción por lotes: esta producción es realizada cuando la empresa necesita producir una cantidad exacta de productos para satisfacer una demanda en un tiempo determinado. Esta producción es realizada cuando la empresa ya tiene un pronóstico o historial de ventas de un producto en específico, con lo cual esta puede aprovechar al máximo su capital y obtener menores pérdidas.
- Producción de flujo continuo: el sistema de producción continuo es realizado cuando se produce un mismo producto sin modificaciones durante la producción. La línea de producción ya es mecanizada y se mantiene en funcionamiento todo el tiempo sin interrupciones por modificaciones del producto, ya que los productos son idénticos. Este sistema produce productos en grandes lotes con una demanda alta.

1.4. Planeamiento de la distribución interna

A continuación, se describen aspectos importantes que afectan directamente la eficiencia del departamento de producción.

1.4.1. Cuello de botella

Son las actividades que afectan al tiempo del proceso de producción, que incrementan los periodos de espera y disminuyen la productividad de la producción, el cual genera un incremento en los costos del producto producido. La disminución del cuello de botella tiene el objetivo de mejorar los tiempos de producción.

Los principales motivos que crean un cuello de botella son:

- **Falta de materiales y acceso:** es necesario que se lleve a cabo el inventario para evitar que falten materiales en las líneas de producción y materiales para el uso de los operarios. De igual forma, tener una buena distribución del punto de acceso de los materiales para evitar pérdidas de tiempo en movilizar los materiales a las líneas de producción.
- **Personal mal capacitado:** contar con personal capacitado e idóneo hará que el proceso de producción sea más productivo.
- **Desinterés administrativo:** los gerentes, jefes y supervisores de producción deben estar monitoreando el proceso de producción, evaluando los paros programados y evitar los posibles atrasos que se pueda generar durante el proceso, con el fin de evitar pérdidas de tiempo.

1.4.2. Tiempo de ocio

También es llamado como tiempo improductivo, para evitar este tiempo es necesario realizar una técnica de supervisión y medición de tiempos para determinar cuáles son estos tiempos innecesarios en nuestra producción, que obtiene el tiempo exacto para llevar a cabo una tarea determinada con el mejor rendimiento de esta.

1.4.3. Eficiencia

Se utiliza para determinar la capacidad del uso de los recursos y cumplimiento de actividades, con el fin del mejor provecho de los recursos para transformarlos en productos. En la empresa la eficiencia se determina con menor número de paros en líneas, mejorar la productividad y disminución de costos de la producción.

1.5. Velocidad nominal

A continuación, se describe la definición de la velocidad nominal, así como los lineamientos necesarios para la misma.

1.5.1. Definición

Es la máxima velocidad en la que se puede producir un producto en un tiempo determinado, en la empresa de alimentos esta velocidad depende del material de empaque a utilizar, peso, espesor y humedad del producto a producir. Así mismo se mide la cantidad esperada del número de sobres que se van a producir en un periodo determinado.

1.5.2. Lineamientos

Para llevar a cabo la toma de la velocidad antes de todo se debe de tomar los tiempos ya que las líneas de producción son de alta velocidad. Los lineamientos con los que se toma la velocidad nominal son los siguientes:

- Tomarlo con un cronometro
- Se puede tomar de forma auditiva, visual o táctil
- Se debe tomar después de un periodo de cinco pulsaciones

1.6. Diagramas de procesos

A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de los diagramas.

1.6.1. Definición

Es una representación gráfica de los pasos que siguen una serie de actividades dentro de un proceso, con el fin de evitar la pérdida de material, esfuerzo humano y tiempo; debe incluir toda la información necesaria para el estudio, tal como la simplificación del trabajo esto se procede para introducir mejoras en el procedimiento como método del trabajo, herramientas y habilidades. Así mismo, se debe realizar la medición del trabajo el cual equilibra los trabajos por individuos y distribución para el procedimiento que se realizará con el fin de la disminución de tiempos y costos.

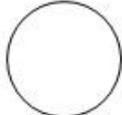
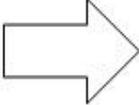
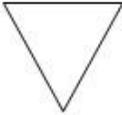
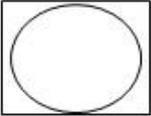
1.6.2. Tipos de diagramas

Existen diferentes tipos de diagramas que pueden ser utilizados en el departamento de producción, los cuales son los siguientes:

1.6.2.1. Diagrama de operaciones

Para realizar este tipo de diagramas lo principal es conocer el proceso a realizar, se deben observar los procedimientos que se realiza y registrarlos de manera ordenada utilizando las acciones de un proceso como las operaciones, el transporte, las inspecciones, el almacenaje, la actividad combinada, los tiempos permitidos de un proceso de manufactura, desde la llegada de la materia prima hasta el embalado del producto terminado.

Figura 2. Lineamientos del diagrama de procesos

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SIMBOLO
Operación	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto o se le agrega algo o se prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje, una operación ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad de sus características.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de objetos es retenido y protegido contra movimientos o usos no autorizados	
Actividad combinada	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados (operación e inspección se combinan en el círculo inscrito en el cuadro)	

Fuente: GARCIA, Roberto. *Estudio de trabajo*. pp. 42-43.

1.6.2.2. Diagrama de flujo

Es la representación simbólica de la secuencia de las operaciones del proceso de un producto. Se utiliza principalmente para eliminar tiempos de demoras, mejorar los métodos empleados y eliminar tiempos muertos.

Su objetivo es la verificación de los procedimientos que realizarán los operarios para aprovechar al máximo el tiempo y evitar el incremento en los costos del producto. Tiene tres bases para tomar en cuenta:

- Los procesos que realiza el operario
- Como se manipulará los materiales a utilizar
- Como utilizar y en qué momento se emplea la maquinaria disponible

1.6.2.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido muestra la trayectoria de un producto dentro de la planta de producción, cuando existe un proceso grande de transporte o demoras. Se debe realizar un plano de escala especificando donde están ubicadas las máquinas instaladas en la planta, trazando el recorrido que tendrá el proceso dentro de la fábrica utilizando los símbolos antes especificados.

1.7. Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud es uno de los entes más importantes de Guatemala, el cual vela por la inocuidad de los alimentos en las fábricas de producción. Las empresas de alimentos deben llevar registros y reglamentos que dicho ministerio especifica según las leyes del país.

1.7.1. Ubicación

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social queda ubicado en la 5ta. avenida, 11-40, zona 11, colonia El Progreso de la capital de Guatemala.

1.7.2. Generalidades

Este ministerio de la República de Guatemala es el encargado de velar por la salud y seguridad de los empleados del país, la salud pública de los habitantes. Este ministerio proporciona certificados a las diferentes empresas que existan en el país con el fin de velar con los reglamentos de salud que se tiene establecido. Además, tiene como objetivo la prevención y cooperación de las empresas privadas e instituciones públicas sobre el cuidado del medio ambiente, para evitar desastres.

1.7.3. Acuerdo gubernativo 969-99

A continuación, se describe las bases principales del Acuerdo Gubernativo 969-99.

1.7.3.1. Definición

El Acuerdo Gubernativo 969-99 establece la inocuidad y calidad de los alimentos que consumen los habitantes del país. Este se refiere a que todos los habitantes tienen derecho a consumir alimentos inocuos y de calidad aceptable, para lo cual el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social garantizará el mismo a través de inspecciones del producto y certificados otorgados a las empresas alimenticias, auditorías y acciones de prevención para efectuar que se están siguiendo los reglamentos establecidos de la producción de alimentos.

1.7.3.2. Campo de aplicación

Este acuerdo gubernativo se aplica específicamente en la inocuidad de los alimentos en las industrias de alimentos, el cual es el principal objetivo principal tanto para la comercialización de la empresa como para el consumo y necesidades de los clientes. La empresa de alimentos cumple con todas las normas establecidas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Departamento de producción

Actualmente, la empresa de alimentos cuenta con el departamento de producción, del cual el encargado es el gerente de producción; su objetivo es llevar a cabo el pedido solicitado con eficiencia y menor costo.

2.1.1. Análisis de la situación actual

En la planta de producción de la empresa de alimentos la primer causa de efecto es la falta de actualización de la estandarización de velocidad nominal y mano de obra; ya realizado este proceso se puede obtener la mejora en los diagramas de procesos que esta empresa ya cuenta los cuales no tienen tiempos medidos en cada procesos, con el fin de eliminar los procedimientos no eficientes y el tiempo improductivo que los operarios realizan; con el objetivo de mejorar el rendimiento en las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados.

2.1.2. Descripción del problema

Actualmente, el departamento de producción no cuenta con una debida estandarización periódica de la velocidad nominal, los diagramas de procesos, la medición de rendimiento y la mano de obra en la líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados ya que en algunas maquinarias se cuenta con personal innecesario; así mismo, se tiene pérdida de tiempo en los procesos y mayor gasto en los productos ya que el gerente de producción ve

necesario realizar horas extras para completar con el pedido; por esta razón, se pretende mejorar el proceso de producción eliminando los cuellos de botella y el tiempo muerto que esta pueda tener; con el fin de controlar y validar cada proceso de producción.

Así mismo, el área de mantenimiento ha realizado algunos cambios en las líneas de producción que ocasionan carencia de validación, falta de controles técnicos de operación, falta de capacitación a los operarios, falta de mantenimiento en algunas líneas de producción que ocasionan atrasos al momento de realizar la producción y la mala estandarización en sus procesos de producción.

2.1.3. Descripción del control interno

El Departamento de Producción cuenta con un control interno que realizan los supervisores de la planta; estos lo realizan con la verificación del producto y la supervisión si es necesaria en cada línea de producción; así mismo, realizan una planificación semanal de la producción que se realizará cada día en cada línea de producción sin colocar cuanto personal estará en las líneas de producción.

Para realizar dicha planificación los supervisores se basan en los datos históricos que cuenta la empresa el cual ocasiona un problema por los cambios mecánicos en las maquinarias, la viscosidad del polvo que se empacará.

