

**ANÁLISIS, MEJORAMIENTO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA PRODUCTOS VICKY S.A.S**

**FABIÁN EMILIO DURÁN LARA  
PAOLA ANDREA LIZARAZO BALLESTEROS  
JUAN DAVID RODRÍGUEZ MORALES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2017**

**ANÁLISIS, MEJORAMIENTO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA PRODUCTOS VICKY S.A.S**

**FABIÁN EMILIO DURÁN LARA  
PAOLA ANDREA LIZARAZO BALLESTEROS  
JUAN DAVID RODRÍGUEZ MORALES**  
Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial

**Director**  
**ING. CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHÓRQUEZ**  
Magíster en Ingeniería Industrial

**Codirector**  
**ING. ROLANDO JOSÉ ACOSTA AMADO**  
Doctor en Ingeniería Industrial

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2017**

## **DEDICATORIA**

*A Dios Todopoderoso que en su infinita misericordia permitió iniciar y concluir con éxito este trabajo, fortaleciendo las virtudes y conocimientos para superar todo obstáculo.*

*A mis padres, hermanos, sobrinos y cuñadas por estar ahí siempre apoyándome y creyendo en mis capacidades.*

*A mis colegas y compañeros de trabajo por su esfuerzo y esmero en cada etapa de este proyecto.*

*A mi tutora, director y profesores que a través de sus conocimientos y experiencias aportaron grandemente al desarrollo de esta obra.*

*A los amigos en general por creer que esto era posible, especialmente a Fabián Guillermo Páez Arango por ser ese amigo que en los momentos de dificultad no escatimó en dar ánimo y motivación para seguir adelante.*

*A todos quiero decirles que gracias a ustedes esto fue posible...*

**FABIÁN EMILIO DURÁN LARA**

## **DEDICATORIA**

*Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en la debilidad y mi compañía en la soledad.*

*A mis padres Humberto y Yolanda por su paciencia, dedicación y amor a lo largo de estos años, gracias a ellos y su trabajo constante he llegado a ser quien soy, a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, por lo que sueño y lo que deseo; gracias por enseñarme que en la vida no existe nada imposible, que los límites los fijamos nosotros y que después de tropezar la vida misma te ayuda a levantarte y seguir adelante.*

*A mis hermanos y mi sobrina por ser un motor para mi vida y una razón para crecer como hermana, tía y profesional.*

*A Jhon por ser mi amigo fiel, por acompañarme día a día, por escucharme, aconsejarme y cuidarme siempre que lo necesité, por llenar mis días de alegría y amor y por ser mi apoyo y soporte a lo largo de mi carrera.*

*A Juan y Fabián por ser los mejores compañeros de tesis que jamás imaginé, por hacerme reír en los días de estrés, por orientarme cuando lo necesité y por entenderme y apoyarme cuando estuve lejos.*

*A mis amigos, que hace más de 5 años se convirtieron en mi compañía, aquellos que me hicieron reír y llorar de la risa, gracias por estar presentes en los mejores momentos de mi vida y por ser mi compañía en los momentos más difíciles durante el transcurso de nuestra carrera.*

*Al profesor Carlos Díaz y todo el personal de productos La Victoria por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de crecer profesional y personalmente*

*Finalmente gracias a mi razón de ser, a mis abuelos Rosa y Heli, gracias por enseñarme a salir adelante, por demostrarme que todo es posible cuando se lucha por la familia, gracias por ser el mejor ejemplo de amor, unión, valentía y respeto de nuestra familia; y a Teto, mi tío, que desde el cielo me orientó y me dio fortaleza para sonreír y encontrar alegría en los pequeños detalles de la vida así como él siempre lo hizo.*

**PAOLA ANDREA LIZARAZO BALLESTEROS**

## **DEDICATORIA**

*A Dios y mamita María que siempre han estado conmigo en cada una de las adversidades y retos que la vida me presenta.*

*A mis amados padres Alba Lucía y Juan Efrén quienes han sido mi mayor motivación, apoyo y voz de aliento en cada momento de mi vida ya que con su ejemplo de amor, unión y cariño me han enseñado a no rendirse ante el primer obstáculo incluso cuando todo parece estar en contra porque cada esfuerzo siempre valdrá la pena.*

*A toda mi familia en especial a mi tía Nubia, mi madrina, y mis abuelitos, por ser mis ángeles de amor en momentos que la vida me ponía a prueba.*

*A mis amigas, de manera especial: Vanessa, Erika, Maye, Jéssica, Anita, Eliana, Sandra, Kathe, Emilsen y Silvia Juliana, por brindarme su amistad y cariño cuando más lo he necesitado.*

*A Cami por ser más que mi amiga, una hermana y consejera que me ha brindado su apoyo incondicional sin importar el momento ni la circunstancia.*

*A mis amigos, en especial a Luis, Rafa, Comba, Nítola, Oso, Yeison, Edison, Yonathan y “Chore”, que saben cómo arreglárselas para alegrarme la vida con sus ocurrencias y las mil y una historias que siempre habrá por contar.*

*A mi equipo de trabajo: Paola, Jennifer y Fabián, personas únicas de los cuales aprendí en cada momento y me dejaron grandes enseñanzas.*

*Al Profe y “paisanito” Carlos Díaz que siempre estuvo dispuesto a colaborar y guiar para que este proyecto culminara de manera exitosa.*

*A Laurita, por su don de gente y guía en la realización de la práctica.*

*Y finalmente a mi amada UIS que me acogió y formó integralmente donde pasé maravillosos momentos que recordaré toda mi vida.*

*A todos y cada uno de ustedes, gracias totales!*

**JUAN DAVID RODRÍGUEZ MORALES**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A nuestra amada UIS, que llevaremos siempre con orgullo en el corazón.*

*A nuestro director de proyecto Ing. Carlos Eduardo Díaz Bohórquez por brindarnos su asesoría y guía en cada una de las etapas del presente proyecto.*

*A los profesores Ana Carmenza Buitrago y Rolando José Acosta porque nos orientaron oportunamente con cada una de las inquietudes que se nos presentaron en la realización de este trabajo.*

*A todo el personal de la empresa Productos La Victoria por brindarnos su total apoyo y disposición en el desarrollo de la práctica.*

*A la Ingeniera Laura Andrea Gómez Roa por ser nuestra tutora y guía, una mejor no hubiéramos podido tener.*

*A toda nuestra familia por su apoyo y confianza para que este sueño pudiera cumplirse.*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	21
CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS .....	23
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	24
1.1 OBJETIVOS .....	24
1.1.1 Objetivo general.....	24
1.1.2 Objetivos específicos.....	24
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	25
1.3 METODOLOGÍA.....	26
2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	28
2.1 DESCRIPCIÓN.....	28
2.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	28
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	29
2.3.1 Número de empleados.....	29
2.4 INFRAESTRUCTURA.....	29
2.5 PLAN ESTRATÉGICO .....	30
2.5.1 Misión. ....	30
2.5.2 Visión.....	30
2.5.3 Política y objetivos de calidad. ....	30
2.6 ESTRUCTURA COMERCIAL .....	31
2.6.1 Clientes.....	31
2.7 PROCESOS. ....	32
2.7.1 Mapa de procesos .....	32
2.8 PRODUCTOS.....	32
2.9 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS. ....	34
2.10 MÁQUINARIA .....	35
2.11 PROVEEDORES .....	35
3 MARCO TEÓRICO.....	36

3.1 PRODUCTIVIDAD .....	36
3.2 MANUFACTURA ESBELTA .....	36
3.2.1 Diagrama de Árbol.....	37
3.2.2 Diagrama de Flujo del Proceso.....	38
3.2.3 Diagrama de Recorrido.....	40
3.2.4 Análisis de Despilfarros. ....	40
3.3 MODELO DETERMINÍSTICO DE LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN...	41
3.4 ALMACENAMIENTO ALEATORIO .....	42
3.5 PROYECCIONES DE LA DEMANDA .....	43
4 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS .....	45
4.1 PRODUCCIÓN A GRANEL DE PRODUCTO .....	45
4.1.1 Línea Extruidos Dulces .....	45
4.1.2 Línea Extruidos Salados .....	46
4.1.3 Línea Extruidos Quesos.....	46
4.1.4 Línea Papas Fritas.....	47
4.1.5 Línea Pellets .....	47
4.1.6 Línea Trocillo .....	48
4.1.7 Línea de Mixtos .....	48
4.1.8 Línea Platanitos .....	49
4.2 EMPAQUE DE PRODUCTO TERMINADO .....	49
4.2.1 Alimentación.....	49
4.2.2 Empacado.....	51
4.2.3 Embalaje.....	52
5 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	53
5.1 CAMBIOS EN LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....	53
5.1.1 Averías o paradas de máquinas.....	55
5.1.2 Ausentismo no Programado.....	59
5.1.3 Falta de control en los registros de materias primas.....	60
5.2 ANÁLISIS DE DESPILFARROS .....	61
5.2.1 Árbol de problemas.....	63

6 MEJORAMIENTO.....	65
6.1 PARAMETRIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE .....	65
6.1.1 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE EMPAQUE.....	69
6.1.2 Cálculo del rendimiento de empaque.....	69
6.2 VERIFICACION DE UNIDADES EMPACADAS .....	70
6.3 ALIMENTACION DE LA LÍNEA DE PAPA .....	73
6.4 RECOLECCIÓN DE PRODUCTO A GRANEL.....	74
6.5 MEJORA EN EL REGISTRO DE CONSUMO DE LÁMINA.....	75
7 ESTANDARIZACIÓN.....	80
7.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	80
7.2 PARAMETROS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	83
8 LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN – EPQ .....	85
8.1 COSTOS .....	85
8.1.1 Costo de mantener inventario.....	85
8.1.2 Costo de ordenar una producción.....	89
8.2 PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA .....	94
8.2.1 Promedio móvil simple.....	95
8.2.2 Método estacional multiplicativo.....	96
8.2.3 Líneas de tendencia exponencial.....	97
8.3 PROGRAMACIÓN DE LAS PROYECCIONES DE LA DEMANDA .....	99
8.4 HERRAMIENTA OFIMÁTICA PARA LA PROGRAMACIÓN .....	109
8.4.1 Cuadro de la programación de la producción.....	113
9 INDICADORES PARA LA GESTIÓN.....	119
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	129

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Metodología.....	26
Ilustración 2. Mapa de procesos .....	32
Ilustración 3: Símbolos para diagramas de procesos según la ASME .....	39
Ilustración 4: Símbolos no estándar para los diagramas de proceso .....	39
Ilustración 5: Línea de extruido dulce.....	45
Ilustración 6: Línea de Extruidos salados.....	46
Ilustración 7: Línea de extruidos de queso.....	46
Ilustración 8: Línea de papa.....	47
Ilustración 9: Línea de pellets. ....	47
Ilustración 10: Línea de trocillo .....	48
Ilustración 11: Línea de mixtos. ....	48
Ilustración 12: Máquina empacadora vista desde el segundo nivel.....	49
Ilustración 13: Máquina Empacadora vista desde el primer nivel. ....	50
Ilustración 14: Empacado en Displays. ....	51
Ilustración 15: Proceso de empaque.....	52
Ilustración 16: Sellado .....	52
Ilustración 17. Porcentaje Tiempo de Operación Máquinas Empacadoras .....	58
Ilustración 18: Diagrama de red, Resultados análisis de despilfarros .....	61
Ilustración 19: Árbol de problemas.....	64
Ilustración 20 Lavado antes de mejora. ....	73
Ilustración 21 Lavado después de mejora.....	73
Ilustración 22 Recolección de producto a granel Actual. ....	75
Ilustración 23 Recolección de Producto a granel propuesta.....	75
Ilustración 24 Partes de una bobina de lámina. ....	76

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos .....	23
Tabla 2: Metodología y Etapas .....	27
Tabla 3: Tabla de materias primas utilizadas. ....	34
Tabla 4. Principales proveedores.....	35
Tabla 5. Registro de cambios inesperados en la producción .....	54
Tabla 6. Mantenimiento líneas productivas, primer semestre 2016.....	56
Tabla 7. Tiempo muerto promedio mensual de cada máquina empaedora .....	57
Tabla 8. Cálculo Tiempo Operativo.....	57
Tabla 9. Ausentismo no programado primer semestre 2016.....	59
Tabla 10. Análisis de despilfarros .....	62
Tabla 22. Kardex para consumo de lámina.....	77
Tabla 23. Formato de empaque.....	79
Tabla 11. Alistamientos de línea .....	82
Tabla 12. Costo de servicios públicos.....	86
Tabla 13. Costos del servicio eléctrico.....	89
Tabla 14. Costos por servicios públicos y papelería .....	89
Tabla 15. Costo por gestión de producción.....	90
Tabla 16.Consolidado costo de ordenar .....	94
Tabla 17. Tabla resumen del error porcentual medio absoluto (MAPE) .....	98
Tabla 18. Método de pronóstico aplicado por referencia.....	98
Tabla 19. Inventario promedio de producto terminado .....	105
Tabla 20. Inventario ajustado de producto terminado .....	108
Tabla 21. Formulación de mixtos .....	118
Tabla 24. Indicadores: Rendimiento de la producción.....	121
Tabla 25 Indicadores: Tasa Respuesta de la demanda. ....	122
Tabla 26 Indicadores: Tasa de eficiencia de empaque .....	123
Tabla 27 Indicadores: Tasa de productividad de empaque .....	124

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: ORGANIGRAMA

ANEXO B: PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

ANEXO C: DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS EN EMPAQUE

ANEXO D: TABLA DE SUPLEMENTOS DE LA OIT

ANEXO E: ESTUDIO DE TIEMPOS

ANEXO F: PARÁMETROS Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

ANEXO G: DIAGRAMA DE PARETO POR UTILIDAD

ANEXO H: COSTOS PARA LA PROGRAMACIÓN

ANEXO I: DIAGRAMA DE RECORRIDO

ANEXO J: PRUEBAS DE LÍNEA Y EMPAQUE

ANEXO K: HERRAMIENTA OFIMÁTICA PARA PROGRAMACIÓN

ANEXO L: DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO

ANEXO M: TASAS DE EMPAQUE Y REGISTRO POR REFERENCIA

ANEXO N: PRONÓSTICOS DE DEMANDA

ANEXO O: PORCENTAJES SEMANALES DE DEMANDA

ANEXO P: CUADRO DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ANEXO Q: CONTROL Y EVALUACIÓN DE UNIDADES EMPACADAS

ANEXO R: FORMATOS PROPUESTOS

ANEXO S: TABLA DE CORES

ANEXO T: INVENTARIO PROMEDIO

ANEXO U: ESTIMACIÓN Y AJUSTE DE INVENTARIO PROMEDIO

ANEXO V: TABLA DE TARAS Y PROVEEDORES DE LÁMINA

ANEXO W: LISTA DE CHEQUEO DE DESPILFARROS

ANEXO X: PROVEEDORES

ANEXO Y: MAQUINARIA

**NOTA: LOS ANEXOS CORRESPONDIENTES A ESTE PROYECTO SE ENCUENTRAN EN CARPETA ADJUNTA EN CD**

## RESUMEN

**TÍTULO:** ANÁLISIS, MEJORAMIENTO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA PRODUCTOS VICKY S.A.S \*

**AUTORES:** DURÁN LARA, Fabián Emilio  
LIZARAZO BALLESTEROS, Paola Andrea  
RODRÍGUEZ MORALES, Juan David\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Mejoramiento de procesos, programación, eficiencia, control de procesos

### DESCRIPCIÓN:

Productos Vicky S.A.S. es una empresa santandereana perteneciente al sector de alimentos, dedicada a la compra, producción y comercialización de pasabocas fritos, horneados y extruidos, los cuales son elaborados en ocho líneas de producción. Gracias a la innovación de sus productos, le ha permitido abrirse paso y llegar a mercados tanto a nivel nacional como internacional.

El presente proyecto tiene como propósito el diseño e implementación de propuestas de mejora que ayuden a un mejor funcionamiento y control de los procesos productivos mediante un estudio a los procesos que en ella intervienen. Para ello se realizó un diagnóstico general del proceso productivo en el cual se trabajó con las referencias que más utilidad dejan a la empresa, usando herramientas basadas en la filosofía lean con el fin de identificar despilfarros y oportunidades de mejora en el proceso, estudio de métodos y tiempos a partir de la estandarización de los mismos, medición de capacidades y rendimientos en cada una de las líneas de producción así como en la etapa de empaque. Esto con el fin que las líneas pudieran ser balanceadas y obtener un mejoramiento en el manejo eficiente de sus factores productivos. Basado en esto, se diseñaron dos herramientas de apoyo y control a la programación de la producción teniendo en cuenta restricciones presentes en el sistema. Dicho estudio se realizó en conjunto con los departamentos de producción, compras, calidad y logística. Así como la continua socialización de los mismos con gerencia y los departamentos involucrados.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico -Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales,  
Director de grado: Ing. Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, Co-Director: Ing. Rolando José Acosta Amado.

## ABSTRACT

**TITLE:** ANALYSIS, IMPROVEMENT AND STANDARDIZATION OF PRODUCTIVE PROCESSES IN THE COMPANY PRODUCTOS VICKY S.A.S \*

**AUTHORS:** DURÁN LARA, Fabián Emilio  
LIZARAZO BALLESTEROS, Paola Andrea  
RODRÍGUEZ MORALES, Juan David \*\*

**KEY-WORDS:** Process improvement, programming, efficiency, process control.

### DESCRIPTION:

Products Vicky S.A.S. is a company from the food sector of Santander, dedicated to the purchase, production, and marketing of fried, baked and extruded snacks, which are produced in eight production lines. Thanks to the innovation of its products, this company has reached national and international markets.

The purpose of this project is design and implement improvement proposals that will help to improved operation and productive processes control through a study on the processes involved. For this purpose, a general diagnosis of the production process was carried out, in which the most useful references to the company were used. Using tools based on Lean Manufacturing philosophy in order to identify waste and opportunities in the process. A study of methods and times to standardization of process, the measurement of capacities and performance in each production line as well as in the period of packing. This in order that the lines could be balanced and obtain an improvement in the efficient management of their productive factors. Based on this tools of support and control were designed to the production scheduling taking considering the constraints present in the system. This study was carried out in the production, purchasing, quality and logistics departments. As well as the continuous socialization of the project with the management and other involved departments.

---

\* Degree Project.

\*\* Physical Mechanical Engineering's Faculty, School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering Program. Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, Project's Director. Rolando José Acosta Amado, Project's Co-Director.

## INTRODUCCIÓN

El mercado de macro snacks actualmente en el país ha estado experimentando un ritmo acelerado de su consumo, cada vez más como complemento o reemplazo de las comidas. En 2015, la Cámara de Comercio de Cali basada en cifras de Euro monitor reportó para Colombia ventas alrededor de US\$ 7.500 millones, lo que representó un crecimiento promedio anual del 3,8% entre 2010 y 2015 y según las proyecciones de los analistas para el año 2019 las ventas de macro snacks en Colombia alcanzarán los US\$ 8.366,4 millones, lo que representa una tasa de crecimiento promedio anual del 2,6% para estos cuatro años.<sup>3</sup> De acuerdo a los expertos a pesar de las dificultades climáticas como el Fenómeno del Niño que afecta la papa en sus características no ha sido impedimento para disminuir el consumo de estos.

El sector se encuentra altamente competido para el segmento de frituras, extruidos, frutos secos y horneados, la principal participación la tienen empresas como Frito Lay de la multinacional PepsiCo con el 57,5%, seguido de Yupi con el 7,6% el cual ofrece un gran portafolio de productos comercializados en todos los canales de venta con preponderancia en el canal tradicional (TaT) donde concentra más del 70% de sus ventas.

Productos La Victoria como se le conoce, es una empresa santandereana con 47 años de experiencia en la producción y distribución de productos de fritura, horneado y extruido. Comercializa sus productos a través de cinco canales de distribución entre los que se encuentran: Grandes superficies (12%), Tienda a tienda (45%), Distribuidores (30%), Mayoristas (10%) y Exportaciones (3%). Para la

---

<sup>3</sup> REVISTA DINERO. "El millonario negocio de los alimentos de paquete", [en línea]. <<http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/el-millonario-negocio-de-los-alimentos-de-paquete-en-colombia-2016/222955>> [citado el 7 de noviembre de 2016]

empresa no ha sido fácil el reconocimiento en el mercado actual, por ello se preocupa en el mejoramiento de sus procesos de modo que éstos sean flexibles y capaces de satisfacer la demanda de manera eficaz y a un bajo costo.

El propósito de este proyecto es facilitar herramientas que permitan a la empresa Productos Vicky S.A.S. planificar de manera adecuada su producción en la cual pueda proveerse a tiempo de los requerimientos necesarios para cumplir con la demanda exigida junto con un manejo efectivo de sus factores productivos. Esto permitirá cubrir oportunamente los pedidos de los clientes y ejercer un mejor control en la producción.

Durante su desarrollo fue necesario conocer el portafolio de productos representativos de la empresa desde el punto de vista de las utilidades, de este modo se estudiaron las líneas de producción involucradas para hacer las respectivas tomas de datos, así como el levantamiento de los procesos involucrados en cada una de ellas, definiendo controles en las mismas, que permitan dar seguimiento en cada una de las etapas de su manufactura a través de pruebas de rendimiento y capacidad. De esta manera se espera consolidar toda la información requerida para definir la capacidad productiva de cada una de las líneas estudiadas y las cantidades necesarias de materias primas para una producción específica.

La realización de este trabajo se fundamenta en técnicas de mejoramiento continuo presentes en la manufactura esbelta con el fin de estandarizar métodos de trabajo que actualmente se llevan a cabo en la planta de producción.

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

**Tabla 1 Cumplimiento de objetivos**

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO	PÁGINA
Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de los procesos productivos involucrados en la empresa.	5. Diagnóstico de la empresa	53
Establecer un plan de mejoras bajo la metodología de Manufactura Esbelta.	6. Mejoramiento	65
Establecer un estudio de métodos y estandarizar los procesos productivos.	7. Estandarización	80
Analizar y determinar la capacidad instalada basada en un estudio de tiempos a partir de las mejoras propuestas.	7. Estandarización	80
Proponer una herramienta digital para la programación de la producción de las referencias seleccionadas.	8. Lote económico de producción - EPQ	85
Diseñar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar y controlar el desempeño de las actividades de mejora propuestas.	9. Indicadores para la gestión	119

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.1 OBJETIVOS

1.1.1 **Objetivo general.** Diseñar, documentar e implementar mejoras para atender el bajo rendimiento en los procesos productivos de la empresa Productos Vicky S.A.S.

#### 1.1.2 **Objetivos específicos.**

- Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual los procesos productivos involucrados en la empresa.
- Establecer un plan de mejoras bajo la metodología de Manufactura Esbelta.
- Establecer un estudio de métodos y estandarizar los procesos productivos.
- Analizar y determinar la capacidad instalada basada en un estudio de tiempos a partir de las mejoras propuestas.
- Proponer una herramienta digital para la programación de la producción de las referencias seleccionadas.
- Diseñar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar y controlar el desempeño de las actividades de mejora propuestas.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El bajo rendimiento de la planta de producción que presenta actualmente la empresa evidenciado en el diagnóstico realizado tiene efecto sobre el desempeño de la misma, puesto que causas identificadas como: Falta de una programación de la producción efectiva, desabastecimiento de materias primas, tiempos inactivos producto de averías en los equipos, entre otras, afectan las actividades del día a día en la organización, retrasándolas y generando cambios no programados; lo que genera altos costos en su proceso productivo. El modo en que esto repercute es simple, incumplimiento y retraso en los pedidos de los clientes, llevando a la pérdida de valor y con ello, pérdida de competitividad en el mercado.

Este proyecto, por ende, tiene como objetivo proporcionar a través de una herramienta ofimática la programación efectiva de la producción con la cual la empresa pueda proveerse a tiempo de los requerimientos mínimos para cumplir satisfactoriamente con una demanda exigente e incierta cuya estimación se determinará a partir del análisis de los registros históricos con los que cuenta la compañía. Tal objetivo requiere de técnicas de Lean Manufacturing para la detección y tratamiento de despilfarros, eliminar procedimientos que no añaden valor al proceso por su redundancia en el mismo, todo ello con el fin de estandarizar, determinar la capacidad y el rendimiento tanto de las líneas de producción como el área de empaque.

Con el presente trabajo se espera iniciar el camino de Productos Vicky S.A.S hacia el mejoramiento continuo, contribuyendo a un desarrollo de las actividades productivas de una manera organizada y eficiente por medio de un horizonte de planeación como referente para efectuar los trabajos requeridos, mejorando la flexibilidad de sus procesos, atendiendo la demanda eficazmente, añadiendo valor para el cliente y por ende estableciendo una compañía de mayor competitividad para el mercado.

### 1.3 METODOLOGÍA

Conforme a los propósitos planteados y orientados a un proceso sistemático, dicho proyecto se estructura en las siguientes etapas y respectivas actividades:

**Ilustración 1: Metodología**



**Tabla 2: Metodología y Etapas**

<b>ETAPA I</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA</b>
	Recopilación de datos de la situación actual de la empresa.
	Análisis de la información encontrada.
	Identificación del problema central a tratar.
	Planteamiento de objetivos.
	Revisión bibliográfica.
<b>ETAPA II</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Consolidar equipo interdisciplinario de trabajo según la oportunidad de mejora.
	Socializar la situación a mejorar con el equipo de trabajo y el personal del área.
	Implementar el método o técnica de análisis conforme a lo sugerido por la literatura.
<b>ETAPA III</b>	<b>ESTANDARIZACIÓN</b>
	Establecer la metodología para desempeñar las funciones asociadas a la propuesta de mejora.
	Definir criterios de evaluación para el control de la mejora.
<b>ETAPA IV</b>	<b>ESTUDIO DE TIEMPOS Y CAPACIDADES</b>
	Definir la capacidad productiva de las líneas.
<b>ETAPA V</b>	<b>PROGRAMACIÓN</b>
	Definir el comportamiento histórico de la demanda.
	Sintetizar los tiempos, capacidades y comportamiento de la demanda.
<b>ETAPA VI</b>	<b>ENTREGA DE RESULTADOS</b>
	Presentar resultados finales a la gerencia.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 DESCRIPCIÓN

**Razón social:** Productos Vicky S.A.S.

**Tipo de Sociedad:** Sociedad por Acciones Simplificada.

**Estructura de Propiedad:** Empresa de Familia.

**Sector:** Manufacturero.

**Rama de la Actividad:** Alimentos.

### 2.2 RESEÑA HISTÓRICA

PRODUCTOS VICKY S.A.S., es una empresa manufacturera del sector de alimentos, nace hace 47 años en Bucaramanga, y su objeto social es la producción y comercialización de alimentos fritos, horneados y extruidos. Es una organización Empresarial Privada, de carácter industrial, ubicada dentro del sub-sector económico de Fabricación de Pasabocas.

A finales de 1969, Héctor Ruíz, comerciante de frutas, verduras y madera se traslada a la ciudad de Bucaramanga, donde adquiere la empresa dedica a la fabricación de papas fritas conocida como “Papitas Go-Go”. Con el paso del tiempo, Don Héctor decide representar su empresa bajo de nombre de “Productos La Victoria” y acompañarla del logo de una campesina santandereana; a este cambio se suma la ampliación de su portafolio de productos a papas fritas, plátanos y maní.

La segunda generación de la familia Ruíz Castellanos decide seguir con el proyecto familiar y ampliar los horizontes del mercado, se abre paso al mercado nacional y a

finales de 1985 decide comenzar con la importación de uno de sus productos más importantes, el chicharrón americano. De esta forma Productos Vicky S.A.S., aumenta su portafolio de 3 productos en sus inicios a 136 referencias hasta la fecha.

Ya a mediados de la década de los 80's Julio César Ruiz Castellanos y Delfina Rodríguez asumen la dirección de la empresa santandereana que hoy en día exporta a 5 países entre ellos Australia y Panamá.

## **2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

El organigrama de la empresa se encuentra en el Anexo A.

**2.3.1 Número de empleados:** Productos Vicky S.A.S., genera más de mil empleos directos e indirectos, en el área de producción trabajan 113 personas, divididas en dos turnos de 12 horas, 98 en el turno diurno de 6:30 am a 6:30 pm y 15 en el nocturno de 6:30 pm a 6:30 am.

## **2.4 INFRAESTRUCTURA**

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Productos Vicky S.A.S cuenta en la actualidad con dos plantas de producción ubicadas en el área urbana de Bucaramanga.

La planta principal se localiza en la carrera 21 # 48 – 35 y en ella se encuentran las líneas de: Pellets, Plátano, Papa, Trocillo, Mezclas y Extruidos I, II y III.

La planta número dos se encuentra ubicada en la Calle 51 # 18 - 110, a unos metros de la planta principal, en ella se producen las referencias de la línea de Horneados.

Sus teléfonos son: (57-7) 6523500, 6521597, 6337333, 6331355 y página Web: <http://www.productoslavictoria.com.co/>

## 2.5 PLAN ESTRATÉGICO

2.5.1 **Misión:** Brindar a nuestros clientes una amplia variedad de pasabocas y cereales con un importante valor nutricional, a través de procesos de calidad, eficientes, con bajo impacto ambiental y un excelente servicio al cliente, para así generar crecimiento continuo para la organización y la comunidad<sup>4</sup>.

2.5.2 **Visión:** Ser reconocidos a nivel nacional como la tercera empresa en participación del mercado de pasabocas y cereales, contar con una planta física y tecnología de punta que cumpla con los estándares de calidad con el fin de garantizar la calidad e inocuidad de los productos y la satisfacción de los clientes; la contribución de las exportaciones será de un porcentaje importante de las ventas.

2.5.3 **Política y objetivos de calidad:** Nuestra compañía se compromete a brindar productos alimenticios de calidad a través de la innovación, el desarrollo tecnológico, el cumplimiento legal, un equipo humano competente y en la mejora continua de nuestros procesos, buscando siempre satisfacer las necesidades de los clientes y generar rentabilidad para la compañía.

---

<sup>4</sup> PRODUCTOS LA VICTORIA. Misión [en línea]. <<http://www.productoslavictoria.com.co/>> [citado 6 de diciembre de 2016]

## 2.6 ESTRUCTURA COMERCIAL

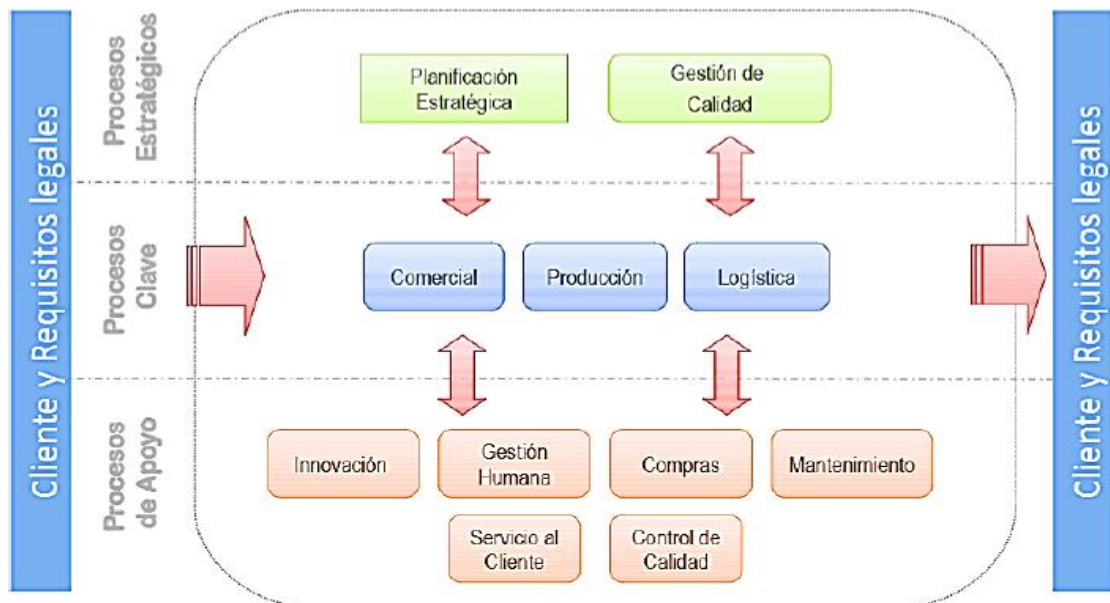
2.6.1 **Clientes:** El mercado que se atiende está conformado por las empresas de Colombia y el exterior encargadas de la comercialización de los productos alimenticios La Victoria. Clasificados en 5 canales de distribución:

- **Grandes Superficies (12%):** Se conocen como grandes tiendas o hipermercados (Éxito, Carulla, Olímpica, Koba, Surtimax).
- **Tienda a Tienda (45%):** Son todos aquellos locales comerciales que por lo general se encuentran en cualquier centro urbano con venta directa al público
- **Distribuidores (30%):** Son aquellos intermediarios que tienen una relación comercial directa con *La Victoria* y el consumidor final.
- **Mayoristas (10%):** Son quienes compran una gran cantidad directa de producto a los distribuidores. Manejan existencias y realizan ventas al detal y al por mayor.
- **Exportaciones (3%):** Son todos aquellos productos que son enviados fuera del territorio nacional a países como: Australia, Panamá, Honduras.

## 2.7 PROCESOS.

### 2.7.1 Mapa de procesos

*Ilustración 2. Mapa de procesos*



FUENTE: Productos Vicky S.A.S.

## 2.8 PRODUCTOS

Las líneas de trabajo que maneja la empresa son:

**Líneas de Extruidos:** Comprende los productos que han pasado por el proceso de extrusión de alimentos, es decir, por una forma de cocción rápida, continua y homogénea. La empresa clasifica los extruidos en 3 líneas de producción:

- **Línea de Extruidos I:** Aplica para las referencias de Extruidos y crispetas de sabores dulces.

- **Línea de Extruidos II:** Aplica para las referencias de Extruidos y crispetas salados.
- **Línea de Extruidos III:** Aplica para las referencias de Extruidos y crispetas de sabor Queso.

**Línea de Papa:** Aplica para todos los productos que utilizan como materia prima la papa común, exceptuando los mixtos, entre ellos está la papa lisa, papa oreada, papalló (mezcla de papa y trocillo) y papa salsa.

**Línea de Trocillo:** Aplica para los productos que pasan por el proceso de amasado, troquelado y que finalmente son freídos, abarca todas las referencias de trocillos.

**Línea de Pellets:** Los pellets son la materia prima a base de piel de cerdo o trigo, usados para la fabricación del chicharrón, tocinetas, cebollitas y conchitas.

**Línea de Mixtos:** Aplica para toda la familia de productos que están compuestos por una mezcla de papas, trocillo, plátanos, chicharrón y tocina.

**Línea de Horneados:** Aplica a los productos que pasan por el proceso de cocción por medio de calor seco u horneado. Entre sus referencias están las rosquillas, los besitos y las hojaldras.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un diagrama de Pareto<sup>5</sup> usando el criterio de utilidad. En este se encontraron 44 referencias representativas pero se excluyeron dos por común acuerdo entre la empresa y los desarrolladores del proyecto dado su poca influencia en el análisis Pareto debido a que pertenecían a

---

<sup>5</sup> NIEBEL, Benjamin. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño de trabajo. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 18 p.

la línea de horneados.. Obteniendo así un total de 42 referencias de productos a estudiar.

## 2.9 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS.

**Tabla 3: Tabla de materias primas utilizadas.**

LISTA DE PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS			
Línea	Familias	Materias Primas	
Extruido Dulce	Extrucito Caramelo	Base Grit de maíz	Color caramelo
		Azúcar	Sabor caramelo
		Agua	Sal
		Glucosa	Lecitina de soya
		Aceite vegetal	Bicarbonato de sodio
		Leche en Polvo	
	Popmitas Caramelo	Maíz	Sabor caramelo
		Azúcar	Sal
		Agua	Lecitina de soya
		Glucosa	Malto dextrina
		Aceite vegetal	Dulcerra
		Leche en Polvo	Bicarbonato de sodio
		Color caramelo	
	Extruido Sal	Extrucitos, deditos de queso	Grit de Maíz
Agua			Saborizante
Extruido Queso	Extrucito	Grit de maíz	Grasa vegetal
		Agua	Sazonador queso
		Sal	
Papas	Papa salsa, Oreada	Papa R12	Antiespumante
		Oleína de Palma	Saborizante
Trocillo	Trocipollo, Trocillo	Harina de trigo	Sal
		Agua	Azúcar
		Margarina	Comino
		Levadura	Pimienta
		Oleína de Palma	
Pellets	Chicharrón	Pellet de Chicharrón	Saborizante
		Grasa Vegetal	Oleína de Palma
	Tocineta	Pellet de trigo	Saborizante
		Oleína de Palma	
	Cebollitas	Pellet de papa	Saborizante
		Oleína de Palma	
Mixtos	Mixto, Mixtón	Papa frita a granel	Chicharrón a granel
		Trocillo a granel	Plátano a granel
		Tocineta a granel	

## 2.10 MÁQUINARIA

Productos VICKY S.A.S. cuenta actualmente con maquinaria nacional e importada de avanzada tecnología para el soporte de su proceso productivo. Para llevarlo a cabo, posee líneas de producción y 28 máquinas empacadoras distribuidas según se muestra en el diagrama de recorrido ANEXO I. En el Anexo Y se detalla 10 listas de todos los equipos y máquinas con los que cuenta. Cada lista pertenece a una línea productiva y demás áreas que dan soporte al proceso productivo.

## 2.11 PROVEEDORES

Productos Vicky S.A.S cuenta con proveedores nacionales (67%) e internacionales (33%). A continuación se mencionan algunos de ellos, sin embargo, en el ANEXO X se encuentra la lista completa de proveedores.

**Tabla 4. Principales proveedores**

PROVEEDOR	PRODUCTO	PROVEEDOR	PRODUCTO	PROVEEDOR	PRODUCTO
AGROGRAIN	Grit de Maíz	INDUSTRIAS SNACKS DON PIN PIN/ DIEGO GONZÁLEZ	Plátano verde procesado y para proceso, Plátano Maduro	DELTAGEN S.A.S	Suero
ALIMENTOS EXTRUIDOS GUSTINOS	Tocineta 1x2, Tocineta 3x3, Mix Palitos	KERRY INGREDIENTS S.A DE C.V.	Sazonadores Queso, Pizza, Ketchup, Cebollita	DETALQUIMICO S & CONAGUAS LTDA	Lecitina de Soya
AVICOLA LAS 3 CRUCES	Huevos	LUCTA GRANCOLOMBIANA S.A.S.	Sabor Mantequilla	DICORP	Grasa- Margarina
EL PROVEEDOR DEL CAMPO	Papa	TRILAND FOODS INC	Chicharrón carnudo	DISTRIBUIDORA 3JJJ	Almidón rosquillero
BAGGRIT DE COLOMBIA S.A.	Grits de maíz, Sémola	LUZ MARINA QUIROGA DE PLATA	Queso Costeño	DISTRIBUIDORA DE QUESO LA CRISTALINA	Queso costeño
C.I. SACEITES S.A.	Oleína de palma- Grasa	MAYOR Y DETAL	Huevos	HARINERA PARDO S.A.	Harina de Trigo, Sal
COMESTIBLES MICHEL LTDA	Chicharrón	NOVAROMAS	Sabores	RUDOLPH FOODS	Chicharrón small,

### 3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 PRODUCTIVIDAD

Es una medida que se emplea para conocer qué tan bien se están utilizando los recursos o factores de producción en un país, una industria o una unidad de negocios. Dado que la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos que están a disposición de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. Se define como:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

Para incrementar la productividad, se tratará que el numerador (salidas), sea lo más grande posible en referencia al denominador (entradas). La productividad es lo que se conoce como una medida relativa; es decir, para que tenga significado, se debe comparar con otra cosa.<sup>6</sup>

#### 3.2 MANUFACTURA ESBELTA

“Lean Manufacturing” o “Manufactura Esbelta” (por su traducción al español), es una filosofía de trabajo en equipo y comunicación entre las personas dentro de una organización, con el propósito de identificar todo esfuerzo o acción innecesaria en un sistema productivo para eliminarlo. Su objetivo es aprovechar los factores productivos de manera más efectiva, ágil y flexible que permitan obtener una

---

<sup>6</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 28 p.

manufactura más económica que entregue valor a sus clientes, eliminando “lo que no se necesita” denominado como “desperdicios”. Dicho de otro modo el “Lean Manufacturing” se enfoca en la mejora continua de un sistema productivo, por ello dicha filosofía no es estática o cerrada, pues se ajusta a cualquier tipo de empresa sea de manufactura o servicio y a la necesidad que tengan cada una de las mismas.<sup>7</sup>

**3.2.1 Diagrama de Árbol:** Conocidos como diagramas sistemáticos, se pueden utilizar para representar las descomposiciones jerárquicas. En la dirección de proyectos, los diagramas de árbol resultan útiles a la hora de visualizar las relaciones padre-hijo en cualquier descomposición jerárquica que utiliza un conjunto sistemático de reglas para definir relaciones de anidamiento.<sup>8</sup>

**Árbol de Problemas:** Un árbol de problemas se usa para estructurar o delinear los problemas clave que se van a investigar y proporcionar una hipótesis inicial adecuada como la probable

Solución a esos problemas. Un árbol empieza con el problema general y después avanza nivel por nivel hasta que se identifican las fuentes potenciales del problema. Una vez que se ha desplegado el árbol, se analizan las relaciones que propone y las posibles soluciones, y después se especifica el plan proyectado.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> HERNANDEZ, Juan. VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implantación. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p.

<sup>8</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (guía del PMBOK®). 5 ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2013. 244 p.

<sup>9</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 432 p.


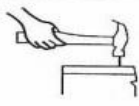







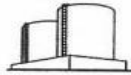
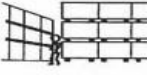









**3.2.2 Diagrama de Flujo del Proceso:** El Diagrama de Flujo de Proceso es una herramienta de registro y análisis que permite identificar el máximo ahorro de manufactura de cada componente de un proceso o de procedimientos para un trabajo específico<sup>10</sup>. Una de las principales utilidades de esta herramienta es que registra costos ocultos no productivos, a su vez, evidencia almacenamientos temporales, retrasos y distancias recorridas.

Los símbolos estándar admitidos por la ASME son cinco (ver Ilustración 3), el círculo denota una operación, el cuadrado una inspección, la flecha significa transporte, expresa el movimiento del producto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo en el curso de una operación o inspección; el almacenamiento se identifica con un triángulo invertido y la D mayúscula es el símbolo que identifica demoras del proceso, que impiden que éste continúe su curso normal o que pase de una estación de trabajo a otra.

---

<sup>10</sup> NIEBEL, Benjamin. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño de trabajo. 12ed. México D.F.: McGraw-Hill ,2009. 26 p.

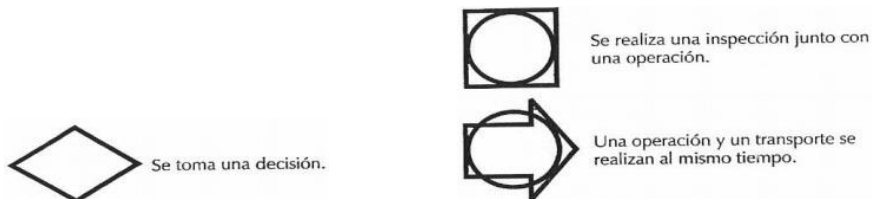
**Ilustración 3: Símbolos para diagramas de procesos según la ASME**

<p><b>Operación</b></p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Martillar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar o barrenar</p>
<p><b>Transporte</b></p>  <p>Una flecha indica un transporte, como</p>	 <p>Mover material en vehículo</p>	 <p>Mover material por banda transportadora</p>	 <p>Mover material cargado (mensajero)</p>
<p><b>Almacenamiento</b></p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Producto terminado apilado en tarimas</p>	 <p>Archivo de documentos</p>
<p><b>Demora</b></p>  <p>Una letra D mayúscula indica una demora, como</p>	 <p>Esperar el elevador</p>	 <p>Material en espera de ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera para archivar</p>
<p><b>Inspección</b></p>  <p>Un cuadrado indica una inspección, como</p>	 <p>Examinar calidad y cantidad</p>	 <p>Lectura de niveles en caldera</p>	 <p>Examinar información en forma impresa</p>

FUENTE: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo, NIEBEL, Benjamín. Página 26

A su vez existen símbolos no estándar que se utilizan completar el análisis y como apoyo para el mismo (ver Ilustración 4).