Las líneas de producción reciben una limpieza general semanal la cual es realizada por los operarios con la dificultad que no tienen estándares de apoyo en los cuales les indiquen como realizarla adecuadamente; también, se realiza

la revisión de las piezas móviles para tener un mantenimiento continuo en cada línea de producción.

2.2. Equipo técnico actual

Actualmente, la empresa de alimentos cuenta con líneas de producción las cuales se encargan de llenar, sellar, empacar y engrapar sobres de bebidas en polvo y culinarios deshidratados.

2.2.1. Descripción de la maquinaria actual para producción

Actualmente, la empresa de alimentos cuenta con ocho líneas de producción en el área de producción de culinarios deshidratados:

- Máquina A
- Máquina B
- Máquina C
- Máquina D
- Máquina E
- Máquina F
- Máquina G
- Máquina H

En al área de producción de bebidas en polvo, la empresa cuenta con cinco líneas de producción:

- Máquina I
- Máquina J
- Máquina K

- Máquina L
- Máquina semimanual M

2.3. Descripción del proceso de las líneas de producción

El proceso que se realiza en la planta de producción de la empresa de alimentos se define en dos aspectos: logística de materia prima y logística de producción.

- Logística de materia prima

Se fundamenta en el control de la calidad de la materia prima, la revisión de los aspectos básicos con los cuales deben producirse y la distribución de los *batch* a cada línea de producción.

- Logística de producción

Llenar y empacar bebidas en polvo y culinarios deshidratados. Así mismo, la verificación física de los sobres producidos, los cuales deben llevar un correcto corte, sello, fecha de producción y fecha de vencimiento.

2.3.1. Tiempos actuales del proceso de producción

Actualmente, las máquinas que llenan y empacan en sobres el producto de bebidas en polvo y culinarios deshidratados tienen establecidos tiempos históricos que se utilizan para establecer cuál es la velocidad de cada línea ya que representan un factor clave para su determinación, la cual no se ha cambiado desde la instalación de las líneas de producción en la empresa.

A continuación, se muestran los datos actuales de la empresa, los cuales son utilizados en las líneas de producción.

Tabla I. **Datos de velocidad teórica**

Línea de producción	Velocidad (unidad/min)
Máquina A	132,9
Máquina B	64,1
Máquina C	150,8
Máquina D	384
Máquina E	40,54
Máquina F	120
Máquina G	260
Máquina H	32,1
Máquina I	302,5
Máquina J	198
Máquina K	169
Máquina L	22,4
Máquina M	210,9

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Mano de obra en líneas de producción

Cada máquina del área de bebidas en polvo y culinarios deshidratados cuenta con operarios y auxiliares según lo necesita la línea de producción; estos son seleccionados cada día por la decisión de los supervisores de producción en turno según la necesidad en la línea de producción.

Actualmente, cada línea de producción cuenta con los siguientes operarios como se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Datos teóricos de mano de obra**

Línea de producción	Mano de obra
Máquina A	4
Máquina B	5
Máquina C	2
Máquina D	4
Máquina E	8
Máquina F	3
Máquina G	3
Máquina H	3
Máquina I	4
Máquina J	6
Máquina K	3
Máquina L	6
Máquina M	3

Fuente: elaboración propia.

2.4. Diagramas del proceso de producción

A continuación, se muestran los diagramas de procesos actuales utilizados por la empresa de bebidas en polvo y culinarios deshidratados.

2.4.1. Procesos en líneas de producción de bebidas en polvo

A continuación, se muestra el diagrama de procesos de bebidas en polvo.

Figura 3. Diagrama de procesos de bebidas en polvo

Nombre: bebidas en polvo				Hoja: 1/2			
Fecha: 2017				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama del proceso de bebidas en polvo							
No.	Actividad	Símbolo	Tiempo	No.	Actividad	Símbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		5 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		10 minutos				
3	Llenado de sobres		1 minuto				
4	Revisión física del producto		5 minutos				
5	Colocar pestañas y engrapar ristras		1 minuto				
6	Enfardar y etiquetar		2 minutos				
7	Enviar fardos a bodega de producto terminado		1 minuto				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		4	14 minutos				
Inspecciones		1	5 minutos				
Combinadas		0	-----				
Almacenajes		2	6 minutos				
TOTAL		7	25 minutos				

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Procesos en líneas de producción de culinarios deshidratados

A continuación, se muestra el diagrama de procesos de culinarios deshidratados.

Figura 4. Diagrama de procesos de culinarios deshidratados

Nombre: culinarios deshidratados				Hoja: 2/2			
Fecha: 2017				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama de proceso de culinarios deshidratados							
No.	Actividad	Simbolo	Tiempo	No.	Actividad	Simbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		5 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		8 minutos				
3	Llenado de sobres		1 minuto				
4	Revisión física del producto		5 minutos				
6	Enfardar y etiquetar		2 minutos				
7	Enviar fardos a bodega de producto terminado		1 minuto				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		3	11 minutos				
Inspecciones		1	5 minutos				
Combinadas		0	-----				
Almacenajes		2	6 minutos				
TOTAL		7	25 minutos				

Fuente: elaboración propia.

2.5. Análisis del desempeño

La empresa de alimentos cuenta con un operario y auxiliares en cada línea de producción los cuales se definen como:

- Operario: persona encargada del funcionamiento de la línea de producción.
- Auxiliar: personal de apoyo al operario, no tiene contacto al funcionamiento de la línea de producción.

2.5.1. Características

El desempeño del personal operativo de la empresa está en un nivel aceptable, ya que estos reciben capacitaciones anuales para la supervisión de los resultados de la empresa; así mismo, el manejo de la maquinaria de la empresa, pero existe personal renuente. El mal efecto que causan las capacitaciones realizadas por la empresa es que sus datos no son actualizados constantemente y se siguen utilizando los mismos archivos históricos. En cada capacitación no se entregan documentos para ayudar al personal y mejorar el proceso de producción. Así mismo, no se ha realizado una evaluación de buenas prácticas de manufactura a su personal en operación.

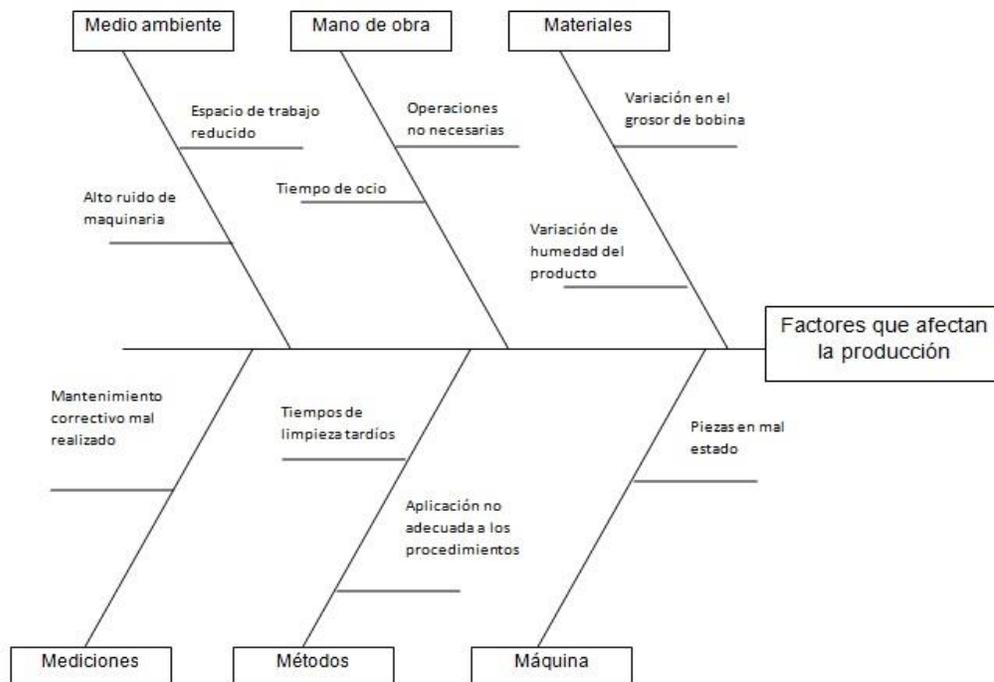
En general, por la razón que los empleados no cuentan con una capacitación adecuada y su efecto, la empresa cuenta con mucho desperdicio para el cual utilizan personal de las líneas para desecharlo. Esto causa un gasto adicional en la empresa ya que por esta razón deja de trabajar una línea de producción.

2.5.2. Factores que afectan la producción

En la planta de producción el principal factor que afecta a esta es el mal manejo de las líneas de producción; deja mucho desperdicio de bobina y producto, al igual los tiempos de ocio que suceden cuando el personal realiza alguna operación como el traslado del papel de la bobina, el control del producto, el regreso de comidas durante el día, entre otros. Así mismo, existe pérdida de tiempo al realizar la limpieza semanal en las líneas de producción.

A continuación, se muestra el diagrama de los factores que afectan la producción en diferentes aspectos.

Figura 5. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

2.6. Mantenimiento de las líneas de producción

El objetivo principal de tener un departamento de mantenimiento es desarrollar el plan de acción para realizar operaciones preventivas a la maquinaria y equipo, para realizar procesos confiables y efectivos en las líneas de producción.

2.6.1. Descripción del proceso de mantenimiento

Actualmente, la empresa de alimentos cuenta con su departamento de mantenimiento el cual se encarga de supervisar el buen funcionamiento de la maquinaria la cual tiene técnicos especializados; la empresa cuenta con un proceso de control y mantenimiento correctivo en las líneas de producción, como monitoreo de las piezas móviles de parte de los operarios de producción.

Existen dos tipos de mantenimiento: el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

- Mantenimiento preventivo: este se realiza cuando se deben realizar mantenimientos programados periódicamente o de mejora a la línea de producción.
- Mantenimiento correctivo: este se realiza cuando la maquinaria falla en un proceso de producción, este proceso se debe parar y corregir la falla. Esta puede ser falla mecánica o eléctrica.

Así mismo, la empresa cuenta con una limpieza general semanalmente en sus líneas de producción, la cual se basa en limpiar toda el área de la máquina tanto interior como exterior y llevan las piezas móviles al área de sanitación.

3. PROPUESTA DE VALIDACIÓN, CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE VELOCIDAD NOMINAL Y MANO DE OBRA

3.1. Área de aplicación

El área de aplicación de la propuesta es en el área de producción de la empresa de alimentos ya que no cuenta con actualización en sus datos de velocidad de producción, mano de obra y diagramas de proceso; es necesario el estudio ya que algunas líneas de producción cuentan con cambios mecánicos.

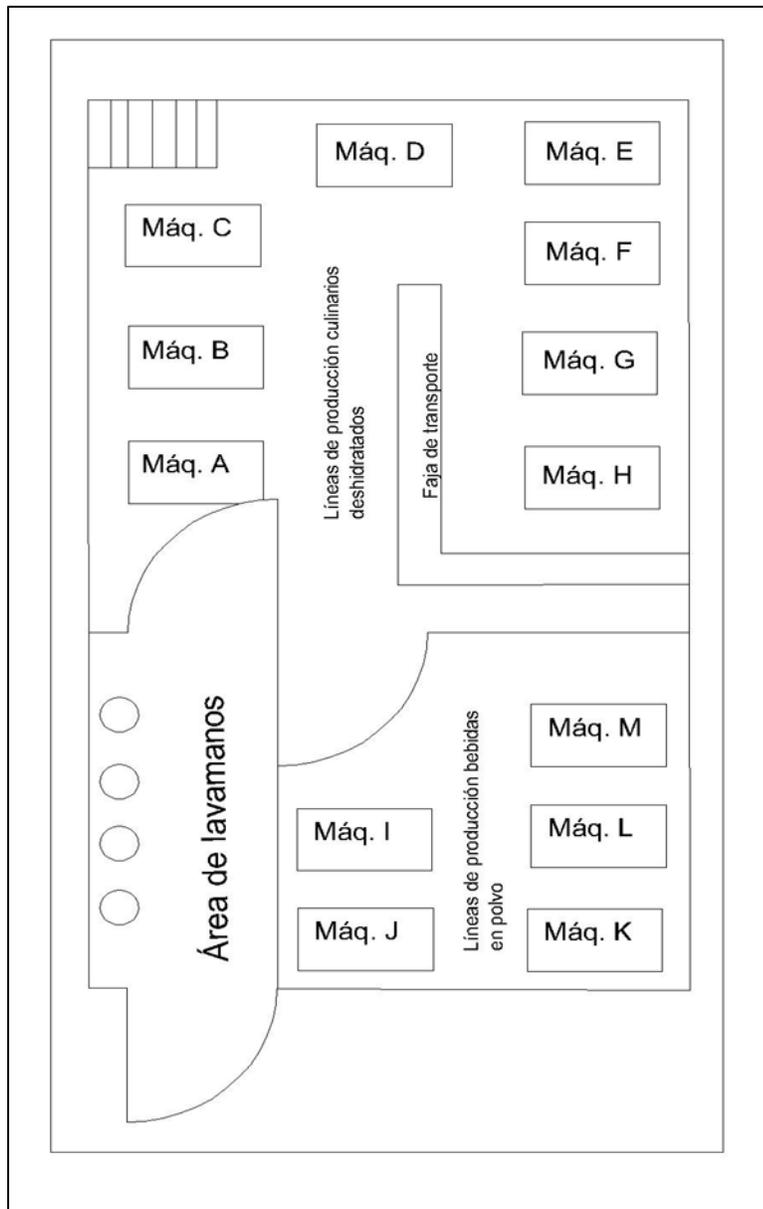
3.1.1. Área de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados

La empresa cuenta con área de producción la cual se ejemplifica en la figura 6, donde se especifica la ubicación de las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados ya que se encuentran en áreas separadas por inocuidad. También, se muestra en la figura 7 la distribución del área de abastecimiento de las líneas de producción.

La empresa tiene la necesidad de validar, controlar y estandarizar la velocidad de las líneas de producción con el fin de mejorar el rendimiento para que estas puedan producir y cumplir con los pedidos que la empresa tiene. Así mismo, poder validar los diagramas de operaciones de dichas líneas de producción ya que se ha visto que estas cuentan con discrepancias con lo que

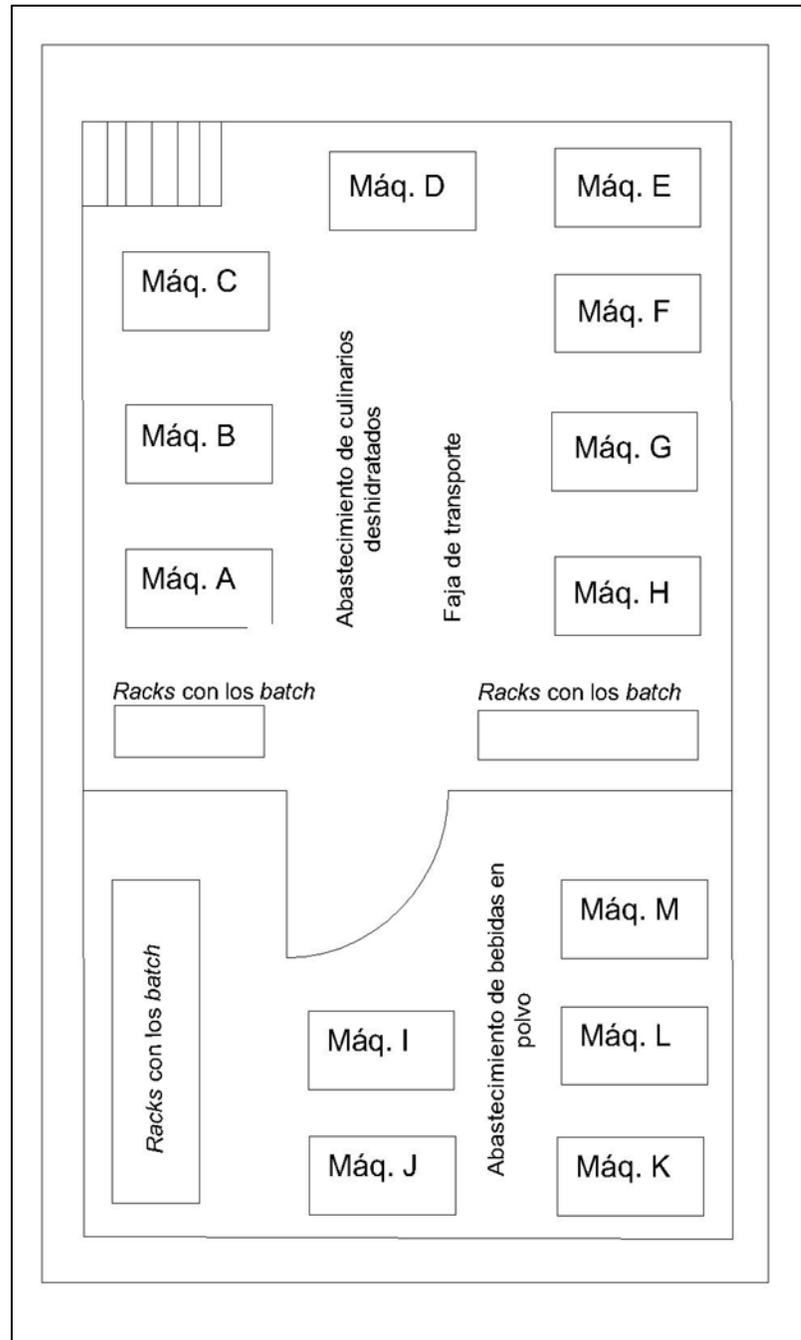
actualmente se realiza en cada máquina; esto se realizará con el fin de determinar el cuello de botella y los tiempos de ocio en el proceso.

Figura 6. **Planta de producción**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD.

Figura 7. **Área de abastecimiento de materia prima**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD.

3.2. Propuesta de validación

Para la validación de los datos y procesos que se realizan en las líneas de producción es necesario estudios los cuales validen los datos actuales, por lo que se deben de escoger métodos eficaces para estandarizar y llevar un control diario en el área de producción.

3.2.1. Descripción

La propuesta que se tiene para realizar la validación de la velocidad en las líneas de producción es efectuar un estudio de tiempos de cada línea el cual se realizará con la toma de tiempos cronometrados con el fin de eliminar los tiempos muertos y actualizar los tiempos históricos; se registrarán cuáles son los procedimientos que se realizan y cuánto personal es necesario para este proceso.

De cada línea de producción se tomará el operario que realice el proceso de la forma más adecuada, el más experimentado, con buena actitud y siguiendo los pasos debidamente. Se realizará la toma de tiempos teniendo en cuenta que el número de observaciones se obtendrá con las tablas de Westinghouse, la cual según el tiempo del ciclo se tendrá que realizar cinco observaciones por cada línea de producción que se está analizando. De igual forma se deben de seguir los siguientes pasos:

- Método de valoración

En este paso se debe de analizar cuatro métodos de calificación el cual será valorizado según la capacidad de los operarios los cuales son:

- Habilidades
 - Esfuerzo
 - Condiciones
 - Consistencia
- Suplementos o tolerancias

En este paso se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- Demoras personales
- Retrasos por fatiga
- Retrasos inevitables o especiales

3.2.2. Recopilación de tiempos de producción

Se realizará la toma de tiempos de cada línea de producción de la empresa de culinarios y dulces deshidratados, esta toma se realizará de la técnica de estudio de cronometro tomando cinco muestras de cada línea de producción como se determinó anteriormente siguiendo la siguiente tabla III.

Tabla III. **Recopilación de tiempos de producción**

Línea de producción	
No. Observación	Toma de tiempo
Tiempo cronometrado	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran la toma de tiempos de las líneas de producción de culinarios deshidratados.