**Ilustración 4: Símbolos no estándar para los diagramas de proceso**



FUENTE: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo, NIEBEL, Benjamín. Página 26

**3.2.3 Diagrama de Recorrido:** Un diagrama de recorrido es una representación a escala de la planta, en el cual por medio de flechas es señalado el recorrido que hace el producto desde que ingresa la materia prima hasta que sale finalmente como producto terminado. Por ello es fundamental identificar correctamente las zonas por donde el producto se mueve; es decir todo aquello que tiene que ver con líneas de producción, zonas de espera de producto en proceso, zonas de almacenamiento final, máquinas y demás. También es importante que el diagrama contenga la distancia recorrida con el fin de conocer con precisión los movimientos del producto alrededor de la planta.<sup>11</sup>

**3.2.4 Análisis de Despilfarros:** Entiéndase como despilfarro todas las actividades que no agregan valor al producto. Existen diversas fuentes de generación entre las que están: Personas. Máquinas, métodos, material, seguridad y calidad. Fujio Cho identifica siete tipos principales de desperdicio a eliminar de la cadena de suministro.<sup>12</sup>

- **Sobreproducción:** Se define como producir más de lo que el consumidor final necesita, lo que provoca incrementos en el inventario, así como costos de mantenerlo.
- **Espera:** La espera entre operaciones incrementa los tiempos en el ciclo de producción, causando así acumulación de materiales. Es aceptable que la máquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la máquina o a la materia prima.
- **Transporte innecesario:** Todo lo referente a movimientos no necesarios durante el ciclo de trabajo del producto.
- **Sobreprocesamiento:** Elaborar el producto con especificaciones que el cliente no valora, aumenta su costo y por lo tanto su precio, disminuyendo la capacidad

---

<sup>11</sup> NIEBEL, Benjamin. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño de trabajo. 12ed. México: McGraw-Hill, 2009. p. 29-30.

<sup>12</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 405 p.

productiva al aumentar el tiempo de procesamiento.

- Inventarios: El exceso de materia prima, inventario en proceso y terminado ocasiona obsolescencia de productos, daño en estos, junto con grandes costos de almacenamiento e inadecuada utilización del espacio disponible.
- Productos Defectuosos o retrabajo: Producción de artículos defectuosos, reparación o retrabajo conllevando a un esfuerzo desperdiciado.<sup>13</sup>

### **3.3 MODELO DETERMINÍSTICO DE LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN.**

El modelo EPQ (Economic Production Quantity) define como el tamaño de lote económico que permite minimizar los costos totales por mantenimiento de inventario y de realizar una orden de producción. Responde a las preguntas ¿Cuándo lanzar una orden de producción?, ¿Cuál debe ser el tamaño óptimo de dicho pedido? Es similar al modelo EOQ y parte bajo los mismos supuestos:<sup>14</sup>

- La demanda es constante y conocida con certeza.
- No se consideran descuentos en los precios de compra, producción o transporte.
- Tanto los costos de ordenar una producción y mantener inventario son constantes.
- No se consideran faltantes, o sea que no se generan órdenes pendientes.
- La tasa de reposición es progresiva acorde a una tasa de producción  $P$  constante.<sup>15</sup>

Además de estos supuestos, el modelo se caracteriza porque asume que la tasa de producción es mayor a la demanda. Para este modelo ocurre que mientras se

---

<sup>13</sup> VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto. GALINDO COTA, Edber. Manual de Lean Manufacturing: *Guía Básica*. México D.F.: Limusa, 2007. 21 p.

<sup>14</sup> VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 174-175.

<sup>15</sup> VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. 191 p.

produce una corrida de producción, la demanda del producto va consumiendo gradualmente el inventario.

El modelo se calcula de la siguiente manera:<sup>16</sup>

$$Q_{optimo} = \sqrt{\frac{2DS}{H(1 - \frac{D}{P})}}$$

Siendo

Q: Tamaño óptimo de unidades por lote de producción.

D: Demanda Semanal de la referencia.

S: Costo de ordenar una producción.

H: Costo de mantener inventario.

P: Tasa de producción Semanal.

### 3.4 ALMACENAMIENTO ALEATORIO

En un sistema aleatorio, nada está en un lugar fijo, pero al mismo tiempo se conoce dónde está todo. La localización aleatoria permite maximizar el espacio y por ende los artículos pueden situarse donde quiera que exista espacio.

La principal característica de un sistema aleatorio es que poseen flexibilidad en los sistemas de memoria es decir no se almacena un artículo siempre en un lugar específico, sino solamente se conoce la localización en la mente del encargado de los inventarios. En esencia un artículo puede situarse en cualquier lugar siempre y cuando su localización se anote con precisión en una base de datos por computadora o un sistema manual de tarjetas. Cuando el artículo se mueve, se elimina la respectiva localización. Por consiguiente la dirección de una unidad en existencias es la localización donde se encuentra mientras permanezca allí.

---

<sup>16</sup> HEIZER, Jay. RENDER, Barry. Operations Management. 10 ed. New Jersey: Pearson Education, 2011. p. 513-515.

El planeamiento de espacio en un sistema de ubicación aleatoria se basa por lo general en el espacio cubico que se necesita para el numero promedio de unidades en inventario<sup>17</sup> en existencia en un momento dado. Por consiguiente, al planificar dicho requerimiento es preciso establecer en los registros los niveles promedio de inventario y los productos generalmente presentes dentro del mencionado promedio.<sup>18</sup>

Acorde a las características del almacenamiento aleatorio y la expresión para el cálculo del inventario promedio en un modelo EPQ:<sup>19</sup>

$$I = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right)$$

### 3.5 PROYECCIONES DE LA DEMANDA

Los pronósticos son vitales en las organizaciones, ya que permiten controlar las fuentes de demanda con el fin de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo. Los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos. El personal de producción y operaciones utiliza los pronósticos para tomar decisiones periódicas que comprenden la planeación de las capacidades y la distribución de las instalaciones, así como para tomar decisiones continuas acerca de la planeación de la producción, la programación y el inventario.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 564 p.

<sup>18</sup> MULLER, Max; Traducción Efraín Sánchez. Fundamentos de administración de inventarios. Bogotá D.C.: Grupo Editorial Norma, 2004. p. 64-65.

<sup>19</sup> HEIZER, Jay. RENDER, Barry. Operations Management. 10 ed. New Jersey: Pearson Education, 2011. 514 p.

<sup>20</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 468 p.

Un aspecto relevante de la demanda es su caracterización como demanda independiente o demanda dependiente. La demanda independiente es generada por entes externos a la empresa, como por ejemplo los clientes que compran los productos terminados que ésta manufactura. La demanda dependiente, por el contrario, depende de otras demandas. El primer aspecto que debe tenerse en cuenta en los pronósticos de demanda es que siempre estarán errados ya que cuando se pronostica, se está anticipando lo que ocurrirá en el futuro. El segundo aspecto de importancia en un sistema de pronósticos es la definición del tipo de pronóstico a utilizar. Se reconocen los siguientes métodos de pronósticos.<sup>21</sup>

**Cualitativo:** Son métodos subjetivos, de juicio. Basadas en estimados y opiniones. Entre los cuales están: técnicas acumulativas, investigación de mercados, grupos de consenso, analogía histórica y método de Delfos.

**Análisis de series de tiempo:** Se basan en la idea que el historial de los eventos a través del tiempo se puede utilizar para proyectar el futuro entre las que están: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, análisis de regresión y proyección de tendencias.

**Causal:** Son métodos que asumen alta correlación entre los pronósticos de demanda y ciertos factores externos, como, por ejemplo, la economía de un país, el crecimiento de la población, la demanda de otros productos que influyen la del que se está analizando.<sup>22</sup> Entre estos se pueden mencionar: análisis de regresión y modelos econométricos.

---

<sup>21</sup> VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. 64 p.

<sup>22</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 470 p.

## 4 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS

La Empresa cuenta en su planta principal con ocho líneas de producción en las cuales produce diferentes variedades de snacks entre los que se encuentran: Extruidos, papas fritas, platanitos, pellets y mezclas. Esta primera etapa se conocerá como producción, seguida de una segunda llamada empaque.

### 4.1 PRODUCCIÓN A GRANEL DE PRODUCTO

A continuación se menciona cada una de las etapas del proceso para cada una de las líneas de producción. La descripción detallada de cada una de éstas se encuentra en el ANEXO F.

#### 4.1.1 Línea Extruidos Dulces

***Ilustración 5: Línea de extruido dulce.***



#### 4.1.2 Línea Extruidos Salados

*Ilustración 6: Línea de Extruidos salados*



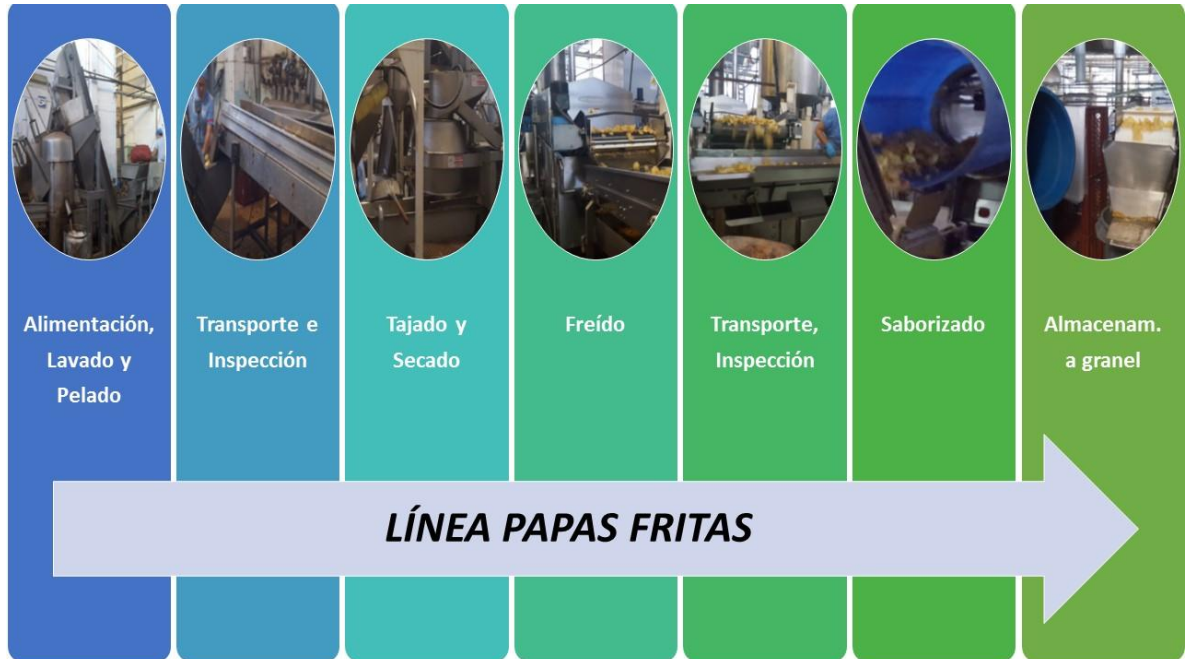
#### 4.1.3 Línea Extruidos Quesos

*Ilustración 7: Línea de extruidos de queso.*



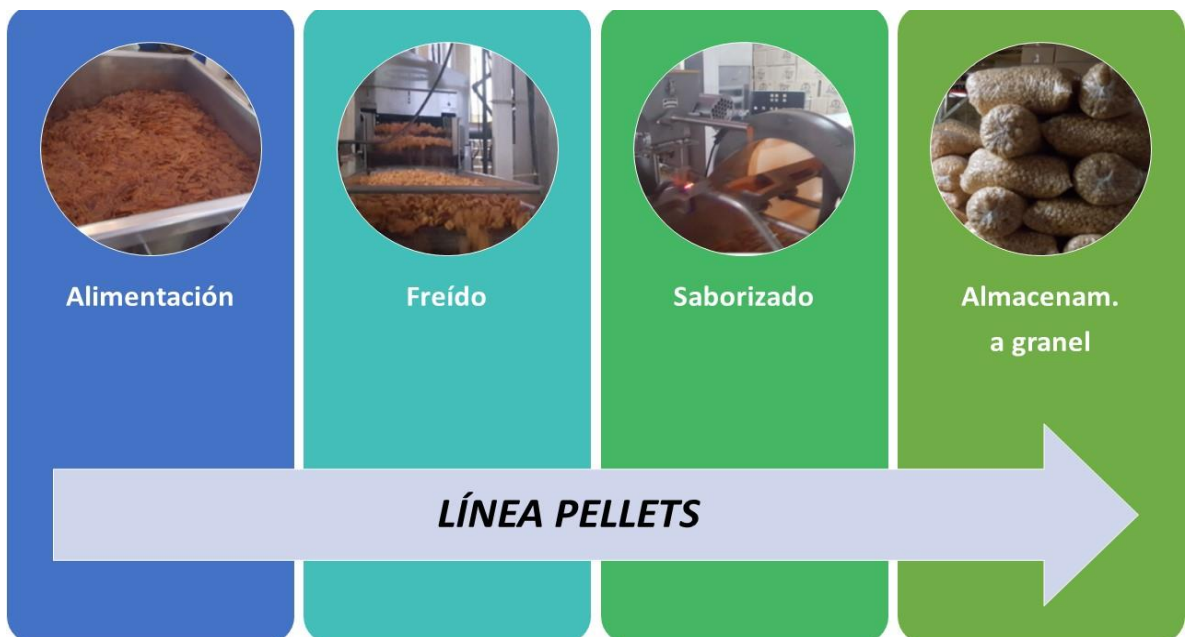
#### 4.1.4 Línea Papas Fritas

*Ilustración 8: Línea de papa.*



#### 4.1.5 Línea Pellets

*Ilustración 9: Línea de pellets.*



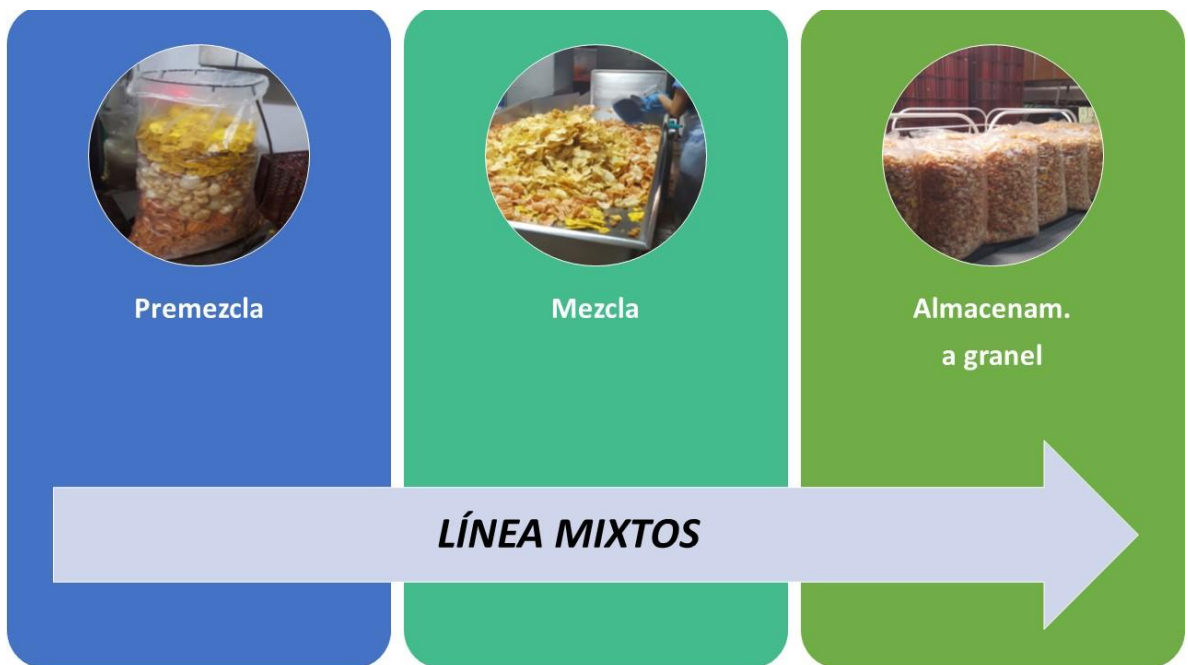
#### 4.1.6 Línea Trocillo

*Ilustración 10: Línea de trocillo*



#### 4.1.7 Línea de Mixtos

*Ilustración 11: Línea de mixtos.*



**4.1.8 Línea Platanitos** Actualmente es una línea inutilizada, puesto que la empresa compra los platanitos ya procesados a un proveedor local quién se los vende ya freídos y aptos para que la empresa los emplee en la mezcla de sus mixtos o bien, los pase a la zona de empaque directamente en las diferentes referencias que ofrece el portafolio de productos de la empresa (ANEXO B).

En el ANEXO L. se encuentra el Diagrama de Flujo del proceso de cada una de las líneas de producción que clasifica y muestra cada tipo de actividad junto con el tiempo de operación en ésa actividad. Además en el ANEXO I se encuentra el diagrama de Recorrido, que muestra la ruta que siguen los productos en cada una de las líneas descritas.

## **4.2 EMPAQUE DE PRODUCTO TERMINADO**

**4.2.1 Alimentación:** Una segunda etapa sucesiva a la producción a granel en cada

***Ilustración 12: Máquina empacadora vista desde el segundo nivel.***



una de las líneas se conoce con el nombre de “empaque”. El inicio de este proceso comienza en el segundo nivel de la planta, donde están almacenados los diferentes productos a granel en bultos de manera temporal a medida que van saliendo por cada una de las líneas a espera de ser empacados. Para realizar esta labor, un operario toma un bulto del producto a granel que está sobre estibas y lo vierte a la tolva de alimentación de una de las 28 máquinas empacadoras que están en esta zona.

Cabe resaltar que esta zona en el segundo nivel de la planta es meramente para alimentación de producto a granel a cada una de las máquinas empacadoras, mientras que debajo de estas en el primer nivel se encuentra una operaria por cada una de las 28 máquinas empacadoras, quien es la que las configura y ajusta

parámetros acorde a la referencia que se vaya a empacar. Cada una de estas máquinas trabaja con sensores que miden peso de la siguiente manera:

1. En primer lugar el operario alimenta la máquina vertiendo bultos de producto a granel en la parte trasera de esta.
2. A continuación, acciona un vibrador que la máquina posee, lo cual hace que el producto fluya a través de una canaleta que tiene alrededor de 1 metro de longitud y una ligera inclinación.
3. A continuación, el producto comienza a caer sobre una bandeja circular según se muestra en la Ilustración 12.
4. Debido a la curvatura de la bandeja circular, esta distribuye por medio de vibración pequeñas cantidades de producto a diferentes compartimientos que tiene alrededor de ésta. Cada uno de dichos compartimientos posee un sensor que mide la cantidad en gramos de producto que hay en él.
5. Una vez el producto está en cada uno de los diferentes compartimientos, la máquina suma internamente la cantidad en gramos que la operaria programó, debían venir por cada paquete de producto terminado. Es entonces cuando la máquina emite la orden de abrir el paso a los compartimientos que entre ellos sumen igual o mayor peso de producto que la operaria programó previamente. Cabe resaltar que por parámetros de mantenimiento a la máquina se le permite una holgura de uno a cinco gramos para referencias por encima de 32 gramos (grandes) y de uno a dos gramos para referencias de 4 a 32 gramos (pequeñas). Esto quiere decir que existe una mayor precisión para referencias pequeñas que para grandes.

Los pasos mencionados anteriormente son la descripción de la alimentación para cada una de las máquinas empacadoras. Se alimentan en el segundo nivel de la planta conocido como “Zona Tolvas”; Mientras que su configuración y lugar de salida de paquetes se da en el primer nivel de la

***Ilustración 13: Máquina Empacadora vista desde el primer nivel.***



planta donde están las operarias que manipulan cada una de ellas según se muestra en la Ilustración 13.

4.2.2 **Empacado:** Como se mencionó en el ítem anterior, este se da en el primer nivel de la planta. Allí hay una operaria por cada máquina empacadora. Ellas tienen la función de empacar cada uno de los paquetes que la máquina va arrojando en reempaques (displays) con un número determinado de unidades que varía dependiendo de la referencia que se haya ordenado sacar en ese momento. Luego

***Ilustración 14:  
Empacado en Displays.***

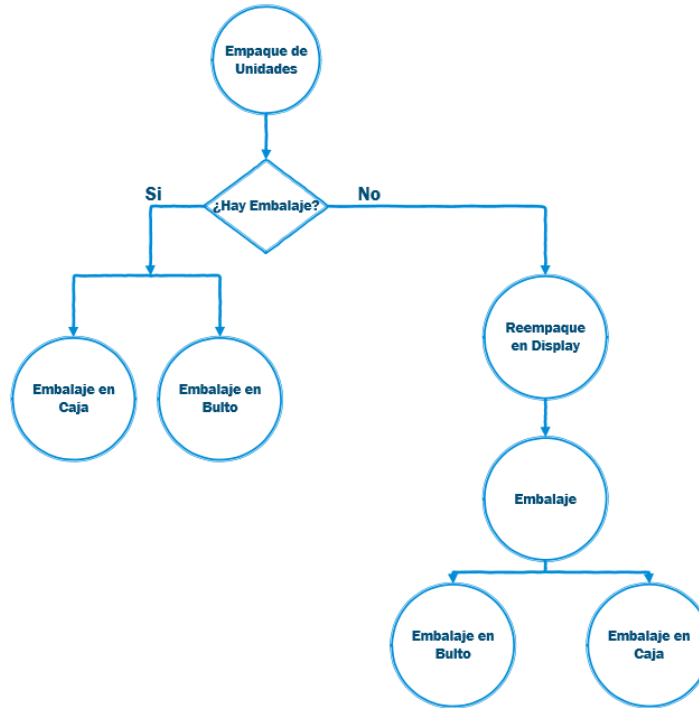


a medida que van empacando estos displays, los colocan sobre una banda transportadora que tienen frente a ellas.

Esta banda los lleva hasta el final de ella donde hay una operaria que toma cada uno de estos displays y los hace pasar a través de una máquina selladora que aplica calor con unas mordazas y sella el extremo abierto del display. La lista de referencias que se pueden empacar en cada máquina se encuentra en el ANEXO C. Cabe aclarar que algunas referencias no van en display, sino que van directamente a unidad de embalaje según muestra el siguiente diagrama. Esta etapa de empaque es el recurso restrictivo dado que su tasa de empaque (Kg/min), es mucho menor que la tasa a la que sale el producto a granel de cada línea. Dicha información se encuentra consignada en la herramienta ofimática (ANEXO K).

### Ilustración 15: Proceso de empaque

Proceso de Empaque de Unidades



4.2.3 **Embalaje:** A medida que los displays van saliendo de sellado, caen sobre un mesón giratorio que va dejando que estos se acumulen. **Ilustración 16: Sellado**

Mientras tanto una operaria que está junto a él, toma un número determinado de éstos y los va depositando en una caja de cartón que armó previamente o en una bolsa plástica (bulto). Una vez depositados, sella la caja con un trozo de cinta y lo va a dejar al lugar de almacenamiento.



Para los que son embalados en bulto, los hace pasar por una selladora que toma el bulto, le aplica temperatura y sella. Luego toma el bulto y lo deja en el lugar de almacenamiento temporal. Ya una vez hecho esto, personal de logística es el encargado de tomar los bultos y/o cajas ya embalados para llevarlos a la bodega de producto terminado a la espera que sean despachados cuando se requieran.