Tabla IV. **Datos de tiempos máquina A**

Máquina A	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	9,06
2	8,98
3	9,03
4	9,03
5	9,00
Tiempo cronometrado	9,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Datos de tiempos máquina B**

Máquina B	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	18,70
2	18,74
3	18,72
4	18,76
5	18,75
Tiempo cronometrado	18,74

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Datos de tiempos máquina C**

Máquina C	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	7,98
2	8,01
3	8,00
4	7,97
5	8,02
Tiempo cronometrado	8,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Datos de tiempos máquina D**

Máquina D	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	18,70
2	18,74
3	18,72
4	18,76
5	18,75
Tiempo cronometrado	18,74

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Datos de tiempos máquina E**

Máquina E	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	10,84
2	10,70
3	10,68
4	10,68
5	10,70
Tiempo cronometrado	10,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Datos de tiempos máquina F**

Máquina F	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	10,07
2	10,00
3	10,01
4	10,00
5	10,00
Tiempo cronometrado	10,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Datos de tiempos máquina G**

Máquina G	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	13,00
2	12,97
3	12,95
4	12,94
5	13,01
Tiempo cronometrado	12,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos de tiempos máquina H**

Máquina H	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	38,54
2	37,26
3	37,49
4	37,34
5	37,30
Tiempo cronometrado	37,34

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran las tablas de las tomas de tiempos cronometrados de las líneas de producción de bebidas en polvo.

Tabla XII. **Datos de tiempos máquina I**

Máquina I	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	11,90
2	11,88
3	11,90
4	11,95
5	11,97
Tiempo cronometrado	11,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Datos de tiempos máquina J**

Máquina J	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	18,20
2	18,18
3	18,15
4	18,18
5	18,19
Tiempo cronometrado	18,18

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Datos de tiempos máquina K**

Máquina K	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	21,30
2	21,28
3	21,33
4	21,27
5	21,41
Tiempo cronometrado	21,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Datos de tiempos máquina L**

Máquina L	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	17,05
2	17,08
3	17,02
4	17,07
5	17,10
Tiempo cronometrado	17,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Datos de tiempos máquina M**

Máquina M	
No. Observación	Tiempo (Seg)
1	27,65
2	27,64
3	27,70
4	27,69
5	27,65
Tiempo cronometrado	27,65

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Reclutamiento de datos de mano de obra

La empresa cuenta con un total 53 personas disponibles para trabajar en las líneas de producción, trabajando en jornada mixta.

La propuesta que se tiene para distribuir a las personas debidas en cada línea de producción es realizar un estudio de balance de líneas el cual indicará cuántas personas son necesarias dependiendo de las actividades que la línea de producción realice; así mismo, se podrá apreciar la disminución del costo de mano de obra directa que se tiene.

3.3. Propuesta de control

La propuesta de control de las líneas de producción se basa específicamente en llevar registros diarios en las líneas de producción de lo siguiente:

- Cantidad de producción
- Área de producción
- Producto por producir
- Personal a cargo
- Turno
- Fecha de producción
- Fecha de caducidad de producto
- Velocidad real de trabajo de la maquina

Por lo cual se deben crear formatos los cuales puedan ser legibles y analizables por el operario encargado de la línea de producción ya que él será el encargado de llenarlo.

3.3.1. Descripción del proceso

Los supervisores de producción deben monitorear periódicamente el funcionamiento de las líneas de producción, aplicando buenas prácticas de manufactura de los operarios.

Para realizar el control en el proceso de producción es necesario especificar cuáles serán los paros planeados que se tienen durante el día en cada línea de producción; así mismo, los posibles paros no planeados que esta pueda tener los cuales se presentan en la tabla XVII.

Este propósito se lleva a cabo para analizar que al finalizar el día se cumpla con la planificación de producción establecida y lograr estandarizar los *batch* diarios necesarios para cada línea de producción.

Tabla XVII. **Paros planeados**

Actividad	Tiempo (Min)	Veces a la semana
Arranque de máquina	10	1
Limpieza semanal	120	1
Alimentos personales (refacción)	15	20
Alimentos personales (almuerzo)	30	10
Capacitación	60	0,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Paros no planeados**

Actividad	Tiempo (Min)
Cambio de bobina	10
Reuniones	60
Inspecciones	15

Fuente: elaboración propia.

Como complemento de este control, se debe crear una bitácora que tendrá cada línea de producción, donde se debe detallar lo siguiente:

- Fecha
- Nombre de la máquina
- Nombre el operario a cargo
- Número de operarios
- Nombre de supervisor de turno
- Producción
- Velocidad

- *Check list* de paros planeados

3.3.2. Estadísticas de tiempos de producción

Se realiza el análisis de la toma de tiempos de la producción, tomando en cuenta que la empresa produce una alta cantidad de unidades por minuto en cada línea de producción. Se lleva a la estadística que existe una desviación en los datos históricos a comparación de los datos tomados, los cuales fueron afectados por las mejoras que se han realizado a las maquinarias; el cambio de grosor de la bobina y la humedad de la materia prima que actualmente se utiliza. En la siguiente tabla se especifica cual es la velocidad real en cada línea de producción de bebidas en polvo.

Tabla XIX. **Datos reales de velocidad nominal de producción**

Línea de producción	Velocidad (unidad / min)
Máquina A	132
Máquina B	72
Máquina C	152
Máquina D	387
Máquina E	56
Máquina F	119
Máquina G	281
Máquina H	31
Máquina I	302
Máquina J	191
Máquina K	165
Máquina L	210
Máquina M	16

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Análisis de mano de obra en líneas de producción

En este análisis se evaluará la máquina I, la máquina J y la máquina M. Actualmente, la empresa ha realizado cambios en dos las líneas de producción que provoca que estas tengan un funcionamiento más automatizado, el cual conlleva a una disminución de mano de obra en las líneas de producción; al contrario de la máquina manual M cuyo proceso es del 70 % manual y 30 % automatizado, el cual necesita más personal para realizar con satisfacción la planificación de producción.

Tabla XX. **Mano de obra necesaria para las líneas de producción**

Línea de producción	Número de personas
Máquina A	4
Máquina B	5
Máquina C	1
Máquina D	3
Máquina E	6
Máquina F	3
Máquina G	5
Máquina H	3
Máquina I	3
Máquina J	2
Máquina K	3
Máquina L	3
Máquina M	7

Fuente: elaboración propia.

Según los datos que se obtuvieron hubo una reducción de personal en las máquinas C, D, E, G, I y J; al contrario de la máquina M ya que en esta se necesita de más personal para cumplir con la programación de la producción.

Se determina que con la ejecución de guardas en dos líneas de producción la disminución de personal es muy considerable; de igual forma, optimiza el tiempo de producción ya que no existe tiempo de ocio.

3.4. Diagramas de procesos de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados

Para llegar a la simplificación del método de trabajo en las líneas de producción de la empresa de alimentos, es necesario llevar el registro de los procedimientos y detalles que se realizan en las mismas, para lograr esto deben de realizarse algunas preguntas como: ¿qué hace cada actividad?, ¿qué valor le agrega?, ¿por qué es necesario realizar es procedimiento?, entre otros.

3.4.1. Diagrama de operaciones

Los objetivos principales de realización diagramas de procesos en cada línea de producción son los siguientes:

- Logar una distribución productiva de la maquinaria
- Lograr la mejor distribución del personal en las líneas de producción
- Eliminar los procedimientos innecesarios
- Optimizar tiempos del área de trabajo

Actualmente, la empresa de alimentos cuenta con diagramas de procesos sencillos sin los lineamientos requeridos; estos solo cuentan con un breve

detalle del proceso que se realiza en cada línea de producción. Así mismo, no se cuenta con la actualización del diagrama de la línea de producción manual.

Se propone actualizar cada diagrama de procesos de las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados realizándolos con los lineamientos y herramientas requeridas, describiendo cada procedimiento y colocando tiempos cronometrados en cada actividad.

Así mismo, se propone crear el diagrama de proceso de la máquina M manual el cual la empresa no cuenta en dicha línea de producción.

3.4.2. Optimización de procesos de producción

La empresa de alimentos realizó una mejora en dos líneas de producción en el área de bebidas en polvo colocando guardas y sellos los cuales juntan las ristras; con esto se llegó a la reducción de personal y se optimizó el tiempo de la producción en la línea de producción.

Se propone colocar guardas y sellos en todas las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados para reducir los tiempos y costos de operación, en excepción de la línea semimanual.

De igual, forma se propone que el personal de cada línea en el turno vespertino lleve la bobina para evitar tiempos de ocio en el transporte de la misma.

Figura 8. **Guardas y sellos**



Fuente: elaboración propia.

3.5. Estandarización

La estandarización de los procesos tiene como objetivo principal la mejora continua de la empresa en la cual se genere un producto de calidad, su ejecución es unir todas las actividades que se realizan en la empresa y llevar un control de los procedimientos que se efectúan para ya realizar documentos con las actividades ya establecidas.

3.5.1. Velocidad nominal

La estandarización de la velocidad de las líneas de producción es primordial para el departamento de producción ya que el personal operativo debe tener el conocimiento de esta para arrancar la maquinaria y producir lo que se requiere diariamente según la planificación de producción.

Para llevar la estandarización de la velocidad de las líneas de producción de la empresa de alimentos se propone realizar un documento con los datos ya

establecidos el cual detalle lo siguiente; este documento se debe entregar a cada operario de las líneas de producción.

- Departamento
- Área
- Nombre de la maquina
- Sobres por minuto
- Cajas por hora

Tabla XXI. **Estandarización de velocidad nominal de las líneas de producción**

Departamento:		
Área: bebidas en polvo / culinarios deshidratados		
Velocidad de las líneas de producción		
Máquina	Sobres/minuto	Cajas/hora
Nombre de la máquina 1		
Nombre de la máquina 2		

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Mano de obra

La empresa de alimentos cuenta con personal operario y auxiliares para las líneas de producción; para lograr la estandarización de la mano de obra de

las líneas de producción se llevará a cabo un documento del número de personas que estará en cada línea de trabajo.

El documento debe detallar el área de trabajo, el nombre del operario a cargo y los nombres de los auxiliares en cada maquinaria; se debe especificar en qué horario estarán ya que los turnos de trabajo son mixtos.

A continuación, se muestra la tabla del personal a cargo de la línea de producción.

Tabla XXII. **Estandarización del registro de personal**

Departamento:	
Área:	bebidas en polvo / culinarios deshidratados
Personal en la línea de producción	
Turno:	
Nombre de operario:	
Nombre de auxiliares	

Fuente: elaboración propia.

3.6. Rendimiento

En un sentido general, el rendimiento es la utilidad que rinde una persona o máquina. "En concreto se establece que aquel es un concepto con el que se define el cociente entre el trabajo que una máquina realizada de forma útil

durante un determinado periodo de tiempo y el trabajo total que se le ha entregado a aquella durante ese citado tiempo."²

3.6.1. Descripción

Para evaluar el rendimiento en las líneas de producción se tomará en cuenta la velocidad teórica y la velocidad real, con el cual se obtendrá el rendimiento de la línea de producción.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{velocidad real}}{\text{velocidad teórica}}$$

Donde:

- Velocidad real: es la velocidad con que las líneas de producción trabajan realmente, la cual puede variar dependiendo del producto en polvo y la maquinaria.
- Velocidad teórica: es la velocidad que estipula el fabricante, según el manual de la máquina.

Para realizar este estudio se tomará en cuenta: la velocidad real, como la velocidad que se tomó y la velocidad teórica, como la estipulada por el departamento de producción.

²Definición, de. *Definición de rendimiento*. <https://definicion.de/rendimiento/>. Consulta: 7 de marzo de 2019.

3.6.2. Análisis del rendimiento de producción

Para evaluar el rendimiento de producción se tomará en cuenta el concepto que se dio anteriormente. Se iniciará realizando los cálculos correspondientes, los cuales son los siguientes:

Máquina A:

$$\text{Rendimiento} = \frac{V.\text{real}}{V.\text{teórica}} \times 100$$

Donde:

- V. real = 132 unidad/minuto
- V. teórica = 132,9 unidad/minuto

$$\text{Rendimiento} = \frac{132 \frac{\text{unidad}}{\text{minuto}}}{132,9 \frac{\text{unidad}}{\text{minuto}}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 99,3227 \%$$

Este mismo cálculo se harán en todas las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados, para analizar cuál es rendimiento en dichas líneas y conocer cuál es la línea con menor eficiencia.

A continuación, se muestra la tabla de los resultados del estudio de rendimiento de las líneas de producción.

Tabla XXIII. **Resultados del estudio de rendimiento**

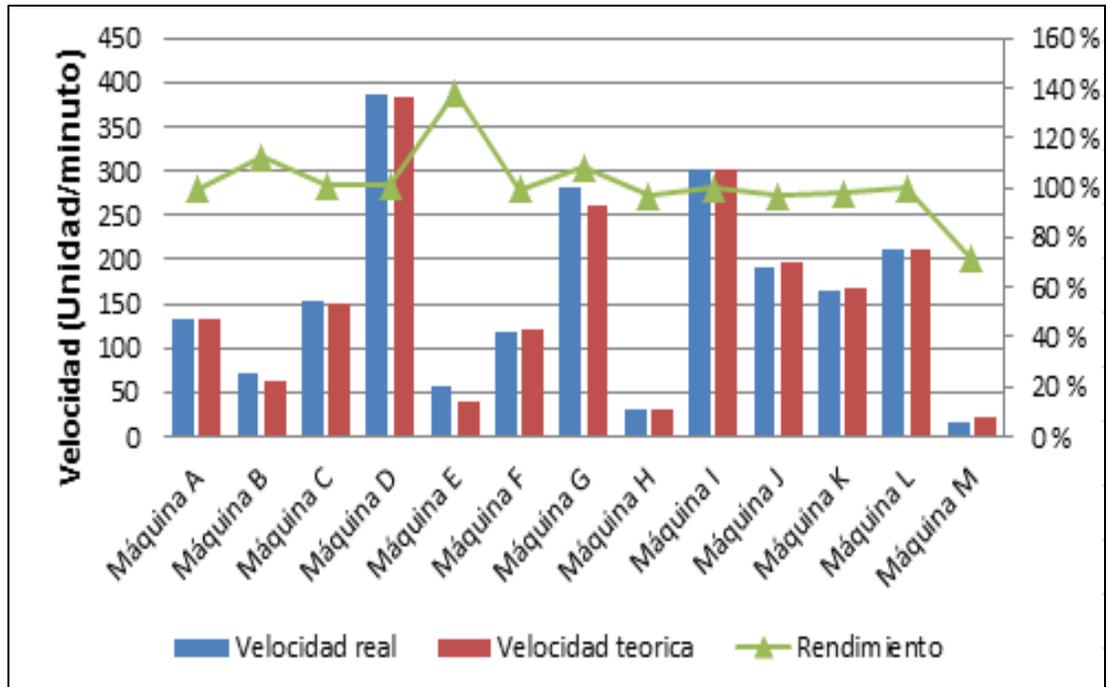
Línea de producción	Rendimiento
Máquina A	99 %
Máquina B	112 %
Máquina C	101 %
Máquina D	101 %
Máquina E	138 %
Máquina F	99 %
Máquina G	108 %
Máquina H	97 %
Máquina I	100 %
Máquina J	96 %
Máquina K	98 %
Máquina L	100 %
Máquina M	71 %

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados se obtuvieron de los reportes realizados por los supervisores de producción y datos que se tomaron para realizar el estudio, con el fin de actualizar las tablas entregadas al departamento de producción.

Los resultados del rendimiento de cada línea de producción se estudiaron con la siguiente gráfica.

Figura 9. Rendimiento de líneas de producción



Fuente: elaboración propia.

Según los resultados de la figura 9, el rendimiento general de las líneas de producción se mantuvo, por lo cual el rendimiento de producción si es el esperado ya que se mantuvo en su rango.

Existen mejoras en algunas líneas de producción, estas se basan en la mejora de la materia prima del producto y en el nuevo diseño con guardas de las líneas de producción; pero siempre se debe de tomar en cuenta que las velocidades de producción dependen del producto y tiempo de vida de la máquina; por ejemplo, la máquina E en la velocidad teórica tenía 40,54 unid/min y en la velocidad real tiene 56 unid/min; la diferencia de producción de esta máquina es alta, por esta razón el porcentaje de rendimiento es superior. Ahora bien, se analiza que la máquina M es la menos productiva y con menor

rendimiento, esto concluye a que sea más ineficiente; por lo cual en dicha línea de producción se debe tener más personal operativo ya que cuenta con menor personal del que realmente necesita para cumplir con la producción y capacitar a los operarios para que se ejecute el trabajo de la forma correcta.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Área de producción

En el capítulo anterior se diagnosticó que existen discrepancias en los valores teóricos y actuales de la velocidad nominal de las líneas de producción, ya que estos no eran actualizados anualmente. Existen mejoras en algunas líneas y se debe mejorar la eficiencia en otras.

En la implementación se debe realizar el estudio anualmente o cuando haya cambio de mejora en las líneas de producción y materia prima con el fin de determinar la eficiencia de cada una; así mismo, se deben actualizar los diagramas de producción de las máquinas de bebidas en polvo y culinarios deshidratados con el objetivo de simplificar el trabajo y mejorar los procesos de producción.

4.1.1. Validar y controlar los procesos de producción

Es necesario establecer reportes para evaluar el desempeño de las líneas de producción con el fin de validar y controlar los datos reales que se tiene en cada maquinaria como: producción obtenida, mano de obra, paros planeados, entre otros.

Para llevar a cabo este control se elaborarán reportes de indicadores simples, con los cuales el personal operativo pueda manipular sin ninguna dificultad. Es necesario llevar un control estricto de la cantidad producida diaria, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. **Indicador de paros no programados**



Fuente: elaboración propia.

4.2. **Validar los procesos de producción**

En la empresa de alimentos existe personal a cargo de registrar todos los datos de los reportes que se tenga en cada línea de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados. Este personal también deberá registrar los datos entregados de los reportes de las maquinarias por los supervisores de producción que luego se debe validar y analizar con el gerente del departamento de producción.

4.2.1. Verificación del proceso de producción

Los supervisores del departamento de producción son los encargados de validar y verificar el excelente funcionamiento de los procesos de producción, ya que tienen que supervisar diariamente el buen funcionamiento de las líneas de producción como el llenado eficiente de los reportes que se entregarán a cada operador de las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratado, con el fin de obtener estadísticas de cada proceso que se realiza en la planta de producción.

Así mismo, el departamento de mantenimiento debe llevar una planificación de mantenimientos preventivos que se puedan realizar en las líneas de producción y causas de los problemas imprevistos que estas puedan tener. Esto lo podrán obtener de los registros de paros no planeados (figura 12), para validar que la maquinaria no tendrá fallas mecánicas o eléctricas.

Figura 12. Registro de paros de las líneas de producción

PAROS DE PRODUCCIÓN				
Fecha:				
Línea de producción:				
	1	2	3	
Turno				
Hora	Duración (min)	Motivo del paro	Causa	
			Mecánica	Eléctrica
Firma del supervisor al finalizar el turno:				

Fuente: elaboración propia.

4.3. Control de procesos de producción

Para llevar el control de los procesos de producción es necesario llevar todos los registros en un cartapacio con los separadores según sea el proceso por archivar.

Para llevar un control del funcionamiento eficiente en las líneas de producción es de suma importancia llevar los datos exactos de los paros de producción.

Se deben establecer plantillas que deben llenar los operarios y los supervisores deben llevar el control de dichas plantillas.

4.3.1. Datos de los procesos que realizan

Para la recolección de los datos se deben obtener a través de hojas de control identificando los turnos; se llevarán a cabo hojas de producción, indicadores de rendimiento y disponibilidad de las maquinarias.