## **5 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA**

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en la empresa Productos Vicky S.A.S. se realizó un diagnóstico con la ayuda herramientas cualitativas y cuantitativas y a partir de entrevistas y reuniones con directivos, operarios y jefes de línea, los cuales expresaron los inconvenientes que evidencian día a día en la planta de producción, entre los cuales mencionaron:

- Cambios en la programación de la producción.
- Ausentismos de personal.
- Inconvenientes logísticos en relación a los registros de inventario de materias primas.

Conforme a la información suministrada se demostró a partir del uso de herramientas cuantitativas y análisis de datos del primer semestre del año en curso, la existencia de los problemas anteriormente mencionados y que a continuación se exponen a detalle.

### **5.1 CAMBIOS EN LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Actualmente la programación de la producción se lleva a cabo diariamente. En este proceso el ingeniero de producción programa 12 horas antes lo que la empresa va a producir en cada una de sus líneas de producción. Para el desarrollo de este procedimiento la persona encargada utiliza información referente a lo que son inventarios de materias primas, inventarios de producto terminado e información referente al producto en proceso(a granel) que se tiene a la espera de ser empacado. Para obtener esta información, cada uno de los bodegueros tanto de materias primas, producto en proceso y producto terminado, hacen un conteo físico a las cinco de la tarde de los inventarios que se tengan de cada uno de los ítems mencionados. En este conteo tardan de una a dos horas dependiendo el volumen

de inventarios que se tenga en ése momento. Inmediatamente realizan el conteo, llevan la información al ingeniero de producción. Además de los inventarios, el programador debe contar con información referente a la disponibilidad de personal en el área de producción para el día siguiente y asignarlos a determinado centro de trabajo. Una vez el programador tiene esta información, procede a diseñar la programación del siguiente día basado en su experiencia y el nivel de existencias que se tenga de cada referencia.

En algunas ocasiones la programación que se realiza no se lleva a cabo en su totalidad acorde a lo que se había diseñado porque surgen cambios inesperados en el desarrollo de la misma. Estos cambios en su mayoría ocurren debido a pedidos inesperados de clientes preferenciales, ausentismo de personal con el que se contaba para la realización de la producción y averías en máquinas.

Dichos cambios en la programación de la producción consisten en realizar producción de referencias no programadas como respuesta a dificultades mencionadas anteriormente.

La recopilación de esta información se tomó a partir de lo consignado en el cuaderno de producción, donde se realiza la programación diaria. A continuación se resume la frecuencia de cambios de producción no programados diariamente en los seis primeros meses del año 2015:

**Tabla 5. Registro de cambios inesperados en la producción**

MES	PROMEDIO DIARIO
Enero	12
Febrero	8
Marzo	11
Abril	8
Mayo	12
Junio	8
Promedio de Ref. no programadas/día	10

Actualmente los cambios no programados tienden a ser en promedio de 10 referencias diarias con una desviación de 3. La causa de esta situación se debe a los factores que intervienen en dicha programación como lo son:

- El inventario de producto terminado.
- El inventario de materia prima.
- El personal disponible al día siguiente.
- La maquinaria disponible, especialmente en el área de empaque.

Cuando el jefe de producción tiene inconvenientes con algunos de estos factores se ve obligado a reprogramar su producción, quitando las referencias afectadas y reemplazándolas por otras que no estaban previstas. De estos factores se identificaron 3 problemas asociados, que bajo un proceso sistemático se analizaron en el siguiente orden:

- Paradas de máquinas.
- Ausentismo no programado de personal.
- Falta de control en los registros de materias primas.

**5.1.1 Averías o paradas de máquinas:** Las paradas de máquinas consisten en el estado inactivo forzoso de las mismas por razones asociadas a mantenimientos. Dicho departamento facilitó información documentada sobre el tema en cuestión, del cual se revisaron uno a uno los reportes hechos por los mecánicos de la planta en lo que respecta a éstos procedimientos. De esta manera la información se pudo recopilar por líneas productivas y por tipo de mantenimiento: correctivo (C), preventivo (P) y operacional (OP), éstos últimos hacen referencia a los mantenimientos en los que la intervención no tardó más de 10 min. En la siguiente tabla se resume toda la información:

**Tabla 6. Mantenimiento líneas productivas, primer semestre 2016**

MANTENIMIENTO PRODUCTOS VICKY S.A.S																		TOTAL POR LÍNEA	
MES	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			
LÍNEA	P	OP	C	P	OP	C	P	OP	C	P	OP	C	P	OP	C	P	OP	C	
<i>Empaque</i>	5	80	189	8	91	246	14	181	145	25	107	142	19	72	147	10	146	109	<b>1736</b>
<i>Extruidos I</i>	1	3	10	2	1	11	1	0	8	3	0	10	0	1	13	3	5	13	<b>85</b>
<i>Extruidos II</i>	0	0	0	0	0	7	1	4	7	0	1	6	1	0	9	3	1	7	<b>47</b>
<i>Extruidos III</i>	0	2	4	0	0	5	1	2	4	1	0	6	2	0	3	2	2	3	<b>37</b>
<i>Trocillo</i>	3	1	13	6	0	19	3	3	27	4	0	21	2	4	19	0	2	13	<b>140</b>
<i>Papa</i>	4	6	23	2	0	15	2	6	8	4	3	18	0	2	10	1	5	6	<b>115</b>
<i>Pellets</i>	0	0	2	0	0	1	1	0	3	1	0	2	2	2	5	0	0	1	<b>20</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>92</b>	<b>241</b>	<b>18</b>	<b>92</b>	<b>304</b>	<b>23</b>	<b>196</b>	<b>202</b>	<b>38</b>	<b>111</b>	<b>205</b>	<b>26</b>	<b>81</b>	<b>206</b>	<b>19</b>	<b>161</b>	<b>152</b>	<b>2180</b>
<b>MENSUAL</b>	<b>346</b>			<b>414</b>			<b>421</b>			<b>354</b>			<b>313</b>			<b>332</b>			

En el periodo comprendido entre enero y junio del año en curso se registraron 2180 mantenimientos y se encontró que el 60% de ellos son correctivos, 34% operativos y el 6% restante preventivos, identificando la línea de empaque como crítica debido a su contribución del 80% respecto al total semestral.

Dada la relevancia del área de empaque se infiere que las máquinas en dicha línea presentan ciertos tipos de averías que las mantienen inactivas y como consecuencia de ello se generan tiempos muertos, lo que lleva a analizar éste fenómeno.

**Tiempos Muertos** De acuerdo a la situación actual de la empresa en relación a los tiempos muertos de producción como anteriormente ha sido expuesto, entre sus causas se encuentra las averías de maquinas, se evidenció en los registros que cerca del 80% de las fallas ocurren en el área de empaque, de acuerdo con esto se procede a analizar la situación en dicha área para 25 máquinas de las que se cuenta con información de un total de 28. En la siguiente tabla se resume la información encontrada respecto a la duración promedio de tiempos muertos en horas al mes para cada máquina, basados en los registros de los seis primeros meses del año en curso:

**Tabla 7. Tiempo muerto promedio mensual de cada máquina empacadora**

<b>MAQUINA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
<b>T. PROM.</b>	35,2	27,6	30,7	30,4	430,8	40,3	37,9	31,3	35,9	37,5	37,1	34,6	
<b>MAQUINA</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
<b>T. PROM.</b>	32,1	37,4	37,9	46,7	27,7	32,1	34,9	40,6	38	41,9	61,1	431,1	43,6
<b>T. PROM. Total</b>	68,58												

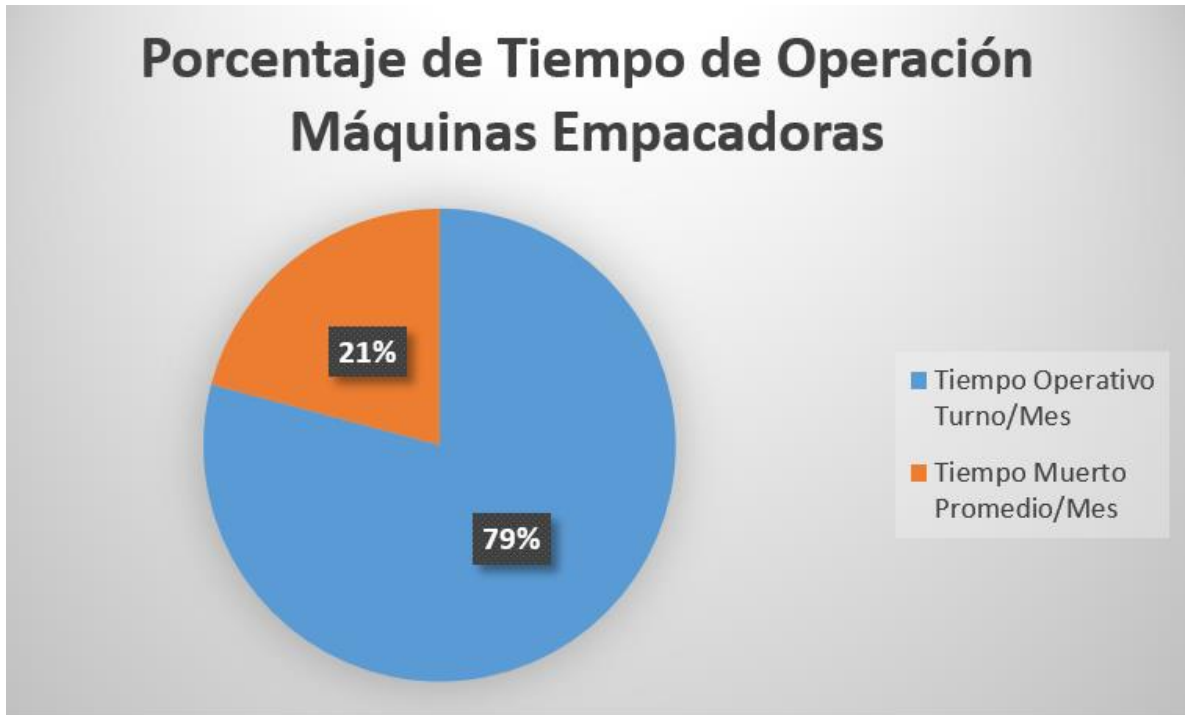
De los datos obtenidos para las 25 máquinas analizadas se calcula el tiempo promedio total, el cual se utiliza para encontrar el porcentaje de tiempo muerto en la operación de empaque.

En la tabla 6 se presentan los datos utilizados para obtener dicha información. Cabe destacar que el tiempo inactivo por turno se obtiene al sustraer de las 12 horas laborales una hora de almuerzo, 2 descansos de 15 minutos y media hora de alistamiento de máquina.

**Tabla 8. Cálculo Tiempo Operativo**

<b>Elemento</b>	<b>Tiempo(Horas)</b>
Jornada Laboral(horas)	12
Tiempo Inactivo(horas/día)	1.5
Tiempo de Alistamiento en empaque	0,5
Tiempo Operativo/Turno	10
Días Hábiles	26
Tiempo Operativo Turno/Mes	260
Tiempo Muerto Promedio/Mes	68,58

**Ilustración 17. Porcentaje Tiempo de Operación Máquinas Empacadoras**



De esto se concluye que las paradas de máquinas por averías son causales no sólo de los cambios en la programación de la producción sino de los tiempos muertos que retrasan la ejecución de las labores en el área de empaque siendo de 68,58 h/mes y teniendo en cuenta que allí se genera la mayor concentración de averías.

**5.1.2 Ausentismo no Programado:** El ausentismo no programado de personal es otro fenómeno identificado y relacionado a los cambios de producción, consiste en la ausencia de trabajadores disponibles por distintos motivos. Este hecho dificulta las labores a realizar dentro de la planta puesto que obliga a sobre utilizar la mano de obra, es decir, se le asignan las cargas de trabajo del personal ausente a los operarios presentes, adicional a la carga que les corresponde; la información se basa en los cuadernos de ausentismo que reportan las inasistencias diarias del personal de planta, durante el primer semestre del año en curso. En la siguiente tabla se resume la información encontrada:

**Tabla 9. Ausentismo no programado primer semestre 2016**

MES	FALTANTES/ DÍA	INCAPACIDAD ES/DÍA	TOTAL AUSENTISMO	PROM AUSENTISMO NO PROGRAMADO/DÍA	DESVIACIÓN (# PERSONAS)
FEBRERO	4	4	8	6	2
MARZO	2	3	5		
ABRIL	2	3	5		
MAYO	1	3	4		
JUNIO	3	4	7		
TOTAL	12	17	29		

Como se observa uno los factores en los ausentismos no programados más incidentes son incapacidades con el 58,62% y faltantes injustificados que son inasistencias diarias con un valor de 41,38%.

En conclusión, la ausencia de personal explica una causa a los cambios en la programación debido a que este factor determina la disponibilidad de mano de obra para el funcionamiento del área de producción. El promedio de ausentismos no programados diarios es de 6 personas al día con una variación de  $\pm 2$ .

**5.1.3 Falta de control en los registros de materias primas:** Dado que la programación de la producción está en función de la disponibilidad de materias primas e insumos, es necesario considerar la fiabilidad de los registros en éstos para evitar paradas durante las corridas de producción y por ende no generen cambios imprevistos en la línea e incumplimientos en la demanda requerida. Dichas fallas son generadas en parte porque no se tiene una herramienta precisa para el control tanto de entradas en la línea (materias primas) y salidas (unidades de producto terminado). Sino que sólo se tiene un valor intuitivo de las cantidades basado en la experiencia y juicio del jefe de línea.

Para la elaboración de los diferentes productos ofrecidos por Productos La Victoria, se consideran cuatro grupos de materias primas esenciales en el proceso productivo los cuales son:

- **Ingredientes:** Son todos aquellos elementos que hacen parte de una mezcla, para obtener un producto terminado que sea apto para el consumo alimenticio.
- **Lámina de empaque:** Es aquella envoltura que está en contacto directo con el producto terminado y lo contiene.
- **Reempaque:** Se conoce como aquella lámina plástica (Display) que contiene las diferentes unidades de producto terminado.
- **Embalaje:** Es el recipiente en el cual van contenidos los reempaques. Pueden ser bolsas plásticas o cajas de cartón.

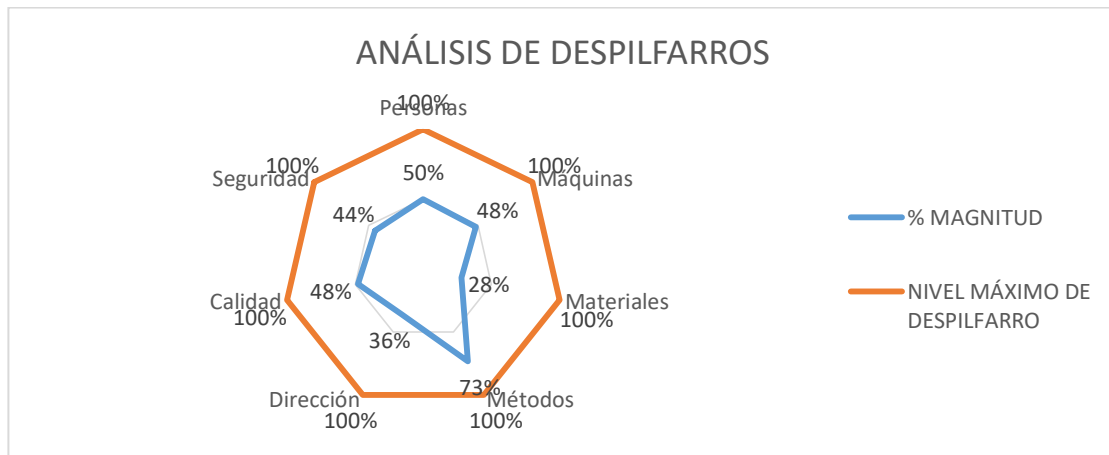
En el Anexo E se muestran los diferentes productos que fabrica la empresa. Allí se especifican las líneas de producción, familias de productos, referencias, reempaques y tipo de embalaje.

## 5.2 ANÁLISIS DE DESPILFARROS

Muda o despilfarro es un término japonés que habla de toda actividad que no genera valor, por lo tanto, el objetivo de esta herramienta es identificar todo tipo de desperdicio en los procesos. La filosofía de Manufactura Esbelta clasifica los despilfarros en siete tipos que para el presente proyecto se clasificaron en: inventarios, personas, seguridad, calidad, máquinas, materiales y dirección.

Como herramienta para la identificación de despilfarros se elaboró y aplicó una lista de chequeo que se muestra en el ANEXO W, lo que permitió obtener información acerca de las actividades que no generan valor en el área de producción y empaque, su implementación está enfocada en eliminar las causas que están asociadas al bajo rendimiento de la planta de producción. El presente diagrama resume la información encontrada:

**Ilustración 18: Diagrama de red, Resultados análisis de despilfarros**



Los datos se recolectaron mediante auditorías en la planta de producción durante el segundo mes de la práctica, se evaluó la presencia de cada uno de los despilfarros y posteriormente se calificaron de 1 a 5, siendo 5 la presencia más alta de dicho despilfarro.

Conforme a la información anteriormente resumida en el diagrama de red se presenta una interpretación a tales resultados:

**Tabla 10. Análisis de despilfarros**

Tipo de despilfarro	Descripción del despilfarro	Causas que lo generan	Implicaciones
<b>Personas</b>  <b>50%</b>	Comprende todo desplazamiento, movimiento o actividad realizada por los operarios que no agrega valor al proceso.	Operaciones innecesarias para almacenar producto a granel en bolsas plásticas. A esto se suman los tiempos inactivos que generan retrasos en los procesos.	Retrasos en la producción y desperdicio de producto por manipulación.
<b>Máquinas</b>  <b>48%</b>	Subutilización e inutilización de la maquinaria por constantes daños y averías.	Se presenta principalmente con las averías de máquinas que para el primer semestre del año fueron en total 2080 reportes producto de la inexistencia de un programa de mantenimiento preventivo.	Tiempos muertos y retrasos en la producción, lo que implica una disminución de la capacidad productiva.
<b>Materiales</b>  <b>28%</b>	Comprende los excesos o desabastecimiento de materias primas e insumos necesarios en el proceso.	Inexistencia de una herramienta de control tanto de entradas y requerimientos (materias primas) como salidas (producto terminado) en el proceso productivo.	Retrasos en la producción, demoras en los tiempos de entrega, faltantes, pérdida de clientes.
<b>Métodos</b>  <b>73%</b>	Procedimientos inadecuados que no agregan valor al producto.	Inexistencia de una programación de la producción semanal, control inadecuado en el número de unidades producidas y recolección inadecuada del producto a granel al final de las líneas.	Incremento tanto en el costo de producción como el tiempo de producción de los productos, desperdicio de producto y subutilización de la capacidad.
<b>Dirección</b>  <b>36%</b>	Comunicación inefectiva entre los diferentes departamentos, además de reuniones que no generan soluciones claras y efectivas a los problemas que se tienen.	Se presenta principalmente por un flujo de información inefectiva y defectuosa en su mayoría causado por una falta de trabajo en equipo a la hora de compartir información entre los diferentes departamentos de la empresa.	Discordias entre el personal por información no confiable y sesgada, generando desconfianza entre los empleados y retrasos en la programación.
<b>Calidad</b>  <b>48%</b>	Producción de artículos defectuosos e incumplimiento con los estándares de calidad.	Artículos con peso inferior al indicado en el empaque, devoluciones causadas por averías y daños en el contenido del paquete.	Pérdida de clientes y reprocesamiento de productos.
<b>Seguridad</b>  <b>44%</b>	Accidentes de trabajo, y riesgos implicados durante la ejecución de la labor productiva.	Desorden en los centros de trabajo, objetos sobre el suelo que obstaculizan el tránsito del personal.	Incapacidades, ausentismo y rotación del personal, disminución en la capacidad productiva.

De lo cual puede resumirse que los despilfarros identificados anteriormente tienen efecto sobre la baja productividad e inadecuado control en el proceso productivo, donde el más influyente es el despilfarro en el método con un 73% de magnitud desfavorable en el análisis. Partiendo de este análisis, estudian los recursos afectados por dicha problemática.

**5.2.1 Árbol de problemas:** La situación actual de la empresa Productos Vicky S.A.S presenta inconvenientes en el desarrollo de su ejercicio de modo efectivo. Como es evidente a lo largo del diagnóstico tales inconvenientes son el resultado de la falta de organización y control en la ejecución de los procesos productivos de los cuales, no existen tiempos estandarizados, estudio de capacidades, programación de la producción adecuada y control eficiente de los recursos utilizados así como un conteo fiable de las unidades de producto terminado. Estas falencias encontradas se relacionan a los desabastecimientos de materias primas e insumos, ausentismos no programados de personal y averías en las máquinas. Las cuales son factores claves a la hora de establecer una programación efectiva de la producción. Se concluye a partir de los resultados presentados que el problema central a tratar para el proyecto es el Bajo rendimiento en la planta de producción, para ello se realiza un árbol de problemas donde se sintetiza la información identificada en el diagnóstico exponiendo las causas y consecuencias entorno a esta problemática.

**Ilustración 19: Árbol de problemas**



## 6 MEJORAMIENTO

### 6.1 PARAMETRIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE

Como se ha mencionado con anterioridad el área de empaque es el limitante o factor restrictivo de capacidad que tiene la planta de producción, ya que no puede trabajar al mismo ritmo de las líneas. Esto es así debido a que el proceso de empaquetado que consta de la alimentación de las máquinas con el producto a granel y su sellado, se ve afectado por los siguientes factores:

- Velocidad de la máquina: es el número de unidades selladas que puede arrojar la máquina en un minuto. Sus unidades se dan en [bpm].
- Cantidad de producto a granel con el que se alimenta a las máquinas desde la zona de tolvas: Un tamaño inadecuado puede generar atascos a la máquina durante el empaquetado.
- El peso y volumen del producto: Cuando no son los apropiados generan complicaciones en las especificaciones que luego se traducen en desperdicio de lámina.

Esto significa que por la naturaleza de la producción misma respecto al peso, volumen y tamaño del producto, los kilos de producto a granel no rinden las unidades que se esperarían según el peso neto de la referencia, ya que por lo regular las máquinas se ven en la necesidad de alimentar con más producto cada paquete para asegurar un volumen deseado y un peso aceptable por encima del valor que se especifica en el empaque.

Conforme a esta situación se procede a realizar pruebas de rendimiento en el empaquetado de producto con lo cual se espera estimar el rendimiento de empaque por kilogramo de producto a granel así como el porcentaje de empaque para la referencia en específico, el objetivo de estos datos es el de poder conocer el ritmo

de trabajo al que opera normalmente el empaque de un determinado producto, a la vez que funciona como indicador para el control de empaque y contribuye a la programación de la producción de la referencia misma, siendo un elemento fundamental para determinar el costo de producción.

Se llevaron a cabo tres (3) pruebas por cada producto en las cuales se tomaron muestras significativas (ANEXO J) para observar un periodo de trabajo de la máquina en que el proceso de empaque se pudiese considerar estable o normal, sin presentar problemas de averías, fallas en el proceso de sellado o cualquier otra dificultad que impidiese el funcionamiento del equipo o pudiese alterar los resultados de las pruebas. Previamente se informó a los operarios involucrados tanto en la zona de tolvas como de empaque de los objetivos en cada prueba, se seleccionó y se apartó la muestra del resto de la producción, se reinició el contador y se configuro la velocidad para la máquina seleccionada de acuerdo a la referencia, teniendo en cuenta los ajustes de lámina y demás; una vez preparado todo se procedió a alimentar la máquina hasta que los kilos de muestra fueran consumidos, durante este tiempo se registraron los pesos de 28 unidades empacadas, se registró el dato de las unidades empacadas de acuerdo al contador de la máquina y se pesó el desperdicio de unidades por lámina que hayan sido generados.

Antes que nada es necesario definir de manera fiable y aproximada las unidades reales que son empacadas durante el proceso, este cálculo surge como una necesidad para estimar bajo condiciones normales un rendimiento y porcentaje de empaque; la causa de ello es la eficiencia de los equipos ya que en la mayoría de los casos los resultados de producto empacado no son coherentes; dicho cálculo permitirá programar las unidades a empacar así como los kilos necesarios para tal fin. Aunque el registro de unidades se hace por la lectura de la fotocelda que viene en la lámina de empaque, durante las pruebas se evidenció que para una cantidad específica de kilos de producto tomados como muestra para empacar, las maquinas seleccionadas registraron unidades que no coinciden con las unidades que

deberían obtenerse a partir del peso neto promedio del producto empacado, habiendo éste sido mayor que el peso neto especificado en el empaque de la referencia. En otras palabras, la máquina estuvo tomando más cantidad de producto de la muestra para empacar y aun así registro más unidades de lo debido. Una contradicción.

Para responder a tal inconveniente se estableció un procedimiento útil y sencillo para estimar la cantidad de unidades reales empacadas que consiste en pesar veintiocho (28) unidades durante el desarrollo de la prueba, obtener su valor promedio y descontar la tara del empaque (peso en gramos (g) del empaque vacío de una referencia de producto en particular), de esta manera se obtiene el peso neto promedio empacado  $[\bar{P}_n]$  durante la prueba. A partir de este dato y sabiendo la cantidad de kilos de muestra usados para empacar  $[Kg_M]$ , el cálculo de las unidades esperadas se efectúa de la siguiente manera:

$$Ue = \frac{Kg_M * 1000}{\bar{P}_n}$$

Una vez finalizada la prueba de empaque el dato de las unidades registradas por la máquina  $[U_m]$  deberá contrastarse con las unidades esperadas  $[U_e]$  de lo que podría resultar uno de los siguientes tres (3) casos:

- **CASO I (Ue >Um):** Significa que en algún momento de la prueba la cantidad de producto empacado estuvo por encima de su peso neto promedio por lo cual los kilos de muestra rindieron para menos unidades, por tanto puede asumirse que las unidades registradas por la máquina son efectivamente el número de unidades empacadas y habrá que descontarles el desperdicio de unidades por lámina  $[d]$  (si hubo). Esas serán las unidades reales empacadas  $[Ur]$ .

$$Ur = Um - d$$

- **CASO II (Ue=Um):** Significa que la cantidad tomada por la máquina para empacar en cada unidad corresponde al valor promedio de su peso neto. Las unidades reales serán por consiguiente cualquiera de ambos datos descontando el desperdicio de unidades por lámina [*d*] (si hubo).

$$Ur = Um - d$$

O

$$Ur = Ue - d$$

- **CASO III (Um>Ue):** Esto supone que la máquina estuvo tomando menos cantidad de los kilos de muestra a empacar y por tanto se obtuvo mayor número de unidades; esto es fácil de evidenciar durante el desarrollo de la prueba puesto que al efectuar el pesaje de unidades empacadas si registran valores por debajo del peso neto especificado acorde al producto, deberá notificarse al supervisor y personal a cargo para tomar las medidas pertinentes. Las pruebas de este tipo serian anuladas y repetidas puesto que tal comportamiento no es normal ya que las unidades no cumplirían con las especificaciones correspondientes y deben ser de nuevo reempacadas aumentando el desperdicio de lámina.

Si los valores registrados durante el pesaje de las unidades empacadas se encuentran acorde a las especificaciones y sucede que la máquina registra más unidades de las esperadas, tal contradicción lleva a afirmar que las unidades reales serán las unidades esperadas menos el desperdicio de unidades por lámina generado.

$$Ur = Ue - d$$

Cualquiera que sea el caso que se presente debe calcularse las unidades reales para proceder con la estimación del porcentaje y rendimiento de empaque.

### 6.1.1 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE EMPAQUE

Una vez obtenido el número de unidades reales explicado anteriormente, se procede a efectuar la siguiente operación:

$$\% \text{Empaque} = \frac{U_r}{U_e} * 100$$

Este cálculo tiene por fin determinar para un producto con peso neto específico, el porcentaje de unidades que se obtendrán a partir de las que se esperan, teniendo en cuenta una cantidad de desperdicio de unidades por lámina tolerable bajo condiciones normales. Esto significa que al momento de programar unidades a empaquetar de un determinado producto deberá proyectarse un número mayor de unidades  $[U_p]$  tal que la merma durante el proceso permita obtener las unidades requeridas  $[U_{req}]$ . Para calcularlo se efectúa la siguiente ecuación:

$$U_p = \frac{U_{req} * 100}{\% \text{Empaque}} ; [\text{unid}]$$

6.1.2 **Cálculo del rendimiento de empaque:** El rendimiento de empaque se define bajo la expresión:

$$R_{empaque} = \frac{U_r}{Kg_M} ; [\text{unid}/kg]$$

Este cálculo permite determinar el número de unidades que se obtienen por cada kilogramo de producto a granel, a partir de ello puede estimarse la cantidad de kilos de producto a granel necesarios para obtener la cantidad de unidades requeridas de un producto específico; una vez más tales kilos de producto  $[Kg_{REQ}]$  deben calcularse acorde a las unidades proyectadas  $[U_p]$  y no las requeridas, para que al momento del empaque la merma tolerable permita obtener a estas últimas. Dicho cálculo se efectúa de la siguiente manera:

$$Kg_{REQ} = \frac{U_p}{R_{empaque}} ; [kg]$$

Véase el ANEXO J.

A partir de estos parámetros del proceso de empaque se procede a efectuar las mejoras en el área misma sobre algunas deficiencias en los métodos de control y verificación de unidades empacadas y consumo de lámina.

## **6.2 VERIFICACION DE UNIDADES EMPACADAS**

El control y verificación de unidades empacadas es el procedimiento por medio del cual la empresa Productos Vicky S.A.S lleva trazabilidad de los lotes producidos de acuerdo con los datos registrados en los contadores de las máquinas y los reportes de consumo de lámina para una determinada referencia. De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, las máquinas presentan deficiencias en sus registros por lo tanto la información arrojada por ellas no es cien por ciento fiable; como un intento de mitigar este error de procedimiento que impacta en los costos e inventarios se elabora una herramienta de Excel que permita a partir del consumo de lámina y las unidades registradas, determinar la cantidad de unidades que mejor corresponden a dichas variables de ingreso.

Como puede observarse este procedimiento de control y verificación facilita la toma de decisiones al momento de programar una producción debido a una mejor aproximación de las existencias en bodega, así como una mejor gestión de los costos asociados. Esta herramienta conserva en esencia el método aplicado para el cálculo de las unidades reales para estimar el rendimiento y porcentaje de empaque, pero su ventaja radica en que no es necesario estar presente durante las operaciones puesto que se basa en la información reportada.

Durante la planeación de mejora del método, se evidenció la necesidad de tabular las taras de empaque para cada referencia de las listadas como objetivo del proyecto, esto con el fin de hacer los respectivos descuentos y comparaciones. Por

ello se tomaron los empaques vacíos (limpios de partículas de producto) correspondientes a cada una de las referencias y se efectuó su pesaje para determinar el valor en gramos de cada uno, los cuales están registrados en el ANEXO V. Una vez tabulados los datos, se procede a construir la herramienta de registro bajo la siguiente estructura:

- Línea: Se refiere a la línea productiva a la que pertenece la referencia en cuestión.
- Referencia: Se refiere a la presentación y características particulares de un determinado producto (sabor, peso neto, etc.).
- Peso Neto: Se refiere al contenido en gramos (g) especificado en el empaque del producto.
- Consumo de lámina [ $Kg_{lám}$ ] : Es el número de kilos de lámina consumida durante el proceso de empaque registrados al sistema para el producto en cuestión.
- Unidades de cuadro [ $U_c$ ]: Son el número de unidades que registra el contador de la máquina durante la prueba de sellado de lámina en el ajuste. Es un desperdicio.
- Desperdicio de empaque [ $D_e$ ]: Es la cantidad de lámina en (kg) que por alguna inconformidad durante el sellado del producto hay que desecharla.
- Unidades de máquina [ $U_m$ ]: Es la cantidad de unidades registradas por el contador de la máquina.
- Tara de empaque [ $Tara_{prod}$ ]: Es el peso en gramos (g) del empaque vacío de una unidad de producto.
- % Empaque: Es el porcentaje determinado en las pruebas de empaque bajo condiciones normales para un producto de peso neto específico. Dicho porcentaje supone un máximo de desperdicio normal durante el proceso.
- Unidades esperadas: Es el número referente de unidades empacadas bajo condiciones normales con un máximo esperado de desperdicio. Su cálculo se

basa en estimar las unidades correspondientes al porcentaje de empaque para un máximo de unidades que pueden obtenerse del consumo de lámina registrado respecto al valor de su tara. Dicho cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$Ue = \frac{Kg_{lám} * 1000}{Tara_{prod}} * \% Empaque$$

- Unidades registradas: Corresponden a las unidades empacadas registradas por la máquina a las cuales se les descuenta las unidades correspondientes al cuadro y desperdicio de empaque.
- Unidades reales: Son las unidades que resultan de comparar las unidades esperadas de las registradas admitiendo una variación límite de esta última respecto a la primera. Tal variación consiste en admitir un desperdicio de lámina máximo que “incremente” el valor de la tara a no más de 0,01 g, aunque tal variación no parezca significativa afecta considerablemente el cálculo. Cabe aclarar que un incremento teórico en el valor de la tara debe interpretarse como una mayor cantidad de desperdicio generado; el valor teórico de la tara [ $Tara_{teórico}$ ] en función del consumo de lámina [ $Kg_{lám}$ ] y las unidades de producto, se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Tara_{teórico} = \frac{Kg_{lám} * 1000}{Unidades\ de\ producto}$$

De esta manera el interesado en consultar las unidades empacadas de acuerdo al consumo de lámina registrado para una referencia en específico debe llenar los campos etiquetados como variables de ingreso y Excel se encargará de analizar estos datos conforme a los parámetros dados y finalmente registra en la columna “UNIDADES REALES” la cantidad más ajustada al consumo de lámina especificado, ver ANEXO Q.

Como se mencionó anteriormente esta herramienta tiene la ventaja de considerar no solo los registros de unidades sino también el consumo de lámina para determinar de manera fiable el número de unidades empacadas que facilite un mejor reajuste del inventario y los costos asociados. Otra ventaja radica en la facilidad para estimar las cantidades y tal procedimiento puede analizarse para cualquier referencia de las listadas en este trabajo que hayan sido empacadas.

### **6.3 ALIMENTACION DE LA LÍNEA DE PAPA**

Según se muestra en el estudio de tiempos de papa frita en el ANEXO E, la primera operación que se lleva a cabo es lavado y pelado de la papa. Allí la papa cruda cae desde una banda de cangilones al filtro de lavado. Antes cuando la papa caía, algunas de ellas se salían de la línea y caían sobre el suelo, siendo esto un factor de riesgo para los operarios y coteros que por allí transitaban, además de esto, una pérdida de materia prima esencial en el proceso. Durante dos oportunidades se llevó el registro de éste despilfarro y se llegó a obtener en promedio 15,5 kilogramos de papa desperdiciada por cada hora de operación de la línea. Para esto se implementó colocar una lámina que evita que la papa cruda salga de la línea y se mejorara en un 100% este despilfarro en esta etapa del proceso como se muestra a continuación.



***Ilustración 20 Lavado antes de mejora.***



***Ilustración 21 Lavado después de mejora***

## **6.4 RECOLECCIÓN DE PRODUCTO A GRANEL**

Para cada una de las referencias que se producen en cada línea, una vez son procesadas en su línea de producción, son recolectadas al final de cada línea por un operario que espera allí con un timbo donde recoge el producto a granel de la línea. Estos tiempos de recolección promedio se encuentran tabulados en el ANEXO E. Para el caso de recolección de papa frita y pellets, estos tiempos de llenado de timbo están por debajo de 60 segundos, lo cual causa que el operario que permanece en este centro de trabajo tenga un tiempo muy ajustado para ejercer las operaciones de cambio de timbo, vertimiento de producto en bolsa, sellado de bolsa y transporte de producto a granel a almacenamiento de producto en proceso mostradas a detalle en el ANEXO E. Por esto se propone eliminar la operación de vertimiento de producto a granel, mediante el cambio del timbo que se usa para almacenamiento de producto a granel por un armazón metálico donde se monta fácilmente una bolsa plástica para que el producto caiga directamente allí, y una vez se llena, se desmonta fácilmente. Para garantizar la continuidad del almacenamiento de producto a granel de la línea en bolsa plástica y evitar el desperdicio por manipulación en este centro de trabajo, es necesario tener dos armazones ya que mientras el producto va vertiéndose a granel en la bolsa del primero, el otro se sella y lleva a almacenamiento de producto en proceso. Mediante la aplicación de esta mejora permite darle un tiempo más de holgura al operario, que en promedio son 15 segundos, lo que en promedio es un ahorro del 25% del tiempo en este centro de trabajo. Este tiempo de ganancia puede ser utilizado en llevar el producto a una zona de almacenamiento de producto en proceso más alejada o bien en alimentar alguna máquina empacadora en esta misma zona según se requiera. Esta propuesta se muestra a continuación:



***Ilustración 22  
Recolección de  
producto a granel  
Actual.***

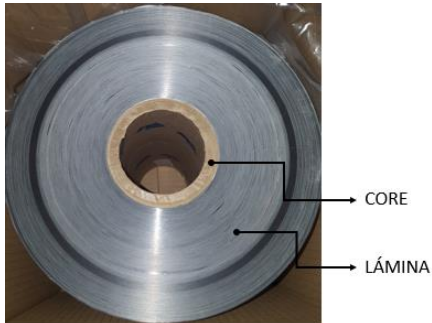


***Ilustración 23 Recolección de  
Producto a granel propuesta.***

## **6.5 MEJORA EN EL REGISTRO DE CONSUMO DE LÁMINA**

El registro de consumos de lámina de empaque es una tarea llevada a cabo en el área de logística por un operario encargado, cuya labor es proveer lámina de empaque a cada operaria según la referencia de producto a empacar. Durante este proceso se registran los kilos de lámina para cada referencia con los que cuenta antes de hacer las entregas correspondientes y con los que termina al final de la jornada que durante la misma se generan falencias de este control generando los descuadres existentes o que impiden una mayor precisión en los datos documentados.

Las falencias que se mencionan están relacionadas con las entregas de lámina a las empacadoras y el consumo indiscriminado que éstas registran. Durante la jornada el operario encargado lleva a cabo actividades que le impiden estar en todo momento en bodega como el recibir cargues sean de lámina, cajas o reempaques o surtiendo láminas y reempaques de la bodega principal; mientras esto sucede una



**Ilustración 24 Partes de una bobina de lámina.**

empacadora puede estar solicitando más lámina para la referencia que está trabajando y es justo allí cuando dicha lámina es provista sin haberse hecho el registro pertinente, de igual manera cuando cada empacadora registra el consumo de lámina, no discrimina el desperdicio ocasionado por cuadro ni empaque y tampoco descuenta el peso del “Roll Core” de la bobina que para efectos de este trabajo lo llamaremos “Core” el cual queda implícito en los

kilos de lámina consumidos. El inconveniente de esto es que los kilos errados de consumo de lámina (Core y desperdicio de cuadro) se asumen como kilos de lámina usados durante el empaque de producto y por ende esto se traduce al final como unidades empacadas, en otras palabras, se están asumiendo en los registros unas unidades de producto empacado que no pueden existir.

El objetivo de esta propuesta de mejora es el de asegurar que el registro de los consumos de lámina correspondan sólo al consumo generado durante el empaque de producto, esto es cuando las máquinas se encuentran en funcionamiento ya que esto contribuye a que el método de “Verificación y Control de unidades empacadas” sea mucho más preciso y su información sea fiable y útil. Para ello se realizó una tabla con los pesos de los Cores para cada una de las referencias que se empacan en la empresa, lo cual implicó su pesaje y registro.

Una vez realizada la tabla se procedió a clasificar las referencias por familias de producto de acuerdo a las máquinas en que son empacadas donde a cada grupo



Para que esto sea posible es necesario asignar dos operarios a cargo de bodega con el propósito de asegurar la presencia permanente de un bodeguero y evitar las falencias de control y registro asociadas a su ausencia.

Hay que considerar que los consumos de kilos de lámina registrados incluyen tanto el desperdicio del cuadro de lámina en la máquina como el desperdicio de lámina durante el proceso de empaque, como anteriormente se explicó es necesario purgar del consumo tal desperdicio por cuadro para no sobrecargar el inventario con unidades de producto que nunca se empacaron. Para atender esta situación se realizó un formato (ANEXO R), en el que se tiene en cuenta el desperdicio por cuadro de lámina [ $D_c$ ] traducido en unidades de cuadro registradas por el contador de la máquina [ $U_c$ ], de esta manera y conociendo el valor de la tara de empaque [ $Tara_{prod}$ ] para la referencia en cuestión, el cálculo de desperdicio por cuadro en kilogramos (kg) se resume en la siguiente expresión:

$$D_c = \frac{U_c * Tara_{prod}}{1000}$$

El registro de desperdicio por cuadro no suele considerarse en los formatos actuales de trazabilidad por ello fue pertinente su modificación para incluir el dato de las unidades registradas por cuadro y obviar información irrelevante o redundante que no contribuye eficazmente al control de desperdicio de lámina, unidades empacadas y duración de la operación. Se espera con esto facilitar el registro de trazabilidad en el área de empaque recopilando la información de mayor relevancia en el proceso de manera fiable y concreta. He aquí la plantilla de dicho formato:



## 7 ESTANDARIZACIÓN

### 7.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

Teniendo como base los productos representativos para la empresa, que para este caso son 42 productos acorde al criterio de utilidad. Se hace necesario realizar un estudio de tiempos para las líneas involucradas en la fabricación de dichos productos con el fin de conocer el tiempo que tardan estos desde que son sólo materias primas hasta obtener un producto terminado luego de la interacción de los factores productivos que allí intervienen.

El estudio se realiza a cada operación involucrada en cada una de las líneas de producción de las referencias seleccionadas. Se realiza por medio de la técnica de toma de tiempos vuelta a cero. Para cada línea se toma una premuestra de 10 mediciones a cada una de las operaciones que allí intervienen. Luego de la premuestra, se estima el tamaño de muestra óptimo suponiendo que se comporta como distribución normal, varianza desconocida y población infinita. Para ello se estima la muestra acorde a la siguiente ecuación:

$$N = \frac{t^2 \left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right) S^2}{E^2}$$

En donde:

- S: Valor de la desviación estándar de la premuestra.
- t: Valor t en la tabla t de student con un nivel de confianza del 95%.
- E: Margen de error deseado en unidades de tiempo (Segundos).<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> ORTIZ, Néstor Raúl. Técnicas Básicas para el Análisis y mejoramiento de la Productividad en Procesos de Manufactura. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 2014. p. 52-67.

Para este estudio, se usó un nivel de confianza del 95%, con un margen de error de 5 segundos del tiempo de la media de la premuestra.

En cuanto a la valoración de los elementos de las operaciones, se realizó con escala porcentual donde un ritmo normal de trabajo se valora como 100%. Para las valoraciones de operaciones que se considera realizan más rápido de lo normal, se usa en la valoración un porcentaje mayor a 100%, mientras que si existen operaciones que se considere hicieron más despacio se usan porcentajes menores a 100% para normalizar dicho tiempo. Cabe resaltar que para operaciones que son ejecutadas solamente por máquina, dicha valoración es 100%.

Para calcular el tiempo normalizado de cada elemento se realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$\textit{Tiempo normalizado} = (\textit{tiempo observado} * \textit{valoración})$$

Los suplementos para cada elemento se asignaron acorde a la tabla de suplementos de la OIT la cual se puede revisar en el ANEXO D. Una vez añadidos los suplementos a la valoración, se procede a encontrar el tiempo asignado mediante la siguiente ecuación:

$$\textit{Tiempo asignado} = \textit{tiempo normalizado} * (1 + \% \textit{ de suplementos})$$

Se tuvo en cuenta que cuando el trabajo lo realiza solamente la máquina, no se le asignan suplementos y por ende tiempo asignado es el mismo normalizado.

Seguidamente, luego de hallar el tiempo asignado, se procede a encontrar el tiempo tipo, que no es más que asignar un porcentaje de contingencia a eventos que ocurran de manera esporádica y causen retardos en las actividades. Para este caso fue del 5%. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Tiempo\ tipo = \frac{tiempo\ asignado}{1 - \% de\ contingencia}$$

En el ANEXO E se encuentran a los estudios de tiempos, junto con los análisis estadísticos respectivos que se realizaron a cada línea de producción. Cabe aclarar que el tiempo va a ser el mismo entre familias de productos (ANEXO B) ya que el producto que se elabora en la línea es el mismo, independientemente de la cantidad que se empaque en el producto final como por ejemplo: extrucito natural 7g y extrucito natural 32g.

Con este estudio de tiempos se buscó conocer el tiempo que tarda cada operación (horneado, freído, etc.) en cada una de las líneas. Dicho valor tiene uso exclusivamente informativo en los diagramas de flujo de proceso elaborados (ANEXO L), ya que el estudio de capacidades se obtuvo realizando pruebas de rendimiento de lo cual se hablará en capítulos posteriores. A continuación se resumen los tiempos de alistamiento para cada una de las líneas.