Este registro de datos se llevará en hojas estandarizadas para luego el personal encargado los plasme en hojas de Excel, esto con el fin de generar tablas dinámicas y conocer los datos estadísticos que sean necesarios para el análisis de la producción eficiente.

Los resultados de estos datos son necesarios para realizar el plan de mejoras, minimizar fallas técnicas, colocar competencias, planificar mantenimientos preventivos y utilizables al realizar capacitaciones al personal del departamento de producción.

4.4. Diagramas de procesos de producción

El proceso de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados es muy complejo; se llevó a cabo la actualización de los diagramas de producción de todas las líneas, ya que en algunas líneas ya no se contaba con el mismo proceso o los diagramas estaban incompletos. Se registró el procedimiento y tiempos de cada uno.

4.4.1. Líneas de producción de bebidas en polvo

A continuación, se muestran los diagramas de operaciones actualizados de las líneas de producción de bebidas en polvo.

Figura 13. Diagrama del proceso de la máquina J

Nombre: Máquina J				Hoja: 1/2			
Fecha: 2019				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama del proceso de bebidas en polvo							
No.	Actividad	Símbolo	Tiempo	No.	Actividad	Símbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		2 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		8 minutos				
3	Llenado de sobres		0.3 minuto				
4	Revisión física del producto		2 minutos				
5	Colocar pestañas y engrapar ristras		0.5 minuto				
6	Enfardar y etiquetar		1 minutos				
7	Enviar fardos a bodega de producto terminado		0.5 minuto				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		4	14 minutos				
Inspecciones		1	5 minutos				
Combinadas		1	-----				
Almacenajes		2	6 minutos				
TOTAL		7	14.3 minutos				

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama del proceso de las máquinas I, K, L

Nombre: máquinas I, K, L				Hoja: 2/2			
Fecha: 2019				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama del proceso de bebidas en polvo							
No.	Actividad	Símbolo	Tiempo	No.	Actividad	Símbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		2 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		8 minutos				
3	Llenado de sobres		0.5 minutos				
4	Revisión física del producto		2 minutos				
5	Juntar ristras		0.3 minutos				
6	Colocar pestaña y engrapar		0.5 minutos				
7	Enfardar y etiquetar		1 minutos				
8	Enviar fardos a bodega de producto terminado		0.5 minutos				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		5	10.3 minutos				
Inspecciones		1	2 minutos				
Combinadas		-	-				
Almacenajes		2	2.5 minutos				
TOTAL		8	14.8 minutos				

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Líneas de producción de culinarios deshidratados

A continuación, se muestran los diagramas de operaciones actualizados de las líneas de producción de culinarios deshidratados.

Figura 15. Diagrama del proceso de la máquina C

Nombre: máquina C				Hoja: 1/2			
Fecha: 2019				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama del proceso de culinarios deshidratados							
No.	Actividad	Símbolo	Tiempo	No.	Actividad	Símbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		1 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		3 minutos				
3	Llenado de sobres		0.3 minuto				
4	Revisión física del producto		2 minutos				
5	Colocar pestañas y engrapar sobres		0.2 minuto				
6	Enfardar y etiquetar		1 minutos				
7	Enviar fardos a bodega de producto terminado		0.5 minuto				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		4	4.5 minutos				
Inspecciones		1	2 minutos				
Combinadas		-	-				
Almacenajes		2	1.5 minutos				
TOTAL		7	6 minutos				

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama del proceso de las máquinas A, B, D, E, F, G, H

Nombre: máquinas A, B, D, E, F, G, H				Hoja: 2/2			
Fecha: 2019				Elaborado por: Karla Catù			
Diagrama del proceso de culinarios deshidratados							
No.	Actividad	Símbolo	Tiempo	No.	Actividad	Símbolo	Tiempo
1	Solicitud de mezcla		1 minutos				
2	Abastecimiento de mezcla a la línea de producción		3 minutos				
3	Llenado de sobres		0.3 minutos				
4	Revisión física del producto		2 minutos				
5	Juntar ristras		0.3 minutos				
6	Colocar pestaña y engrapar		0.5 minutos				
7	Enfardar y etiquetar		1 minutos				
8	Enviar fardos a bodega de producto terminado		0.5 minutos				
Resumen							
Evento		Veces	Tiempo				
Operaciones		5	10.3 minutos				
Inspecciones		1	2 minutos				
Combinadas		-	-				
Almacenajes		2	1.5 minutos				
TOTAL		8	8.6 minutos				

Fuente: elaboración propia.

4.5. Estandarización de procesos

La estandarización en el proceso de producción es fundamental para maximizar su eficacia e incrementar el rendimiento en la planta de producción de la empresa de alimentos.

Por esta razón, se tiene la necesidad de llevar todos los datos en control y tener un estándar tanto en los procesos como en los datos que sean necesarios conocer; para esto se llevarán reportes diarios en las líneas de producción los cuales estarán estandarizados para que cualquier persona que lea el reporte sea capaz de llenarlo.

Estos registros deben detallar los kilogramos utilizados en *batch* y las cajas producidas en lapsos de horas, así como los paros planeados y paros no planeados, con el fin de obtener con cálculos lo siguiente:

- Tiempo ocupado: tiempo en que la línea estuvo en producción.
- Tiempo corrido: es la resta entre el tiempo ocupado y tiempo de paros planeados que se tuvieron en el día.
- Tiempo total perdido: es el resultado de los paros planeados y paros no planeados en la línea de producción.

A continuación, se establecen los reportes estandarizados que el personal operativo debe llenar diariamente.

Figura 17. Registro de datos diarios

NOMBRE DE OPERADOR							
FECHA	HORARIO INICIO TURNO	HORARIO FIN TURNO	PROCESO	VELOCIDAD Kg/Hora	TIEMPO OCUPADO	A-(B/60)= TIEMPO CORRIDO	[(E/D)-A]X60 =Tiempo total perdido
				D=	A=		
No. ORDEN	CODIGO	DESCRIPCIÓN ARTÍCULO					
Paros no planeados							
Hora de paro	Duración	Firma de técnico	DESCRIPCIÓN DEL PARO				
Total, PNP	C=						
Paros Planeados							
HORA	Kg efectiva	Kg de Base	Hora de Paro	Hora de arranque	Duración	DESCRIPCIÓN DEL PARO	
Total	E=		Total, PP	B=			

Fuente: elaboración propia.

4.5.1. Mejora de los procesos de producción

Es importante realizar un plan de mejora en los procesos de producción para introducir mejoras o cambios que se harán en los procesos que se han establecido con el fin aumentar la excelencia en el proceso. Para lograr la eficiencia y efectividad, al iniciar y finalizar cada procedimiento de producción, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se propone implementar las guardas a las líneas de producción para eliminar un procedimiento manual y optimizar costos de mano de obra directa.
- Se deben crear tiempos de formación al personal del área de producción y entregar materiales de apoyo para su aprendizaje.
- Innovar en los procesos, para incentivar a su personal operativo.

Se debe llevar un registro de los procesos de producción para realizar mediciones las cuales van de la mano con un sistema de evaluación y calidad de un proceso para lograr la mejor a largo plazo. Es fundamental gestionar la obtención de los datos para trazarlos en indicadores globales y evaluar el rendimiento a lo largo del tiempo. Para llevar a cabo esto es necesario integrar ciclos de mejora y auditorías internas.

Es decir, este sistema consiste en solucionar problemas encontrando la causa raíz que integra grupos de acción involucrando al personal operativo y profesionales, para lograr el apoyo en los dos grupos. Para ello, es necesario integrar los conocimientos y experiencias del personal que logra crear una lluvia

de ideas, matriz FODA y otras herramientas de ingeniería para conocer los factores externos e internos que se involucran en el proceso.

4.6. Rendimiento de producción

Una de las principales causas del bajo rendimiento de las líneas de producción es el nivel de humedad que la materia prima tiene al momento de producirse; por esta razón, el departamento de calidad está realizando estudios químicos para disminuir el nivel de humedad. También, el factor secundario es el grosor de la bobina que se tenía anteriormente ya que era de menor longitud y al momento de la producción este se dañaba y existía alta cantidad de merma.

Para incrementar el rendimiento de producción es necesaria la recolección de datos según los reportes que ya se colocaron en el inciso anterior; ya que estos darán un alto conocimiento de cómo se encuentra el rendimiento de las líneas de producción y del personal operativo.

Así mismo, se podrán registrar los paros planeados y las causas de los paros no planeados en las líneas de producción con el fin de iniciar con el plan de acción para evitar que existan tiempos muertos en el proceso de producción.

4.7. Capacitación del personal

La mano de obra directa del departamento de producción debe estar capacitada y saber con precisión el proceso de trabajo que se debe realizar en cada línea de producción de la empresa de alimentos. Este trabajo se debe simplificar de la forma más clara para el operario, ya que se debe tener

confiabilidad en su trabajo, disminución de errores técnicos y contar con la manipulación adecuada del equipo.

Los estándares establecidos afectan significativamente a la ejecución del trabajo en campo, ya que consiste en evitar operaciones incorrectas en el proceso de producción.

Los objetivos principales de la capacitación del personal son los siguientes:

- Comunicación con el personal.
- Simplificación del trabajo en producción.
- Evitar incidentes y accidentes.
- Tener al personal con alto conocimiento de lo que significa su puesto y la responsabilidad que este tiene.
- Aumentar el rendimiento del personal, como de la producción.
- Mejorar el ambiente de trabajo.

De igual forma el personal de producción debe de tener claro cuáles son sus compromisos con la empresa como se muestra a continuación:

- Tener voluntad de aprendizaje.
- Contar con participación, responsabilidad y compromiso en las actividades realizadas por la empresa.
- Tener respeto con todo el personal.
- Llevar el manejo adecuado de los documentos y la maquinaria de la empresa.
- Cumplir con las normas de inocuidad.

- Llevar siempre su equipo de protección personal dentro de la planta de producción o donde se requiera.