**Tabla 13. Alistamientos de línea**

Línea	Operaciones involucradas en el alistamiento		Tiempo Estimado (min)
Dulces	Alistamiento del extrusor	Preparación del jarabe	55
	Calentamiento del horno	Humectación de la mezcla	
	Encendido de bandas	Ajuste Saborizador	
Mixto	Alistamiento mesón de mezclas	Preparación de básculas	10
Papa	Ajuste de la lavadora de papa	Ajuste Rebanadora	25
	Calentamiento de la freidora	Ajuste Saborizador	
	Encendido de bandas		
Pellets	Ajuste Saborizador	Encendido de bandas	45
	Calentamiento Aceite		
Quesos	Preparación del jarabe(Slurry)	Ajuste Saborizador	40
	Calentamiento de horno	Alistamiento Extrusor	
	Encendido de bandas	Alistamiento de mezcladora	
Salados	Alistamiento Mezcladora	Calentamiento del horno	40
	Encendido de bandas	Ajuste Saborizador	
Trocillo	Ajuste Saborizador	Encendido de bandas	30
	Calentamiento Aceite	Ajuste laminadora	
	Ajuste Troqueladora		

## 7.2 PARÁMETROS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Una vez normalizados los tiempos de línea se inicia la etapa de parametrización de los procesos, es decir establecer una serie de límites asociados que definen la capacidad de las líneas productivas. Siendo coherentes con lo anterior y consientes de las restricciones de trabajo en cuanto a tomar mediciones o interferir en las producciones programadas, se decide realizar tres (3) pruebas a cada referencia por línea, cabe subrayar que dichas pruebas solo corresponden a las referencias listadas en el Pareto desarrollado, VER ANEXO J.

La programación de dichas pruebas se estableció junto con los jefes de línea de manera que no superaran las 5 h (300 min) esto con el fin de no retrasar las referencias programadas durante el día, una vez hecho esto se le informa a los operarios involucrados sobre los objetivos de la prueba y la necesidad de mantener controlados todos los factores que puedan afectar los resultados. Las pruebas para una misma referencia se efectuaron en gran manera bajo las mismas condiciones. En cada prueba fue debidamente registrada con la información pertinente y los cálculos desarrollados en un archivo de Excel. Tal información se estructuró de la siguiente manera:

- **Línea:** Se refiere a la línea productiva a la que pertenece la referencia en cuestión.
- **Referencia:** Se refiere a la presentación y características particulares de un determinado producto (sabor, peso neto, etc.).
- **Peso Neto:** Se refiere al contenido en gramos (g) especificado en el empaque del producto.
- **Peso MP [MP]:** Son las cantidades en kilos de materia prima usados para la prueba.
- **Peso Sabor [S]:** Son las cantidades en kilos de sabor usados para la prueba.
- **Peso MP Complementaria [MP<sub>c</sub>]:** Son la cantidad en kilos de un producto a

granel para mezclar en la referencia a producir.

- **Peso Producto a Granel [PP]:** Son las cantidades en kilos de producto a granel obtenidos al final de la prueba.
- **Rendimiento de la Producción [ $R_{prod}$ ]:** Es la relación entre la salida y las entradas de la producción. Se expresa de la siguiente manera:

$$R_{prod} = \frac{PP}{MP + S + MP_c}$$

- **Tiempo de Ciclo:** Es la duración registrada en minutos desde que se alimenta la línea hasta que termina la producción.
- **% MP:** Es el porcentaje de materia prima a utilizar, en relación a la cantidad de unidades a producir. Se calcula de la siguiente manera:

$$\%MP = \frac{MP}{MP + S + MP_c}$$

- **% S:** Es el porcentaje de sabor o jarabe aplicado en relación a la cantidad de unidades a producir. Se obtiene de la siguiente manera:

$$\%S = \frac{S}{MP + S + MP_c}$$

- **Tasa Producción [ $Tasa_{prod}$ ]:** Es la relación entre los kilos obtenidos y el tiempo de ciclo. Se obtiene de la siguiente manera:

$$Tasa_{prod} = \frac{PP}{Tiempo\ Ciclo} ; \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

## 8 LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN – EPQ

### 8.1 COSTOS

8.1.1 **Costo de mantener inventario:** Esta categoría incluye todos aquellos costos de instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, obsolescencia y daños, así como el costo de oportunidad del capital<sup>24</sup>.

- Costo por almacenamiento o costo de conservación: Está compuesto por el arriendo de bodegas y demás gastos generales como seguros y manejo. Para el caso puntual de Productos Vicky S.A.S. actualmente la empresa cuenta con dos zonas de almacenamiento para producto terminado de la planta uno. Allí almacena 122 referencias tanto en cajas como en bultos. Por dichas instalaciones se paga mensualmente la suma de \$620.260 pesos. Dicha erogación se distribuye a cada referencia acorde al porcentaje de participación de cada una de estas mostrada en el Pareto del ANEXO G.

*Cto. arriendo de cada ref. = Arriendo bodegas \* % participación de cada ref.*

En cuanto a servicios públicos, la bodega consume solamente flujo eléctrico y paga por el Kilowatt/hora \$447,66. A continuación se mencionan los elementos eléctricos que causan dicho costo:

---

<sup>24</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 549 p.

**Tabla 14. Costo de servicios públicos**

Elemento	Cantidad (Und.)	Consumo (Watt)	Horas Consumo por mes	Costo Mensual	Total
Bombilla Fluorescente	5	32	312	\$	22.347
Bombillas Ahorradoras de Luz	14	26	624	\$	101.680
Lámparas Ahorradoras de Luz	10	200	312	\$	279.340
Extractor	1	594	24	\$	6.382
			<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>409.749</b>

Por lo tanto dicho costo por servicios públicos se distribuye acorde al porcentaje de participación de cada referencia en el Pareto del ANEXO G

$$Cto. serv\ públicos\ por\ referencia = Consumo\ mensual\ de\ energía * \%part. Pareto$$

En cuanto al manejo de dichas bodegas, permanecen por tiempo completo 4 operarios a los cuales se les remunera mensualmente \$756.156; Con lo cual el costo por mano de obra por manejo de bodegas es de \$3'024.624. Dicho costo se distribuye en los porcentajes respectivos de cada referencia suministrados por el Pareto del ANEXO G.

$$Cto. manipulación\ por\ referencia = (\#operarios) * (salario\ mensual) * \%partic.$$

Por lo tanto, el costo total de almacenamiento por referencia es la suma de los costos por: Arriendo, servicios públicos y mano de obra.

$$Cto. total\ Almacenam.\ por\ referencia = Arriendo + Servicios + Mano\ de\ obra$$

Para el cálculo del costo del inventario promedio, se tomó un promedio del número de unidades para cada referencia del último año. Dichas unidades se multiplicaron luego por el costo unitario de cada una de ellas; llegando así al costo del inventario promedio por referencia.

$$Cto\ inv.\ prom. = Costo\ unitario\ de\ la\ referencia * inv.\ prom.$$

Por lo tanto, el costo total de almacenamiento se expresa como un porcentaje respecto al costo del inventario promedio para cada referencia de producto terminado y el costo total de almacenamiento por referencia así:

$$\%Cto.\ almacenam. = \frac{Cto.\ total\ almacenam.\ por\ referencia}{Cto.\ Inventario\ Promedio\ por\ referencia}$$

Dicho porcentaje de costo de almacenamiento se calcula para cada referencia; los cuales se muestran en el ANEXO H

- Costo de Oportunidad: Se refiere al dinero comprometido en inventario que de otra forma podría haberse usado en otro negocio, para este caso se toma el costo de oportunidad como la tasa de interés efectiva mensual a la que los bancos financian la empresa. Para la empresa Productos Vicky S.A.S. dicho valor fue suministrado por el jefe del departamento de contabilidad, el cual es de 1,137%EM.
- Costo por daños: Para este cálculo, se tomaron datos históricos que mostraban daños en el almacenamiento por manipulación de un semestre del año en curso. De estos, se tomó un promedio mensual de cada referencia de productos que presentaban daños. Con esta cantidad se calculó el porcentaje por daños de cada referencia respecto a la cantidad promedio mensual de inventario de cada referencia.

$$\% \text{costo por daños} = \frac{\text{cantidad mensual de productos con daños}}{\text{cantidad promedio mensual de inventario}}$$

- Costo por seguros: Son aquellas pólizas que ayudan a enfrentar eventualidades de las cuales no se está exento como lo son eventos de la naturaleza, incendios, hurto y demás. La tarifa estimada es del 0,15% mensual sobre el costo de la mercancía.<sup>25</sup>
- Tasa de transferencia: Es la suma de los porcentajes de costo de almacenamiento, costo de oportunidad, costo por obsolescencia y costo por asegurar la mercancía.

$$\text{Tasa de transf} = \% \text{cto alm} + \% \text{cto oport} + \% \text{cto obsolesc} + \% \text{cto seguros}$$

Por lo tanto, el costo de mantener para cada referencia, se calcula multiplicando la tasa de transferencia de cada referencia por el costo unitario de cada una de estas.

$$\text{Costo de mantener} = (\text{tasa de transferencia}) * (\text{costo unitario de la referencia})$$

Cada uno de estos valores se encuentra calculado en el ANEXO H.

---

<sup>25</sup> FINANZAS PERSONALES. “Cuánto cuesta asegurar su inmueble contra todo daño”. [En línea]. <<http://www.finanzaspersonales.com.co/hogar-y-familia/articulo/como-asegurar-casa/55550>> [Tomado enero 3 de 2017].

8.1.2 **Costo de ordenar una producción:** Son referidos a todos los costos administrativos y de oficina para preparar la orden de producción donde se tienen en cuenta servicios públicos y gestión, el conteo físico de inventarios tanto de producto terminado como materias primas. Además de estos, se presentan costos de configuración de línea en los cuales se incluyen los alistamientos de cada línea que comprende la obtención del material necesario, alistamiento y ajustes del equipo necesario para la fabricación del producto.<sup>26</sup>

**Tabla 15. Costos del servicio eléctrico**

SERVICIO DE LUZ					
Elemento	Cantidad	Potencia	Costo Kw/hr	Tiempo de Trabajo(hr)	TOTAL
Equipo Computacional	2	0,2	447,66	1	\$ 179
Bombillas Fluorescentes	4	0,032	447,66	1	\$ 57
				<b>Subtotal</b>	\$ 236

Dado que al elaborar una orden de producción se hace para las 7 líneas de producción a la vez, los costos en cuanto a gestión y servicios públicos se distribuyen en igual proporción a las 7 líneas de la siguiente manera:

**Tabla 16. Costos por servicios públicos y papelería**

ELEMENTO	COSTO
Papelería	\$ 2.400
Internet	\$ 89.157
Luz	\$ 236
<b>TOTAL</b>	\$ 91.793
<b>Número de Líneas Activas</b>	7
<b>COSTO DE SERVICIOS POR LÍNEA</b>	\$ 13.113

- Costo por gestión de producción: Dicho costo se calculó conociendo el número de trabajadores involucrados al momento de lanzar una orden de producción, junto con el tiempo que emplean en ésta.

<sup>26</sup> CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009. 549 p.

**Tabla 17. Costo por gestión de producción**

<b>Gestión</b>	<b>Salario Quincenal</b>	<b>Salario por Hora</b>	<b>Tiempo Empleado (hr)</b>	<b>TOTAL</b>
Jefe de Facturación	\$ 1.643.000	\$ 13.692	1	\$ 13.692
Auxiliar de Facturación	\$ 437.133	\$ 3.643	1	\$ 3.643
Gerente General	\$ 5.406.000	\$ 30.033	0,5	\$ 15.017
Programador de la Producción	\$ 1.217.500	\$ 6.764	1	\$ 6.764
Bodeguero de Lámina	\$ 344.728	\$ 1.915	1,75	\$ 3.352
Bodeguero de Producto Terminado	\$ 344.728	\$ 1.915	2	\$ 3.830
<b>TOTAL</b>				\$ 46.297
<b>Número de líneas Activas</b>				7
<b>COSTO DE GESTIÓN POR LÍNEA</b>				\$ 6.614

- Costo por alistamiento de la línea: Referido al costo que acarrea cada línea de producción debido a su preparación o configuración para la fabricación de una referencia en particular y que depende del número de operarios presentes en cada línea así como supervisores y jefes de línea, junto con el tiempo que emplean en alistar cada una de éstas. Su valor se determina así:

$$Cto\ por\ alistam. = \#operarios * salario\ por\ hora * tiempo\ de\ alistam.$$

Los datos consolidados se encuentran en el ANEXO H

- Costo de Oportunidad: Es aquel costo que asume la línea de producción por productos que deja de fabricar, en el tiempo que tarda para su alistamiento. Para el cálculo de éste se tuvieron en cuenta datos históricos del último año referentes a: Utilidad por referencia, unidades totales fabricadas por referencia, porcentaje de utilización de la línea para la fabricación de cada referencia seleccionada, tiempos de alistamiento de cada línea. Además de esto, se calculó con la herramienta diseñada en el ANEXO K la tasa de producción (Kg/min), tasa de

empaque (un/min), tiempo de producción (min), costo de línea por referencia. A continuación, se explican cada uno de estos y su forma de cálculo para llegar al valor del costo de oportunidad:

- Utilidad por referencia: Acorde al Pareto del ANEXO G, muestra un precio de venta promedio de las referencias en el año 2015, junto con su costo. Teniendo estos datos, se obtiene la utilidad promedio unitaria por cada referencia restando el costo promedio del precio de venta promedio para cada referencia.

$$\text{Utilidad Promedio} = \text{Precio de venta promedio} - \text{Cto promedio}$$

- Unidades totales fabricadas por referencia: Son el total de unidades se empacaron en la empresa en el año 2016. El registro histórico de dicha información se encuentra en el ANEXO M.
- Porcentaje de utilización de cada línea para cada referencia: Es un valor de utilización da cada línea con base a las referencias seleccionadas para el estudio. Para ello se tomó un histórico del número de unidades totales empacadas en el año 2016 mostrado en el ANEXO M. A continuación, estos datos fueron ingresados a la herramienta diseñada en el presente proyecto (ANEXO K), para calcular el tiempo de producción de éstas. Dado que en una misma línea de producción se fabrican diferentes referencias, se calculó el porcentaje de ocupación de las referencias seleccionadas en cada línea de producción. Con ello se obtuvo una ponderación de cada referencia en su respectiva línea de producción.
- Tiempos de alistamiento de cada línea: Son tiempos de configuración en los cuales la línea se configura a punto, para que inicie la producción de la referencia del producto deseado. Por lo tanto, estos son tiempos en que la línea se

encuentra inactiva. Dichos tiempos se estimaron mediante observación directa con ayuda de un cronómetro y posteriormente validados con cada uno de los jefes de línea involucrados en el proceso productivo.

- Tasa de producción: Se define como los kilogramos de producto a granel que se producen por minuto en cada línea de producción. Para cada referencia se tomó este valor mediante observación directa con la ayuda de un cronómetro y una báscula. Dichos valores se encuentran en el ANEXO K.
- Velocidad de la máquina empacadora: Definida como las unidades de producto terminado o paquetes de producto, que se empacan por minuto [bpm]. Para el cálculo de este valor, se tomó un registro histórico del año 2016, en el cual se registra este dato diariamente. Dado que para cada referencia este valor cambia según la destreza y habilidad de la operaria. Se procedió a seleccionar el valor más representativo para el empaque de cada referencia aplicando la medida de tendencia central *moda* la cual permite determinar el valor de mayor frecuencia mostrado en el ANEXO M.
- Tiempo de producción: Es el tiempo que demora la línea de producción en fabricar un determinado número de unidades de cierta referencia. Para su estimación se utiliza la herramienta del ANEXO K.
- Costo de línea por referencia: Se define como la utilidad que se deja de recibir durante el alistamiento en cada línea con cada referencia. Para cada referencia se calculó dicho valor, el cual se encuentra en el ANEXO H.

*Cto. línea por ref. = t de alist \* tasa de produc.\* tasa de empaq.\* utilidad por ref.*

- Cálculo del costo de oportunidad para cada línea: Definida como aquella utilidad que se deja de recibir por alistamiento de la línea de producción. Dado que en una misma línea se producen varias referencias. Éste costo se pondera teniendo en cuenta el costo de línea por referencia; así como el porcentaje de utilización de la línea con cada una de las referencias que allí se fabrican de la siguiente forma:

$$Cto\ de\ Oportunidad\ por\ línea = \sum_{i=1}^n (Cto\ de\ línea\ por\ ref) * (\% \text{ utilización línea})$$

Siendo  $i$  cada referencia producida en la línea y  $n$  el número de referencias seleccionadas que se producen en esa línea.

Dichos cálculos se pueden encontrar en el ANEXO H.

Finalmente, el costo de ordenar se determina sumando todos los costos mencionados anteriormente los cuales son: costo por servicios públicos, costo por gestión de producción, costo por alistamiento y costo de oportunidad, los cuales están calculados en el ANEXO H.

$$Cto\ de\ ordenar = cto.\ serv.\ publ. + cto.\ gestion + cto.\ alistam. + cto.\ oport.$$

A continuación, se muestra el consolidado del costo de ordenar para cada línea:

**Tabla 18. Consolidado costo de ordenar**

	Cargo	Salario Quincena	Salario por Ho	Cantidad	Tiempo Empleado (hr)	TOTAL	
LÍNEA PELLETS	Jefe de Línea	\$ 1.590.000	\$ 8.833	1	0,75	\$ 6.625	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	2	0,75	\$ 2.873	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 9.498
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 1.597.843
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 1.627.068	
LÍNEA PAPA	Jefe de Línea	\$ 1.590.000	\$ 8.833	1	0,42	\$ 3.710	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	5	0,42	\$ 4.022	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 7.732
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 1.077.353
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 1.104.812	
LÍNEA EXTRUID O DULCE	Jefe de Línea	\$ 447.500	\$ 2.486	1	0,67	\$ 1.666	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	3	0,67	\$ 3.849	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 5.515
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 174.566
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 199.808	
LÍNEA EXTRUID O SAL	Jefe de Línea	\$ 447.500	\$ 2.486	1	0,67	\$ 1.666	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	3	0,67	\$ 3.849	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 5.515
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 160.579
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 185.821	
LÍNEA EXTRUID O QUESOS	Jefe de Línea	\$ 447.500	\$ 2.486	1	0,67	\$ 1.666	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	3	0,67	\$ 3.849	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 5.515
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 295.049
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 320.291	
LÍNEA TROCILLO	Jefe de Línea	\$ 2.120.000	\$ 11.778	1	0,5	\$ 5.889	
	Supervisor de Línea	\$ 888.767	\$ 4.938	1	0,5	\$ 2.469	
	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	5	0,5	\$ 4.788	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 13.146
					<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 228.793	
					<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 261.666	
LÍNEA MIXTOS	Operarios	\$ 344.728	\$ 1.915	3	0,17	\$ 977	
						<b>SUBTOTAL ALISTAMIENTO</b>	\$ 977
						<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	\$ 212.578
						<b>COSTO TOTAL DE ORDENAR</b>	\$ 233.282

## 8.2 PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

Para la realización del pronóstico de la demanda se tuvo en cuenta los datos históricos de ventas mensuales de los años 2013, 2014, 2015 y primer semestre del año 2016 obtenido del sistema de información SIIGO.

Teniendo en cuenta dichos datos históricos, se procedió a analizar el comportamiento de las 42 referencias seleccionadas; y con ello seleccionar el método de pronóstico que mejor se ajustaba.

Para comenzar, es importante mencionar que no se tendrá en cuenta los picos de demanda bajos ya que a juicio de los jefes tanto de logística como producción, estos fueron ocasionados por desabastecimientos de materias primas. Así mismo, es importante resaltar que se realiza la evaluación de los métodos de pronóstico para cada una de las referencias seleccionadas, ya que tienen comportamientos diferentes.

Se efectúa para las referencias un análisis de los modelos de pronósticos y se determina que los que mejor se ajustan al comportamiento de la demanda son los métodos de: promedio móvil simple, índice estacional multiplicativo y tendencia exponencial.

El pronóstico de la demanda se evalúa por medio del error porcentual medio absoluto (MAPE) y error pronóstico promedio ( $\bar{E}$ ), comparando los pronósticos de los seis primeros meses del año 2016 con la demanda real.

**8.2.1 Promedio móvil simple:** En la realización de los pronósticos de la demanda, se tiene en cuenta de 2 a 5 periodos ( $n$ ) para promediar y establecer el modelo que mejor se ajuste. Las  $n$  utilizadas son las siguientes:  $n=2$ ,  $n=3$ ,  $n=4$  y  $n=5$ , luego se determina para cada una de las referencias el MAD (Desviación media absoluta) y MAPE (Error porcentual absoluto medio) para realizar las comparaciones y seleccionar el mejor método de pronóstico<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 87-94.

Este método es utilizado para realizar el pronóstico de la demanda del 84% de las referencias, debido a que este es el que mejor se ajustó a su comportamiento; así mismo se observa que 81% de esta presenta un error porcentual medio absoluto (MAPE) menor al 20% y el 19% restante un MAPE entre el 21% y 46%.

Se presenta como ejemplo el Carnudo Express 48 gr el cual tiene un MAPE igual 6,8%, un MAD 266 y un error promedio (216), con lo cual se concluye que:

- El error promedio absoluto de pronóstico es de 7 % de la demanda real.
- El error promedio absoluto en unidades es de 266.

**8.2.2 Método estacional multiplicativo:** Mediante este método también denominado de Holt y Winters, los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio y así se obtiene un pronóstico estacional<sup>28</sup>. Este método se emplea en la elaboración de los pronósticos de demanda de 5 referencias las cuales representa el 11%; ya que presenta estacionalidades durante el año, siendo este el que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda. Es importante mencionar que 4 de estas referencias presentan error porcentual medio absoluto (MAPE) por debajo del 15% y la referencia restante un MAPE del 24%.

---

<sup>28</sup> VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010. p. 123-127.

**8.2.3 Líneas de tendencia exponencial:** Una línea de tendencia exponencial es una línea curva que se utiliza cuando los valores de datos suben o bajan según tasas en aumento constante. No se puede crear una línea de tendencia exponencial si los datos contienen valores negativos o si no contienen valores.<sup>29</sup> Excel calcula la línea de tendencia por el método de mínimos cuadrados, además muestra la ecuación de la función y el valor de correlación. Este método es usado para pronosticar la demanda de dos referencias de productos que representan el 5%, siendo este el que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda. En el caso del Chicharrón Carnudo familiar 110 g tuvo un MAPE igual 8,8%, un MAD 2763 unidades y un error promedio 86 unidades, con lo cual se concluye que:

- El error de pronóstico es de más o menos 8,8 % de la demanda real.
- Los pronósticos de los seis primeros meses del año 2016 en promedio están por debajo 86 unidades de la demanda real.

Mientras que el pronóstico de Mixto Kythos presenta un error promedio absoluto de 27% de la demanda real y estuvo por encima 174 unidades en promedio de la demanda real.<sup>30</sup>

**Nota:** El análisis de los métodos de pronóstico de demanda que mejor se ajustaban a la empresa, fueron tomados del proyecto de logística “*Mejoramiento de los procesos logísticos en la gestión de los inventarios de la empresa Productos Vicky S.A.S.*” que fue realizado en simultáneo con el presente proyecto.

En el ANEXO N están los cálculos de pronóstico para cada una de las referencias seleccionadas.

---

<sup>29</sup> BALLAU, Ronald. Logística: Administración de la Cadena de Suministro. 5 ed. México D.F.: Pearson Education, 2004. 309 p.

<sup>30</sup> GONZÁLEZ CAMARGO, Jennifer. Mejoramiento de los procesos logísticos en la gestión de inventarios de la empresa productos Vicky S.A.S. Bucaramanga, 2017.

**Tabla 19. Tabla resumen del error porcentual medio absoluto (MAPE)**

MÉTODO DE PRONÓSTICO	PRONÓSTICO CON MAPE MENOR A 20%		PRONÓSTICO CON MAPE MAYOR A 20%		TOTAL PRONÓSTICOS	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE	30	68%	7	16%	37	84%
INDICE ESTACIONAL MULTIPLICATIVO	4	9%	1	2%	5	11%
TENDENCIA EXPONENCIAL	1	2%	1	2%	2	5%
TOTAL	35	80%	9	20%	44	100%

**Tabla 20. Método de pronóstico aplicado por referencia**

LINEA	REFERENCIA	PESO NETO(g)	MÉTODO DE PRONÓSTICO
Dulces	Extrucito Caramelo	11	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Dulces	Extrucito Familiar Caramelo	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Dulces	Popmitas Caramelo	25	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Mixto	Mixto Corriente	25	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Mixto	Mixto Familiar	100	INDICES ESTACIONALES
Mixto	Mixto Gigante	420	INDICES ESTACIONALES
Mixto	Mixto Kythos	160	TENDENCIA EXPONENCIAL
Mixto	Mixto Mega Familiar	350	INDICES ESTACIONALES
Mixto	Mixto Super Familiar	240	INDICES ESTACIONALES
Mixto	Mixtón BBQ	40	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Mixto	Mixtón Natural	40	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papa Oreada Limón	40	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papa Oreada Mayonesa	40	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papa Oreada Pollo	40	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papa Salsa Natural	30,5	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papa Salsa Pollo	30,5	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Papa	Papalló Pollo	32	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Cebollita Familiar	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Carnudo Express	48	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Carnudo Familiar	110	TENDENCIA EXPONENCIAL
Pellet's	Chicharrón Carnudo Natural	26	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Carnudo Picante	26	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Express Natural	23	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Express Picante	23	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Chicharrón Super Familiar	100	INDICES ESTACIONALES
Pellet's	Tocineta Familiar BBQ	22	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Tocineta Familiar Limón	22	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Pellet's	Tocineta Mini Limón	4	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Quesos	Besiqueso	10	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Quesos	Extrucito Familiar Pizza	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Quesos	Extrucito Familiar Queso	32	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Quesos	Extrucito Pizza	7	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Quesos	Extrucito Queso	7	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Deditos Surtimax	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Familiar Limón	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Familiar Natural	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Familiar Picante	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Familiar Pollo	35	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Natural	7	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Salados	Extrucito Pollo	7	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Trocillo	Trocipollo	25	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE
Trocillo	Trocipollo Popular	15	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLE

Dado que la propuesta de programación es semanal, se descargaron del sistema de información datos de ventas totales semanales, durante un periodo de cuatro meses. De esta información se totalizaron las ventas de cada referencia en cada semana. Luego para cada semana se obtuvo un porcentaje respecto al total de ventas mensuales de cada referencia. Esto se realizó para cada uno de los meses en estudio. A continuación, se obtuvo un promedio de estos porcentajes con el fin de determinar cuál es el porcentaje de ventas promedio de cada referencia en la primera, segunda, tercera y cuarta semana del mes. Dicha información está consolidada en el ANEXO O.

### **8.3 PROGRAMACIÓN DE LAS PROYECCIONES DE LA DEMANDA**

Esta herramienta elaborada en Excel, le permite a la empresa estimar lotes de producción económicos para un trimestre, comenzando con los meses de Enero, Febrero y Marzo del año 2017 el cual deberá ser actualizado, en la cual la demanda deberá ser actualizada para el próximo trimestre y así sucesivamente para dar continuidad al uso de la herramienta. Cabe aclarar que esta herramienta proporcionada a la empresa solo debe usarse como un referente para dimensionar la demanda que puede esperarse para tales meses donde el programador de la producción acorde a su experticia juzgará conveniente el producir los lotes sugeridos por el programa para cada una de las referencias listadas ya sea de manera estricta o no.

La construcción de la herramienta se basa en la siguiente estructura:

- **ESPECIFICACIONES:** Aquí se consolida toda la información pertinente a los costos unitarios de mantener y ordenar, así como el inventario promedio para la restricción del espacio ocupado por cada referencia listada en este trabajo. Sus ítems son los siguientes:

- Línea: Se refiere a la línea productiva a la que pertenece la referencia en cuestión.
- Referencia: Se refiere a la presentación y características particulares de un determinado producto (sabor, peso neto, etc.).
- Peso Neto: Se refiere al contenido en gramos (g) especificado en el empaque del producto.
- Inventario Promedio [ $I_{prom}$ ] : Se refiere al número de unidades en promedio de una determinada referencia almacenada en bodega.
- Costo de Ordenar [ $C_O$ ] : Se refiere al costo incurrido para la programación y alistamiento de cada línea productiva para una producción específica.
- Costo de Mantener [ $C_M$ ] : Se refiere al costo incurrido para conservar una determinada referencia en bodega. Su cálculo surge de estimar un porcentaje de costos asociados a su manutención sobre el costo de producción de una referencia en específico.
- Tasa de Producción [ $Tasa_{prod}$ ]: Especifica la cantidad de kilos de producto a granel producidos por minuto de cada referencia. Esta información se obtuvo de las pruebas de línea realizadas.
- Tasa de Empaque [ $Tasa_{empa}$ ]: Registra la cantidad de unidades que se obtienen por cada kilo de producto a granel para cada una de las referencias. Estas tasas se obtuvieron de las pruebas de empaque realizadas.
- Tiempo de Alistamiento de la Línea [ $t_{alistamiento}$ ]: Especifica el tiempo (min) que se lleva a cabo para preparar toda la línea previa a una corrida de producción.
- Capacidad Semanal de Producción [ $C_p$ ]: Corresponde a la cantidad límite de unidades producidas de una referencia que podría entregar la línea cada semana. Se calcula según la expresión:

$$C_p = 6 * [Tasa_{prod} * Tasa_{empa} * (720 - 90 - t_{alistamiento})]$$

En la expresión intervienen unos valores constantes independientes de las líneas y referencias a trabajar, el valor (6) que multiplica a toda la ecuación se refiere al número de días laborados en planta a la semana, el valor (720) corresponde al tiempo (min) de una jornada de trabajo al día (turno 12 h) y el valor (90) especifica el tiempo (min) de inactividad del área de empaque para los respectivos descansos. De esta manera se obtiene la capacidad a la semana que tiene la planta para producir una determinada cantidad de unidades de cierta referencia teniendo en cuenta tales parámetros.

- PARTICIPACION DE LA DEMANDA: Aquí se consolida la información pertinente a los porcentajes semanales en los que se distribuye la demanda mensual proyectada para cada una de las referencias. Esta participación permanece constante e independiente del mes proyectado. Sus ítems son los siguientes:
  - Línea: Se refiere a la línea productiva a la que pertenece la referencia en cuestión.
  - Referencia: Se refiere a la presentación y características particulares de un determinado producto (sabor, peso neto, etc.).
  - Peso Neto: Se refiere al contenido en gramos (g) especificado en el empaque del producto.
  - Porcentajes Semanales [%<sub>sem</sub>] : Es el porcentaje de la demanda proyectada mensual correspondiente a cada semana del mes respectivo. Estos porcentajes se mantienen constantes para cada referencia en las cuatro semanas de cualquier mes.
  
- PROGRAMACION DEL TRIMESTRE: Aquí se especifica el lote económico de producción semanal a partir de los porcentajes por semana de las demandas proyectadas para los meses Enero, Febrero y Marzo del año 2017 en cada una de las referencias. Sus ítems son los siguientes:
  - Línea: Se refiere a la línea productiva a la que pertenece la referencia en cuestión.

- Referencia: Se refiere a la presentación y características particulares de un determinado producto (sabor, peso neto, etc.).
- Peso Neto: Se refiere al contenido en gramos (g) especificado en el empaque del producto.
- Demanda Mensual [ $D_{MES}$ ]: Se refiere a la demanda proyectada para cada uno de los meses Enero, Febrero y Marzo de una referencia específica para el año 2017.
- Demanda Semanal [ $D_{SEM}$ ]: Se refiere al valor del porcentaje de la demanda mensual en su semana correspondiente para cada referencia. Se calcula como:

$$D_{SEM} = D_{MES} * \%_{Sem}$$

- Inventario Inicial [ $I_i$ ]: Se refiere a la cantidad semanal de existencias dispuestas en bodega de una determinada referencia tenidas en cuenta para programar un lote económico de producción. Su cálculo es el valor que se haya registrado la semana anterior al que se quiere producir para cualquier referencia.
- Lote Económico a Producir [ $Q$ ]: Se refiere a la cantidad económica a producir de una referencia específica acorde a su demanda semanal y el inventario inicial. Se calcula como:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * (D_{SEM} - I_i) * C_o}{C_M [1 - (D_{SEM} - I_i) / C_p]}}$$

- Restricción de Producción: Es la cantidad límite de un lote económico de producción igual al doble del número de unidades promedio de existencias para cada una de las referencias.
- Lote de Producción [ $Q'$ ]: Expresa las unidades del lote de producción a programar para una semana específica, según la cantidad límite

establecida en la restricción de producción para cada referencia. En otras palabras, es un “Q” ajustado conforme a la restricción anteriormente explicada.

- N° Producciones [ $N$ ] : Es el número de veces durante la semana a producir en que debe programarse el lote de producción ajustado para una referencia en específico. Se calcula como:

$$N = \frac{D_{SEM} - I_i}{Q}$$

Cabe aclarar que para efectos del trabajo de acuerdo a las proyecciones de la demanda y su aplicabilidad en la empresa la magnitud de N depende de la parte fraccionaria de su valor. En la herramienta de Excel, el cálculo de N está configurado de tal manera que la parte fraccionaria siempre se aproxima al entero superior más próximo. Bajo este criterio se busca evitar unidades faltantes, dejando así las unidades que se ordenan de más como inventario inicial de la siguiente orden de producción.

- Total Producción [ $T_{prod}$ ]: Se refiere a las unidades producidas durante la semana en cuestión. Se calcula como:

$$T_{prod} = Q * N$$

- Inventario Final [ $I_f$ ]: Especifica las unidades restantes en bodega para una referencia en particular, habiendo descontado las unidades requeridas para cubrir la demanda de la semana. Se calcula como:

$$I_f = T_{prod} + I_i - D_{SEM}$$

Bajo esta estructura se configuró cada una de las cuatro (4) semanas para el trimestre en una hoja de Excel respectivamente. Esta herramienta le permite al programador de la producción dimensionar la demanda para los tres (3) meses mencionados y tomar decisiones sobre cuantos lotes producir y en qué cantidades de manera económica conforme le indica la herramienta y basado en su experticia misma, para conocer con antelación la provisión de los requerimientos.

Para la restricción de espacio se tuvo en cuenta que la empresa Productos Vicky S.A.S actualmente posee una bodega con capacidad de 1640,63  $m^3$  de espacio destinado a almacenar las 104 referencias de 134 en total. Esta medida del espacio disponible se obtuvo efectuando las medidas de las dimensiones de los racks dispuestos en bodegas respetando los pasillos.

Durante el almacenaje los productos terminados están configurados en displays o por unidades y son almacenados en cajas o bultos, así, establecer la cantidad promedio del inventario para las 42 referencias listadas en este trabajo es primordial para conocer el espacio ocupado respecto al disponible. Con la ayuda del departamento de logística se recopiló información sobre los inventarios mensuales de producto terminado del año en curso y su embalaje en las cantidades específicas.

El inventario promedio de cada referencia basado en los registros aportados por el departamento de logística se puede ver en el ANEXO T, en la siguiente tabla puede observarse las cantidades correspondientes a cada referencia:

**Tabla 21. Inventario promedio de producto terminado**

Línea	Referencia	Peso Neto(g)	INVENTARIO PROMEDIO DE PT
Pellets	Tocineta Mini Limón	4	67113
Dulces	Extrucito Caramelo	7	17542
Quesos	Extrucito Pizza	7	22189
Quesos	Extrucito Queso	7	44902
Salados	Extrucito Pollo	7	12567
Salados	Extrucito Natural	7	19087
Quesos	Besiqueso	10	31615
Trocillo	Trocipollo Popular	15	62553
Pellets	Tocineta Familiar BBQ	22	10473
Pellets	Tocineta Familiar Limón	22	10054
Pellets	Chicharrón Express Natural	23	17956
Pellets	Chicharrón Express Picante	23	19127
Dulces	Popmitas Caramelo	25	7776
Mixto	Mixto Corriente	25	10165
Trocillo	Trocipollo	25	12895
Pellets	Chicharrón Carnudo Natural	26	3358
Pellets	Chicharrón Carnudo Picante	26	3315
Papa	Papa Salsa Natural	30,5	8116
Papa	Papa Salsa Pollo	30,5	8891
Papa	Papalló Pollo	32	17345
Quesos	Extrucito Familiar Queso	32	12050
Dulces	Extrucito Familiar Caramelo	35	5164
Pellets	Cebollita Familiar	35	4305
Quesos	Extrucito Familiar Pizza	35	9782
Salados	Extrucito Familiar Pollo	35	5564
Salados	Extrucito Familiar Limón	35	5861
Salados	Extrucito Familiar Natural	35	8332
Salados	Extrucito Familiar Picante	35	5400
Salados	Deditos Surtimax	35	3690
Mixto	Mixtón BBQ	40	19257
Mixto	Mixtón Natural	40	19139
Papa	Papa Oreada Mayonesa	40	9399
Papa	Papa Oreada Pollo	40	11824
Papa	Papa Oreada Limón	40	7462
Pellets	Chicharrón Carnudo Express	48	2090
Mixto	Mixto Familiar	100	6585
Pellets	Chicharrón Super Familiar	100	1611
Pellets	Chicharrón Carnudo Familiar	110	7805
Mixto	Mixto Kythos	160	5637
Mixto	Mixto Super Familiar	240	7782
Mixto	Mixto Mega Familiar	350	3536
Mixto	Mixto Gigante	420	3135

Una vez obtenido estos datos se procede a conocer el espacio ocupado ( $m^3$ ) en relación al espacio disponible en bodega, para establecer la política de almacenamiento sobre la cual se fundamentará la restricción de producción. El espacio ocupado está determinado por la cantidad de cajas o bultos en bodega, por ello y basado en la información de embalaje que detalla en últimas la cantidad de unidades que se almacenan por tipo de embalaje y habiendo previamente tomado sus dimensiones se calcula *el espacio ocupado por tipo de embalaje*, que corresponde a multiplicar las dimensiones de la caja o bulto según la referencia a almacenar. Una vez hecho esto y conociendo *el número de unidades por tipo de embalaje* ya detalladas en los archivos del departamento de logística, es posible calcular *el espacio ocupado por el inventario promedio de cada referencia* por medio de la siguiente fórmula:

$$Vol_{invent\ prom} = \frac{Inventario\ Prom * \left( \frac{\frac{Volumen}{Tipo\ de\ embalaje}}{Unidades} \right)}{1000000} ; [m^3]$$

De lo anterior se estima que el acumulado de espacio ocupado por las referencias equivale a 379,305 [ $m^3$ ]. Este valor en relación al espacio total disponible de bodega corresponde al 23,12% y es de hacer notar que este espacio es el ocupado por las referencias listadas como las de mayor utilidad para la empresa de acuerdo al Pareto realizado, que en coherencia con el mismo se decide reajustar el espacio, asignando el 80% de su capacidad a éstos productos (el 20% de las referencias) lo cual equivale a 1312,508 [ $m^3$ ].

Del acumulado de espacio ocupado por las referencias y el 80% de espacio disponible se obtiene una proporción de ajuste que corresponde al porcentaje de incremento del inventario promedio para cada referencia. Tal proporción se obtiene de la siguiente manera:

$$\% \text{ ajuste} = \frac{379,305}{1312,508} * 100 = 28,89\%$$

Con esta proporción se obtiene el espacio ajustado para cada referencia de manera que el espacio total ocupado corresponda al 80% de la capacidad disponible de la bodega. Esto se hace dividiendo el volumen del inventario promedio entre dicha proporción para cada una de las referencias listadas:

$$Vol_{ajustado} = \frac{Vol_{invent\ prom}}{\% \text{ ajuste}}$$

Una vez determinado el ajuste de espacio para cada referencia se calcula el inventario requerido para ocuparlo, de la siguiente manera:

$$Inventario_{ajustado} = Vol_{ajustado} * \left( \frac{Inventario_{prom}}{Vol_{invent\ prom}} \right)$$

De esto se obtiene finalmente la siguiente tabla resumen de inventario ajustado al 80% de la capacidad de bodega para cada una de las referencias que generan mayor utilidad para la empresa:

Véase el ANEXO U

**Tabla 22. Inventario ajustado de producto terminado**

Línea	Referencia	Peso Neto(g)	Inventario ajustado
Pellets	Tocineta Mini Limón	4	232230
Dulces	Extrucito Caramelo	7	60700
Quesos	Extrucito Pizza	7	76781
Quesos	Extrucito Queso	7	155374
Salados	Extrucito Pollo	7	43487
Salados	Extrucito Natural	7	66045
Quesos	Besiqueso	10	109396
Trocillo	Trocipollo Popular	15	216451
Pellets	Tocineta Familiar BBQ	22	36239
Pellets	Tocineta Familiar Limón	22	34789
Pellets	Chicharrón Express Natural	23	62134
Pellets	Chicharrón Express Picante	23	66186
Dulces	Popmitas Caramelo	25	26909
Mixto	Mixto Corriente	25	35174
Trocillo	Trocipollo	25	44619
Pellets	Chicharrón Carnudo Natural	26	11619
Pellets	Chicharrón Carnudo Picante	26	11472
Papa	Papa Salsa Natural	30,5	28085
Papa	Papa Salsa Pollo	30,5	30765
Papa	Papalló Pollo	32	60020
Quesos	Extrucito Familiar Queso	32	41697
Dulces	Extrucito Familiar Caramelo	35	17870
Pellets	Cebollita Familiar	35	14898
Quesos	Extrucito Familiar Pizza	35	33849
Salados	Extrucito Familiar Pollo	35	19252
Salados	Extrucito Familiar Limón	35	20282
Salados	Extrucito Familiar Natural	35	28832
Salados	Extrucito Familiar Picante	35	18686
Salados	Deditos Surtimax	35	12769
Mixto	Mixtón BBQ	40	66634
Mixto	Mixtón Natural	40	66226
Papa	Papa Oreada Mayonesa	40	32524
Papa	Papa Oreada Pollo	40	40916
Papa	Papa Oreada Limón	40	25820
Pellets	Chicharrón Carnudo Express	48	7233
Mixto	Mixto Familiar	100	22788
Pellets	Chicharrón Super Familiar	100	5574
Pellets	Chicharrón Carnudo Familiar	110	27009
Mixto	Mixto Kythos	160	19507
Mixto	Mixto Super Familiar	240	26929
Mixto	Mixto Mega Familiar	350	12237
Mixto	Mixto Gigante	420	10849

Una vez se tiene el inventario ajustado para cada referencia solo resta establecer la política de almacenamiento acorde al sistema de almacenamiento aleatorio, utilizado en la empresa Productos Vicky S.A.S.

Por lo tanto la política de restricción de la producción será no producir lotes mayores al doble del inventario promedio en cada una de las referencias. De esta manera y bajo el sistema de almacenamiento aleatorio durante cada semana se contara con el espacio suficiente para almacenar más de un lote según se requiera permitiendo mayor flexibilidad en la distribución del espacio vacante.

#### **8.4 HERRAMIENTA OFIMÁTICA PARA LA PROGRAMACIÓN**

A partir de los datos tomados en la realización de las pruebas de línea y el área de empaque se construye la herramienta en Excel en la cual se consolida la información obtenida con el fin de conocer a partir de las unidades programadas para determinada referencia seleccionada los requerimientos en kilos de materia prima principal y sabor, tiempo de producción en minutos, kilos de lámina de empaque, cantidad de máquinas empacadoras a usar, displays obtenidos (si los hay), número de cajas o bultos (dependiendo de la referencia) y tiempo de empaque.

Esta herramienta permitirá a la empresa producir lo necesario reduciendo el despilfarro de los recursos y el impacto que esto implica en los costos a la vez que mejora la metodología de la planificación de la producción. Con esto se espera el primer paso hacia el mejoramiento continuo de la empresa Productos Vicky S.A.S; cabe aclarar que dicha herramienta es la base fundamental para un nuevo proyecto que la empresa se encuentra gestionando actualmente a raíz de los alcances de este trabajo, dicho proyecto consiste en la parametrización de los procesos dentro

de un sistema de información. Siendo coherentes con lo anteriormente mencionado, a continuación, se expone la estructura de diseño que presenta la herramienta:

- **RELACIONES DE PRODUCCION:** Esta hoja de Excel perteneciente a la herramienta contiene la información de apoyo para efectuar los cálculos pertinentes asociados a la producción. La información presente se obtuvo de las pruebas efectuadas en las líneas productivas y la documentación facilitada por la empresa relacionada a tales operaciones. La información está discriminada de la siguiente manera:
  - Línea: Hace referencia a la línea de producción a la que pertenece el producto.
  - Referencia: Especifica la presentación y el sabor del producto.
  - Peso Neto: Refiere a los gramos de contenido especificados en el empaque del producto.
  - Rendimiento Producción ( $R_{prod}$ ): Especifica el rendimiento de la materia prima y sabor usados para una producción determinada. Esta información se obtuvo de las pruebas de línea realizadas.
  - %Materia Prima ( $\% MP_i$ ): Es el porcentaje del total de entradas a la línea que corresponde a materia prima. Esta información se obtuvo de las pruebas de línea realizadas.
  - %Sabor ( $\% S_i$ ): Es el porcentaje del total de entradas a la línea que corresponde al sabor o jarabe aplicado. Esta información se obtuvo de las pruebas de línea realizadas.
  - Tasa Producción ( $Tasa_{prod}$ ): especifica la cantidad de kilos de producto a granel producidos por minuto de cada referencia. Esta información se obtuvo de las pruebas de línea realizadas.
  - Tasa De Producción Máxima De La Línea ( $Tasa_{prod\ máx}$ ): Corresponde a la tasa más alta de producción que puede trabajar una línea.