4.7.1. Introducción y entrega de información al personal

La introducción y entrega de material al personal es de suma importancia para la empresa, ya que dependiendo del rendimiento de la capacitación así será la eficiencia que tendrá el operador al realizar su trabajo. Así mismo, se podrán realizar preguntas como: ¿se siente capacitado para ejecutar su puesto?, ¿cuáles son sus puntos bajos?, ¿qué dudas tiene en la práctica del proceso de producción?, ¿qué mejoras tiene en mente para su puesto?, entre otros.

Para realizar la capacitación del personal se deberá explicar cuál es el significado de su puesto y lo importante que es para la empresa su excelente ejecución. Es importante que el personal tenga en cuenta la seguridad industrial como se detalla a continuación:

- ¿Qué precauciones y seguros debe tener la línea de producción cuando se realice alguna revisión?.
- Tipos de accidentes que puedan ocurrir dentro de la planta de producción.
- Conocer que función tiene el equipo de protección personal y por qué es necesaria su utilización.

Así mismo, se deben detallar los objetivos fijados a su puesto y se darán a conocer los reportes que ellos deben llevar diariamente.

Para realizar este proceso se tendrán en cuenta la figura 18, ya que estas están estandarizadas de la forma más correcta para que el operario comprenda sin dificultad como llenar los reportes que se tendrán en cada línea de producción.

4.7.2. Actualización periódica de información al personal contratado

La capacitación constante del personal demanda de un análisis de los procesos necesarios que se realizan para cumplir con las metas de la empresa. El departamento de producción debe capacitar con frecuencia a su personal tanto de mano de obra directa como indirecta, para darles a conocer la forma correcta de la manipulación de la maquinaria y las mejoras que se realicen en las líneas de producción. Esto es importante ya que evita paros no planeados, complicaciones en la producción, fallas mecánicas, disminución del rendimiento y accidentes en la planta de producción.

Figura 18. Lección de capacitación de un registro

LUP - Lección de un punto



Tema:	Llenado de indicador	Tipo de LUP:	Transferencia de conocimiento
--------------	----------------------	---------------------	-------------------------------

Dónde Impacta	<input type="checkbox"/> Seguridad "0" lesiones	LUP No.:	Fecha:		
	<input type="checkbox"/> Calidad "0" Defectos	Departamento:	MANUFACTURA	Área:	
	<input type="checkbox"/> Costo "0" Desperdicios	Elaborado por:	KARLA CATÚ	Puesto:	Firma:
	<input type="checkbox"/> Gente	¿Cambio temporal? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Hasta cuándo es válido:		
	<input type="checkbox"/> Ambiente "0" impacto	Otro: _____			

El indicador es el resultado de (velocidad de producción real ÷ (estandar de la velocidad de producción))

Velocidad de producción efectiva durante el tiempo ocupado

% de Cumplimiento de sobres/minuto al día **AÑO:** _____

$$\frac{\text{Velocidad real}}{\text{Velocidad estándar}} \times 100$$

Definición: Mide el cumplimiento de la velocidad nominal por día

Objetivo: %

Realizar la multiplicación de la velocidad estandar (buscarlo en el ESTANDAR DE PRODUCCION DE LA LINEA)

Colocar el resultado del indicador



Responsable: _____

Fuente: elaboración propia.

Al personal se le dará material de apoyo para mejorar el aprendizaje y llenado de reportes que deban llevar, como se muestra en la hoja anterior, figura 18. Esta hoja muestra a detalle que significa cada inciso del llenado de indicadores; de igual forma, muestra la forma simple de generar los cálculos para obtener los datos necesarios diariamente.

Además, es de suma importancia conocer si la capacitación fue eficiente, esto se puede determinar realizando evaluaciones de conocimiento a cada personal del departamento de producción que fue capacitado.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Actualización de los resultados

Uno de los planes de seguimiento que se deben realizar en la empresa es la actualización continua de los datos de producción, procesos y capacitaciones constantes al personal para retroalimentar su conocimiento. Esta actualización se dará en realizar nuevamente los estudios a corto plazo o cuando se realice alguna modificación en el proceso o en el diseño de la maquinaria actual.

Los estudios constantes son de suma importancia para la empresa, ya que estos son apoyo para la optimización de tiempos y la reducción de fallas en los procesos de producción o administrativos que se puedan dar dentro del departamento de producción.

Esta actualización también debe ser complemento de las capacitaciones de mejora continua que se dará al personal operativo.

5.1.1. Estadísticas de producción

Las herramientas estadísticas son indispensables para la determinación de resultados con el fin de analizar y controlar los procesos de producción, los cuales son útiles para tomar decisiones en la planta de producción. Estas son las herramientas necesarias que la empresa debe de tomar en cuenta al realizar un estudio; ya que indican los niveles de resultados de la empresa y el mayor porcentaje de causas de fallas que pueda existir dentro de la planta de

producción. Estos registros deben ser establecidos en una hoja de Excel para su excelente utilización y análisis.

Las siguientes son las herramientas más utilizadas en el departamento de producción.

- Gráficos de control
- Pareto
- Histogramas
- Gráficos lineales

5.1.1.1. Muestreo semanal

Para llevar un control en los procesos de producción, se debe realizar un muestreo semanal de las líneas de producción de los datos de tiempos, velocidad, diagramas de procesos, entre otros, con el objetivo de controlar y validar los registros que se llenarán en las plantillas de reportes de todas las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados.

Es de suma importancia llevar un control, ya que esto afecta directamente a la calidad y costos del producto a producir. Para el manejo de los resultados de los muestreos semanales serán utilizadas las siguientes herramientas estadísticas que se muestran a continuación:

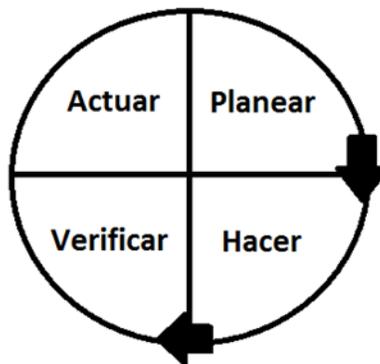
- Promedio: determina el valor medio de una base de datos dada.
- Desviación estándar: se utiliza para cuantificar la variación de un conjunto de datos determinados.
- Mínimo: es el número menor de un conjunto de datos determinados.
- Máximo: es el número mayor de un conjunto de datos determinados.

5.2. Mejora continua de producción

La mejora continua es importante en el departamento de producción ya que en este se ha generado un sistema de control de los procesos, con el fin de la búsqueda de mejores resultados de los que tiene actualmente la planta de producción.

Uno de los principios de la mejora continua es el kaisen: un sistema de mejora el cual se integra con los componentes, las actividades y los procesos de la empresa. Se basa principalmente en crear procesos de trabajo en una organización e incrementar el valor de un área de trabajo.

Figura 19. **Ciclo de la mejora continua**



Fuente: elaboración propia.

Una de las metodologías que se pueden utilizar para la mejora continua es la metodología 5S. Esta metodología es desarrollada en Japón con el objetivo de organizar los lugares de trabajo, mantenerlos limpios, funcionales y productivos. Uno de los enfoques principales de esta metodología es desarrollar la calidad ya que esta requiere de seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y

la disciplina en los procesos de producción o de una organización. Se propone que se implemente esta metodología para realizar un cambio en los procesos de la empresa, esta se basa en los siguientes cinco pasos:

- Primera S: *seiri* (seleccionar) esta etapa se debe de identificar o clasificar actividades de trabajo necesarias para eliminar las innecesarias.
 - Uno de los procesos más indispensables en el área de producción es el procedimiento de abastecimiento de materia prima de las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados, ya que esta puede causar un retraso al momento de iniciar con la producción.

- Segunda S: *seiton* (ordenar) esta etapa se basa en ordenar las actividades o materiales que seleccionamos como necesarios, eso para poder evitar perdida del material y optimizar tiempo.
 - El personal encargado del abastecimiento debe ordenar conforme la producción diaria los batch ya numerados en los *racks* que se encuentran en el área de abastecimiento. Para evitar tiempos muertos en el desorden y la búsqueda de *batch* necesarios en cada línea de producción.

- Tercera S: *seiso* (limpiar) indica que el área de trabajo que se determina anteriormente debe permanecer limpia, con el fin de fijar tareas de limpieza en determinado tiempo.
 - En esta etapa el personal encargado de abastecer debe tener limpio el área de abastecimiento por seguridad del personal y por

inocuidad de la empresa. El personal debe limpiar constantemente ya que el producto de la materia prima es polvo se esparce rápidamente.

Figura 20. **Área de abastecimiento de materia prima de las líneas de producción**



Fuente: elaboración propia.

- Cuarta S: *seiketsu* (estandarizar) esta indica que se deben establecer procedimientos donde se fijen objetivos y será ya de una forma específica su realización.

- El personal lleva una planilla establecida para llevar el control del número de *batch* que ha abastecido a las líneas de producción de bebidas en polvo y culinarios deshidratados.
- Quinta S: *Shitsuke* (disciplina) esta última etapa se basa en generar la mejora continua, se basa en el ciclo de la mejora continua donde se debe de realizar los cuatro pasos anteriores.
 - Los procesos anteriores deben de ser supervisados por el encargado del área de abastecimiento de la planta de producción; debe llevar el control de la limpieza, validar y controlar la cantidad de *batch* que se utilizan diariamente en las líneas de producción con el fin de validar que no existan discrepancias con la producción realizada diariamente.

5.3. Evaluación de desempeño

La evaluación del desempeño es una gestión para estimar el cumplimiento de una tarea laboral, con el fin de cumplir con los objetivos fijados de la empresa. El principal objetivo de esta evaluación es identificar cuáles son los puntos débiles del personal del departamento de producción que se deben mejorar para lograr el desempeño deseado. Las formas de la evaluación del desempeño son las siguientes:

- Medición de la productividad
- Habilidades
- Objetivos fijados para alcanzar

El desempeño se evalúa con base en normas ya establecidas de parte de la empresa de alimentos. Con el fin de realizar mediciones reales de las actividades o procesos planificados que se realizan, para luego realizar acciones correctivas donde existan fallas. Su principal objetivo es lograr el alto rendimiento de una organización.