- Tiempos De Alistamiento De La Línea ( $t_{allistamiento}$ ): Especifica el tiempo (min) que se lleva a cabo para preparar toda la línea previa a una corrida de producción.
- Tiempos De Cambios De La Línea ( $t_{cambios}$ ): Especifica el tiempo (min) que se lleva a cabo para ajustar la línea a una nueva referencia a producir.
- **RELACIONES DE EMPAQUE:** Esta hoja de Excel perteneciente a la herramienta contiene la información de apoyo para efectuar los cálculos pertinentes asociados al empaque de los productos. La información presente se obtuvo tanto de las pruebas efectuadas en el área de empaque como en la documentación facilitada por la empresa relacionada a tales operaciones. La información esta discriminada de la siguiente manera:
  - Línea: Hace referencia a la línea de producción a la que pertenece el producto.
  - Referencia: Especifica la presentación y el sabor del producto.
  - Peso Neto: Refiere a los gramos de contenido especificados en el empaque del producto.
  - Tara Empaque (g) Registra cada uno de los pesos (g) de los empaques vacíos para las referencias listadas. Esta información se obtuvo de la lista de taras elaboradas.
  - % Empaque: Registra cada uno de los porcentajes de unidades que se esperan obtener de una referencia específica. Estos porcentajes se obtuvieron de las pruebas de empaque efectuados para tales referencias.
  - Tasa Empaque ( $Tasa_{empaqa}$ ): Registra la cantidad de unidades que se obtienen por cada kilo de producto a granel para cada una de las referencias. Estas tasas se obtuvieron de las pruebas de empaque realizadas.
  - Máquinas Disponibles: Es el número de máquinas que frecuentemente se emplean para empacar una referencia en específico. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de producción.

- Velocidad De La Máquina ( $Vel_{máq}$ ): Registra el número de unidades selladas por minuto para una referencia específica. Esta información se obtuvo de los registros proporcionados por el departamento de producción.
- Unidades/Display: Registra la cantidad de unidades conformadas en displays para las referencias configuradas de esta manera. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de logística.
- Unidades/Caja: Registra la cantidad de unidades sueltas que son empacadas por caja para las referencias configuradas de esta manera. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de logística.
- Unidades/Bulto: Registra la cantidad de unidades sueltas que son empacadas por bulto para las referencias configuradas de esta manera. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de logística.
- Display/Caja: Registra el número de displays que son empacados por caja para las referencias configuradas de esta manera. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de logística.
- Display/Bulto: Registra el número de displays que son empacados por bulto para las referencias configuradas de esta manera. Esta información se obtuvo de los registros facilitados por el departamento de logística.
- Caja: Especifica que referencia se empaca en cajas. Esta información se obtuvo de la información suministrada por el departamento de logística.
- Bulto: Especifica que referencia se empaca en bultos. Esta información se obtuvo de la información suministrada por el departamento de logística.

Una vez realizadas estas hojas donde se encuentra recopilada la información obtenida se procede a efectuar el cuadro de programación ANEXO P donde se relaciona la información para obtener los cálculos deseados.

8.4.1 **Cuadro de la programación de la producción:** En esta hoja principal de la herramienta de Excel se relaciona la información pertinente a la producción y empaque de las referencias que mejor generan utilidad para la empresa. Dicho cuadro se configura de la siguiente manera:

- **ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO:** Bajo este rótulo se encuentra la información básica sobre el producto. A continuación, se define cada ítem:
  - Línea: Hace referencia a la línea de producción a la que pertenece el producto.
  - Referencia: Especifica la presentación y el sabor del producto.
  - Peso Neto: Refiere a los gramos de contenido especificados en el empaque del producto.
  
- **ESPECIFICACIONES DE PRODUCCIÓN:** Aquí se encuentra la información concerniente a las unidades a producir para una referencia en específico y los requerimientos en kilos de materia prima principal y sabor, así como el tiempo de producción en minutos. A continuación, se define cada ítem:
  - Unidades Requeridas [ $U_{req}$ ]: Es la cantidad de unidades de una referencia específica que se desea producir.
  - Unidades Programadas [ $U_p$ ]: Es la cantidad de unidades de una referencia específica por encima del número de sus unidades requeridas. Esto es debido a una merma o reducción en el número de unidades empacadas. Para su cálculo se usa la siguiente expresión:
$$U_p = \frac{U_{req} * 100}{\% \text{ Empaque}}$$
  - Producto A Granel (Kg) [ $Kg_{REQ}$ ]: Son los kilos de producto a granel listos para ser empacados. Su cantidad se programa a partir de las unidades programadas, de esta manera se asegura obtener las unidades requeridas. Su cálculo se basa en la siguiente expresión:

$$Kg_{REQ} = \frac{Up}{R_{empaue}} ; [kg]$$

- Factor De Utilización De La Línea [*F.U*]: Es el porcentaje de uso de la capacidad productiva neta que tiene la línea. Su cálculo está en función del máximo de kilos producidos que podría entregar la línea durante una jornada de trabajo (turno de 12 horas) de los cuales se descuenta los tiempos de cambios y alistamiento de acuerdo al número de referencias programadas en la línea para ser producidas. Este factor de utilización se considera para el 80% de la capacidad productiva neta de la línea debido al Pareto realizado con el fin de asignar éste margen de capacidad productiva a las referencias tipo A (determinadas en el estudio) y el resto (20%) a las referencias tipo B y C según dispongan los jefes de línea.

El objetivo de esto, es poder determinar de manera fiable si la cantidad de unidades programadas para unas referencias a producir en determinada línea, superan o no la capacidad productiva que tiene ésta durante la jornada y tomar a tiempo las medidas pertinentes. Su cálculo se determina por la siguiente expresión:

$$F.U = \frac{\sum_{i=1}^n Kg_{REQ_i}}{0,8 * [720 - t_{alistamiento} - t_{cambio}(n - 1)]} * 100$$

Donde:

i = referencia a producir perteneciente a la línea.

n = número de referencias programadas en la línea.

Cabe aclarar que el valor 720 en la ecuación corresponde al tiempo (min) equivalente a 12 horas (turno de trabajo).

- Mp Principal (Kg) [ $MP$ ] : Es la cantidad de materia prima principal que debe alistarse para asegurar la producción de las unidades requeridas. Para su cálculo se aplica la siguiente expresión:

$$MP = \frac{Kg_{REQ}}{R_{prod}} * \%MP_i ; [kg]$$

- Sabor (Kg) [ $S$ ] : Es la cantidad de sabor o jarabe requerido para la producción especificada. Se calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{Kg_{REQ}}{R_{prod}} * \%S_i ; [kg]$$

- Tiempo De Producción [ $t_{prod}$ ] : Es el tiempo que le toma a toda la producción. Se expresa de la siguiente manera:

$$t_{prod} = \frac{Kg_{REQ}}{Tasa_{prod}} ; [min]$$

- **ESPECIFICACIONES DE EMPAQUE:** Aquí se encuentra la información concerniente al empaque y embalaje del producto. Cada ítem se define de la siguiente manera:

- Consumo De Lámina (Kg) [ $Kg_{lám.}$ ] : La cantidad de lámina de una referencia específica requerida para el empaque de las unidades programadas. Se expresa de la siguiente manera:

$$Kg_{lám} = U_p * Tara_{prod}$$

- Numero De Máquinas Sugeridas [ $Máq_S$ ] : Es el número de máquinas que permiten un flujo de operaciones balanceado entre la línea productiva y

el área de empaque de modo que no se acumule producto en proceso. Se calcula de la siguiente manera:

$$Máq_s = \frac{Tasa_{empaque}}{\frac{Vel_{máq}}{Tasa_{prod}}}$$

Cabe aclarar que el valor calculado en la herramienta se aproxima al entero más próximo como medida para garantizar el número mínimo de máquinas a trabajar durante una producción.

- Numero De Máquinas A Usar [ $Máq_{usar}$ ]: Es el número de máquinas que se usarán para el empaque del producto. Esto se hace bajo el criterio del programador según la disponibilidad que haya de estas.
- N° Displays [ $Displays_{REQ}$ ]: Es la cantidad de paquetes compuestos de un determinado número de unidades empacadas de una referencia específica de acuerdo a las unidades requeridas del producto. Se calcula de la siguiente manera:

$$Displays_{REQ} = \frac{Ureq}{Tabla_{displays}}$$

- N° Cajas [ $Cajas_{REQ}$ ]: Es la cantidad de embalajes requeridos que son almacenados en bodega los productos empacados. Estos embalajes pueden contener tanto displays como unidades sueltas, de lo cual depende su cálculo:

<b>Nº Cajas en función de Unidades</b>	<b>Nº Cajas en función de Displays</b>
$Cajas_{REQ} = \frac{U_{req}}{Unid/caja}$	$Cajas_{REQ} = \frac{Displays_{REQ}}{Displays/caja}$

- N° Bultos [ $Bultos_{REQ}$ ]: Es la cantidad de embalajes requeridos que son almacenados en bodega los productos empacados. Estos embalajes pueden contener tanto displays como unidades sueltas, de lo cual depende su cálculo:

<b>Nº Bultos en función de Unidades</b>	<b>Nº Bultos en función de Displays</b>
$Bultos_{REQ} = \frac{U_{req}}{Unid/bulto}$	$Bultos_{REQ} = \frac{Displays_{REQ}}{Displays/bulto}$

- Tiempo Empacado [ $t_{empaquetado}$ ]: Es el tiempo que tarda en empacar las unidades requeridas. Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$t_{empaquetado} = \frac{U_{req}}{Máq_{usar} * Vel_{máq}} ; [min]$$

Para el caso de los mixtos la estructura anterior cambia ligeramente en cuanto a las especificaciones de producción puesto que estas referencias solo son una mezcla de los productos a granel que lo componen de acuerdo a unos porcentajes establecidos por el departamento de calidad con el aval de la gerencia. Esta ligera modificación consiste en describir los kilos de cada uno de los productos a granel que componen a la referencia de esta manera el programador sabrá cuanta cantidad programar en la línea evitando confusiones que destinen esos kilos para otro producto.

Aquí, la tabla de porcentajes de cada producto a granel para una referencia de Mixto específico de acuerdo a la formulación entregada por el departamento de calidad:

**Tabla 23. Formulación de mixtos**

FORMULACIÓN		Peso Neto(g)	% Papa	%Plátano	%Tocineta	%Trocillo	% Chicharrón
Mixto	Mixto Corriente	25	37%	9%	8%	23%	23%
Mixto	Mixto Familiar	100	45,50%	11,10%	13,10%	20,20%	10,10%
Mixto	Mixto Gigante	420	47,90%	13,80%	16,00%	12,80%	9,60%
Mixto	Mixto Kythos	160	63%	20%	0	0	17%
Mixto	Mixto Mega Familiar	350	47,90%	13,80%	16,00%	12,80%	9,60%
Mixto	Mixto Super Familiar	240	50,50%	13,40%	14,40%	15,50%	6,20%
Mixto	Mixtón BBQ	40	47%	13%	13%	15%	12%
Mixto	Mixtón Natural	40	47%	13%	13%	15%	12%

Con esto se da por terminada la herramienta de Excel cuyo fin como se ha dicho con anterioridad es la de apoyar la gestión de la producción de manera que puedan planificar y proveerse a tiempo de los requerimientos involucrados para evitar interrupciones en las operaciones las cuales impactan en los costos.

VER ANEXO K.

## 9. INDICADORES PARA LA GESTIÓN

Un sistema de indicadores es un medio de evaluación y control de la gestión de unas actividades realizadas contrastando sus resultados con lo que se debería obtener. De esta manera este sistema funciona como un mecanismo de alerta para tomar medidas oportunas ante situaciones que afecten el desempeño de tales actividades.

La empresa productos Vicky S.A.S no cuenta actualmente con un sistema de indicadores de gestión de la producción. El objetivo de éstos es contrastar de manera fiable el desempeño de las actividades realizadas con los resultados que permitirían mayor efectividad en los procesos para obtener una trazabilidad de dichas operaciones, las cuales puedan evaluarse y tomar decisiones para establecer control sobre ellas. Con ello se pretende:

- Relacionar la información entre las distintas áreas involucradas (calidad, logística y producción) para la programación de la producción.
- Proporcionar información fiable para la toma de decisiones en relación a la programación de la producción.
- Dar un mecanismo de aviso que permita tomar medidas correctivas de manera oportuna ante situaciones imprevistas que afecten el desempeño de las actividades.

La planta productiva de Productos Vicky S.A.S como ya se ha mencionado con anterioridad presenta una programación de la producción deficiente, por ello el sistema de indicadores que se implemente debe aportar información del desempeño de toda la planta puesto que es necesario evaluar y controlar cada área dentro de la misma. Con ello se pretende dar a entender que es necesario medir los resultados tanto en las líneas productivas como en el área de empaque.

Las líneas productivas, son aquellas de las cuales se obtiene el producto a granel para una referencia específica, como resultado de procesar unas materias primas previamente dispuestas para ello. Un indicador allí, debería ser capaz de medir tal resultado teniendo en cuenta la unidad que define a dicho resultado; puesto que se obtiene es producto a granel la masa es lo que se puede medir y considerando las cantidades, su unidad de medida es el kilogramo.

Para el área de empaque, donde el producto a granel se transforma en unidades de producto terminado se necesita medir el ritmo de trabajo al que se ejecutan estas operaciones de empaque y cuantas unidades de producto terminado se obtienen de lo esperado. Así mismo sería oportuno considerar medir que tanto es capaz de responder la empresa a la demanda de una referencia específica.



Acorde a lo anterior se propone el siguiente sistema de indicadores para la gestión de la producción:

- Rendimiento de la Producción: Contrasta los kilogramos de producto a granel obtenidos en línea para una referencia específica, con los kilogramos que se requieren de la misma. La utilidad de este indicador permite identificar anomalías en el proceso de la línea que interfieran en los resultados esperados y determinar las medidas pertinentes para contrarrestar tales efectos.
- Tasa de Eficiencia de Empaque: Compara el tiempo que ha tardado el empaque de una referencia específica, con lo que se esperaría que hubiese durado tal proceso. La necesidad de este indicador se basa en identificar la causa de los retrasos en el proceso de empaque y tomar las medidas correctivas para ello.
- Tasa de Productividad: Contrasta las unidades de producto terminado obtenidas de las que se esperaban conforme a los kilogramos de producto a granel producidos. La necesidad de este indicador se basa en identificar anomalías que interfieren en el rendimiento del trabajo en el área de empaque y tomar las medidas correctivas para ello.

- Tasa de Respuesta: Corresponde a la disponibilidad semanal de unidades de producto terminado en inventario para suplir la demanda semanal. Este indicador es útil para medir el nivel de ajuste de las producciones a la demanda y tomar decisiones respecto a ello.

A continuación se presenta la ficha técnica para cada indicador, considerando cual es el objetivo, quienes deben medirlo y la periodicidad.

**Tabla 24. Indicadores: Rendimiento de la producción**

 		<b>SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b>	
<b>RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN</b>			
<b>OBJETIVO</b>	Comprobar el cumplimiento de las cantidades producidas para las cantidades programadas.		
<b>DEFINICIÓN</b>	Razón entre los kilogramos de producto a granel obtenidos con los kilogramos de producto a granel requeridos para una referencia		
<b>IMPACTO</b>	Permite mayor control al cumplimiento de la programación de la producción.		
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{Kilogramos de producto a granel obtenidos}}{\text{Kilogramos de producto a granel requeridos}}$		
<b>META</b>	1		
<b>PERIODO DE RECOPIACIÓN DE DATOS</b>	Cada corrida de producción para la referencia programada.	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. Producción
<b>PERIODO DE MEDICIÓN Y ANALISIS</b>	Diario	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. Producción Dpto. Logística


**Tabla 25 Indicadores: Tasa Respuesta de la demanda.**

 		<b>SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b>	
<b>TASA DE RESPUESTA A LA DEMANDA</b>			
<b>OBJETIVO</b>	Comprobar el cumplimiento de respuesta de la demanda semanal.		
<b>DEFINICIÓN</b>	Razón entre la cantidad semanal de unidades disponibles de producto terminado en inventario y la demanda semanal		
<b>IMPACTO</b>	Evitar unidades faltantes de producto terminado.		
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>  $\frac{\textit{Unid disponibles}_{semanal}}{\textit{Demanda}_{semanal}}$			
<b>META</b>	0%		
<b>PERIODO DE RECOPILOCIÓN DE DATOS</b>	DIARIO	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Logística
<b>PERIODO DE MEDICIÓN Y ANALISIS</b>	SEMANAL	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Logística

**Tabla 26 Indicadores: Tasa de eficiencia de empaque**

 		<b>SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b>	
<b>TASA DE EFICIENCIA DE EMPAQUE</b>			
<b>OBJETIVO</b>	Comprobar el ritmo de trabajo en el área		
<b>DEFINICIÓN</b>	Razón entre el tiempo de empaque real y el tiempo de empaque estimado		
<b>IMPACTO</b>	Evaluar el desempeño de las empacadoras		
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>			
$\frac{\textit{Tiempo empaque}_{real}}{\textit{Tiempo empaque}_{estimado}}$			
<b>META</b>	Menor o igual a 1		
<b>PERIODO DE RECOPIACIÓN DE DATOS</b>	DIARIO	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Producción
<b>PERIODO DE MEDICIÓN Y ANALISIS</b>	SEMANAL	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Producción

**Tabla 27 Indicadores: Tasa de productividad de empaque**

		<b>SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b>	
<b>TASA DE PRODUCTIVIDAD DE EMPAQUE</b>			
<b>OBJETIVO</b>	Comprobar el cumplimiento de la programación		
<b>DEFINICIÓN</b>	Razón entre la cantidad de unidades empaçadas y los kilogramos de producto a granel en relación al rendimiento de empaque.		
<b>IMPACTO</b>	Cumplimiento de la demanda		
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>			
$\frac{\textit{Unid. empaçadas}}{\textit{kg}_{granel} * \textit{Rendimiento}_{empaque}}$			
<b>META</b>	Mayor o igual a 1		
<b>PERIODO DE RECOPIACIÓN DE DATOS</b>	DIARIO	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Producción
<b>PERIODO DE MEDICIÓN Y ANALISIS</b>	SEMANAL	<b>RESPONSABLE</b>	Dpto. de Producción

## CONCLUSIONES

Mediante la ayuda de herramientas para el análisis de procesos como diagramas de flujo del proceso, diagramas de recorrido, lista de chequeo se pudo evidenciar oportunidades de mejora y puntos críticos en el proceso productivo.

Con la ayuda de un diagrama de Pareto se logró determinar cuáles son las referencias más representativas en cuanto utilidad, lo que facilitó la clasificación de las mismas, priorizar referencias a analizar y sacar del mercado productos que no generan suficiente utilidad a la compañía.

Técnicas de estudio de trabajo como el estudio de tiempos permitieron determinar los tiempos de ciclo de las referencias involucradas, contribuyendo a la estimación de capacidades en cada una de las líneas estudiadas junto con la etapa restrictiva del proceso que fue el área de empaque.

La parametrización de los procesos tanto en el área de empaque y de línea permitió definir los indicadores con los cuales establecer la trazabilidad de las operaciones y ejercer control de los factores productivos involucrados

A través del balance de línea con el área de empaque se pudo establecer la asignación del número de máquinas empacadoras con el propósito de evitar acumular inventario de producto en proceso(a granel) y facilitar el flujo de la producción.

La herramienta para la programación de la producción es un esfuerzo por mejorar los procesos de gestión y control. Facilitando información acerca de los requerimientos para una producción específica, con el objeto de proveerse a tiempo de estas. Evitando interrupciones que encarezcan la manufactura de los productos.

La programación de las proyecciones de demanda, es una herramienta de apoyo para la gestión de la programación de la producción cuyo fin es la de sugerir la cantidad y número de lotes a producir para una referencia en específico; de manera que se cumplan con las demandas semanales requeridas.

## RECOMENDACIONES

Implementar la propuesta de mejora para el control de los consumos de lámina de empaque con el objetivo de mejorar el flujo de información entre el departamento de producción y logística para el control y verificación de las unidades producidas.

Programar con la ayuda del jefe de mantenimiento y ambiental un grupo de mecánicos y personal de aseo para encargarse del mantenimiento y aseado de las máquinas en el turno de la noche. Esto con el fin de aprovechar que la mayoría de las máquinas en esta jornada se encuentran inactivas de manera que sería posible realizar dichas tareas. Además el aseo de las máquinas durante la jornada de la noche evita que las operarias al inicio de la siguiente jornada pierdan treinta (30) minutos diarios para este fin.

Este proyecto solo se ocupó del análisis para las cuarenta y dos (42) referencias listadas en el Pareto llevado a cabo, es conveniente que se continúen con estos estudios para mejorar la programación de la producción a todo el portafolio ofrecido por la empresa.

Los parámetros de la herramienta para la programación de la producción deben ser actualizados siempre y cuando la empresa adquiera maquinarias o equipos con mayores capacidades o rediseñe la planta de manera que los tiempos de operación cambien significativamente respecto a los actuales normalizados.

El departamento de calidad debe actualizar de manera oportuna los pesos de las taras de empaque tantas veces como modificaciones se hagan a las dimensiones de dicho empaque, así mismo debe corroborar las especificaciones dadas por las certificaciones del proveedor para evitar datos que generen información errada.

El departamento de ventas debe registrar de manera clara y concisa la demanda semanal para cada referencia, esto con el fin de tener información fiable para las proyecciones de demanda cada tres meses.

Cada vez que se realicen cambios en la formulación para la elaboración de un producto, deberán realizarse tanto las pruebas de línea como de empaque para definir sus parámetros de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2009.

HEIZER, Jay. RENDER, Barry. Operations Management. 10 ed. New Jersey: Pearson Education, 2011.

HERNANDEZ, Juan. VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implantación. Madrid: Fundación EOI, 2013.

MULLER, Max; Traducción Efraín Sánchez. Fundamentos de administración de inventarios. Bogotá D.C.: Grupo Editorial Norma, 2004.

NIEBEL, Benjamin. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño de trabajo. 12 ed. México D.F.: McGraw-Hill ,2009.

ORTIZ, Néstor Raúl. Técnicas Básicas para el Análisis y mejoramiento de la Productividad en Procesos de Manufactura. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 2014.

VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali. Programa Editorial Universidad del Valle, 2010.

VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto. GALINDO COTA, Edber. Manual de Lean Manufacturing: *Guía Básica*. México D.F.: Limusa, 2007.