Las principales razones por las cuales la empresa inicia con la evaluación del desempeño tanto de líneas de producción como del personal operativo son las siguientes:

- Toma de decisiones de la empresa
- Minimizar costos de producción
- Determinar la eficiencia y rendimiento del personal, o maquinaria

Para llevar a cabo la evaluación del desempeño, la empresa de alimentos se fijará con base en la productividad de producción; por lo cual se dará seguimiento a los indicadores plasmados en las líneas de producción ya que ellos darán un resultado eficaz para la toma de decisiones y plan de acción de ser necesario. Los indicadores deben ser revisados por los supervisores de producción semanalmente para realizar el diagnóstico necesario según sea requerido.

5.4. Auditorías

El objetivo principal de realizar una auditoría en una empresa u organización es garantizar que un sistema o método establecido sea eficiente para el área a evaluar. Estos deben tener los formatos estandarizados según las normas ya establecidas; para realizar este estudio se debe llevar el control

de inventarios del departamento de producción, para esto se puede utilizar el sistema ABC.

El sistema ABC es utilizado para el control de inventarios asegurándose que se lleven los registros exactos de los ya utilizados y los que aún hay en existencia. Esta metodología inspecciona el *stock* que existe en inventario con el fin de determinar si es necesario abastecer; el objetivo principal es mantener los costos bajo control y aprovechar al máximo los insumos de la empresa.

De igual forma el personal responsable debe tener el alto conocimiento de los reportes, los métodos de procesos o la seguridad industrial, las herramientas y las maquinarias que este ejecute en su labor dentro de la empresa.

5.4.1. Auditorías internas

Para realizar las auditorías internas en la empresa se tiene un grupo de profesionales interinos capacitados los cuales tiene el alto conocimiento de lo que se realiza dentro del departamento de producción. Ellos realizan auditoría de inventarios, procesos y documentación que se llevan en cada área de trabajo, los cuales deben seguir los lineamientos determinados que ya se han plasmado; así mismo, el personal debe seguir los procesos como ya se han estandarizado.

Estas auditorías se deben ejecutar semestralmente ya que el objetivo de realizar auditorías internas es llevar un control de inventarios, procesos y documentos que se manejan dentro de la empresa, con el fin de llevar todo en orden y registrado a la fecha de la auditoría externa. Al realizar esta metodología se busca lo siguiente:

- Familiarizar al personal en la ejecución de auditorías.
- Análisis de los procesos y documentos que se llevan en la planta de producción.
- Evaluación del desempeño de personal.
- Identificación de bajo rendimiento.
- Análisis del área financiera.
- Mejora continua.

5.4.2. Auditorías externas

La empresa de alimentos realiza auditorías externas contratando a empresas capacitadas para realizar auditorías; estas se realizan anualmente en cada departamento de la empresa de alimentos. La empresa contratada es la encargada de demostrar la eficiencia y las carencias de cada departamento; esto lo realiza haciendo estudios de los estándares dados y recaudando evidencias de los procesos que se realizan en la empresa, productiva y administrativa.

La empresa puede realizar procesos de evaluación como se indican a continuación:

- Valuación de inventarios
- Evaluar las planillas que se llevan dentro de la empresa
- Diagnóstico de fallas en los estándares
- Evaluación de conocimiento del personal
- Seguimiento del plan de seguridad e higiene
- Revisión de vestimenta y equipos de protección personal
- Revisión de herramientas
- Análisis de inocuidad dentro de la planta de producción

- Revisión de certificados
- Revisión de documentación archivada

5.5. Acciones correctivas

El seguimiento de acciones correctivas se dará a las líneas de producción al realizar la instalación de las guardas y los sellos, lo cual optimizará el tiempo de producción.

El seguimiento se dará en dos partes las cuales se muestran a continuación:

- Departamento de mantenimiento: este es el encargado de realizar visitas periódicas a las líneas de producción validando que el funcionamiento de la instalación este en óptimas condiciones.
- Departamento de producción: los supervisores deben analizar que la producción se cumpla y capacitar al personal operativo para realizar la limpieza en seco y húmedo al equipo instalado.

5.6. Capacitación constante del personal

La capacitación es un sistema de educación laboral que aplica conceptos y experiencias, con el fin de desarrollar conocimientos amplios, habilidades laborales y actitudes personales.

El objetivo de las capacitaciones es fomentar en el personal nuevas formas de trabajo para optimizar y mejorar los procesos de limpieza, producción

y reportes diarios de la planta de producción, para llegar a obtener una mejora continua y mejorar el ambiente laboral.

La capacitación se debe fomentar constantemente para fortalecer los métodos de trabajo y el conocimiento del personal.

El plan de capacitación está establecido para realizarlo semanalmente en diferentes grupos de trabajo para incentivar al personal y dar a conocer sus opiniones; este plan de capacitación va dirigido específicamente al personal del departamento de producción para mejorar la productividad y eficiencia en los procesos de producción de la empresa de alimentos.

Al ejecutar la capacitación es de suma importancia realizar una evaluación de los conocimientos proporcionados al personal para obtener un diagnóstico de la retroalimentación que se dio durante la capacitación. La evaluación tiene como objetivo aumentar el desempeño del personal operativo.

El capacitador es el encargado de realizar evaluaciones de la capacitación dada; son las siguientes:

- Evaluación general de capacitaciones (figura 21).
- Evaluación del contenido de la capacitación realizada: debe contener preguntas específicas del tema que se retroalimentó durante la capacitación.

A continuación, se muestra la plantilla de evaluación general de las capacitaciones que se deben de realizar en el departamento de producción.

Figura 21. Evaluación general de capacitaciones

<i>Desarrollo organizacional</i> <i>Recursos humanos</i>	Evaluación de capacitación
---	-----------------------------------

Nombre del curso	
Nombre del capacitador	
Fecha	

Agradecemos su opinion acerca del curso impartido, favor complete esta encuesta de acuerdo a los siguientes criterios

1= malo, 2= regular, 3= bueno

1. El curso facilita su desempeño en su puesto de trabajo.		
2. El curso efectuado le aportó conocimientos nuevos.		
3. El ritmo de la capacitación ha sido adecuado.		
4. Los materiales proporcionados han sido útiles para su aprendizaje.		
5. El equipo y salon fueron los adecuados.		
6. El insturctor fue puntual a la hora de capacitación.		

Comentarios y sugerencias

Sus comentarios son importantes para la mejora de la empresa.
Muchas gracias

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El departamento de producción es el eje más importante de la empresa alimenticia. Es de suma importancia validar y controlar los datos y procesos que se realizan en las líneas de producción; esto dará un diagnóstico inmediato del estado de la planta de producción.
2. Realizar estudios anuales de los procesos de producción, para contar con información actualizada y realizar mejoras continuas en las líneas de producción. Mejorar el sistema de gestión de los registros de datos en los procesos de producción.
3. Se eliminaron tiempos muertos y se disminuyeron los paros planeados que se tenían en las líneas de producción; se optimizaron tiempos de traslados y abastecimientos. Es importante contar con personal capacitado constantemente para aumentar su conocimiento y sus habilidades.
4. Toda actividad que se realice en la planta de producción debe ser controlada y estandarizada, esta será la responsabilidad de los supervisores para obtener mejores resultados y cumplir con las auditorías internas y externas. La estandarización es importante ya que esta indica los lineamientos adecuados que se deben seguir al realizarse un proceso, con el fin de que el personal operativo vaya a un mismo ritmo de trabajo.

5. Establecer los procedimientos en las líneas de producción ayuda a optimizar el tiempo de operación e incrementar el nivel de producción. Aumenta la eficiencia de las actividades con mano de obra.
6. Las causas principales del bajo rendimiento en las líneas de producción son los paros imprevistos: fallo de la máquina, falta de bobina, entre otros. Por esta razón, es importante la implementación de mantenimientos preventivos con el fin de disminuir las fallas mecánicas en las líneas de producción.
7. La máquina M es la línea de producción con menor rendimiento, ya que esta no cuenta con mano de obra suficiente para cubrir con la planificación de producción; así mismo, no cuenta con capacitación adecuada del método de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Para realizar el mejoramiento de la maquina M es importante tener un sistema eficaz de producción, tener personal capacitado y llevar un control del rendimiento. Para realizar este proceso se debe contar con el compromiso de los operarios y supervisores de la planta de producción.
2. Realizar capacitaciones trimestrales al personal: se deben asignar grupos de trabajo para incentivar al personal y realizar evaluaciones de conocimientos para diagnosticar los puntos débiles del personal y contar con el 100 % de sus habilidades.
3. Implementar programas de mejora continua y mantenimientos preventivos en las líneas de producción, para obtener un incremento en la productividad.
4. Implementar nuevos registros de velocidad en las líneas de producción para que las jefaturas tengan un amplio conocimiento del comportamiento diario de las máquinas según el producto que elaboran.
5. Ejecutar planes de seguridad e higiene industrial a los operarios para aumentar su conocimiento en el tema e implementar la inocuidad de la producción de alimentos que se debe manejar de la planta de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo Número 969-99, Reglamento para la inocuidad de los alimentos*. Guatemala. 1999.
2. CRUELLES, José Agustín. *Soluciones para la mejora de la productividad industrial*. España: ZADECON, 2014. 92 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio de trabajo ingeniería de métodos y medición de trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad: producción, calidad y control*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 383 p.
5. KRICK, Edward V. *Ingeniería de métodos: estudio de tiempos y movimientos*. México: LIMUSA, S. A., 1994. 334 p.
6. QUEZADA PALACIOS, Josué Eduardo. *Análisis de rendimiento de una línea de producción de bebidas carbonatadas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2016. 250 p.
7. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3a ed. Guatemala: Imprenta Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 256 p.

