



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING: VSM, KAIZEN, 9'S, PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
DE BALANCEADOS AVICOPROEC.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

GILSON EMILIO MONSERRATE SOLANO

JENIFER PAULINA LONDO QUISHPI

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING: VSM, KAIZEN, 9'S, PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
DE BALANCEADOS AVICOPROEC.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: GILSON EMILIO MONSERRATE SOLANO

JENIFER PAULINA LONDO QUISHPI

DIRECTOR: Ing. JULIO CÉSAR MOYANO ALULEMA, Mg.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Gilson Emilio Monserrate Solano; & Jenifer Paulina Londo Quishpi

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, GILSON EMILIO MONSERRATE SOLANO Y JENIFER PAULINA LONDO QUISHPI, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de noviembre de 2022.



Gilson Emilio Monserrate Solano

CI: 210064088-3



Jenifer Paulina Londo Quishpi

CI: 060533971-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto Técnico, **“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING: VSM, KAIZEN, 9'S, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DE BALANCEADOS AVICOPROEC.”**, realizado por los señores: **GILSON EMILIO MONSERRATE SOLANO y JENIFER PAULINA LONDO QUISHPI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-11-09
Ing. Julio César Moyano Alulema, Mg. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-11-09
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-11-09

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación, a mis padres Emilio Monserrate y Mercedes Solano quienes, con sus valores, enseñanzas, consejos de vida y apoyo en todo en cuanto a ellos les fue posible me ayudaron a lograr mis objetivos, a mis hermanos quienes con su ejemplo de superación han logrado impulsarme a siempre cumplir mis metas.

Familia, los amo con todo mi corazón.

Gilson

Este trabajo está dedicado a mis Padres Daniel Londo y Paulina Quishpi quienes supieron enseñarme con su ejemplo el valor de la responsabilidad, trabajo y dedicación, a mis queridos hermanos Sócrates y José por ser quienes me han brindado su apoyo y cariño incondicional para alcanzar cada una de mis metas, son ustedes mi inspiración y el motor de mi vida.

Jenny

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ayudarme a sobrellevar aquellos momentos difíciles durante la carrera. Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial, por la excelente instrucción académica durante mis estudios.

Un agradecimiento especial a todos quienes apoyaron con el desarrollo del trabajo de titulación, con sus aportes intelectuales y profesionales.

Director del trabajo de titulación, Ing. Julio César Moyano Alulema. Miembro del trabajo de titulación Ing. Jaime Iván Acosta Velarde.

Finalmente, a mis amigos Jonathan Murgueitio, Karla Torres, Alex Paredes y Jenifer Londo, con momentos de felicidad y aventuras inolvidables, han sido parte fundamental en mi vida universitaria. Gracias por todo.

Gilson

Agradezco principalmente a Dios por ser mi guía y permitirme alcanzar esta meta tan anhelada, a mis Padres y hermanos por su sacrificio, amor y cariño siendo mi principal apoyo a lo largo de mi vida.

Agradezco también al Ing. Julio César Moyano Alulema director del trabajo de titulación y al Ing. Jaime Iván Acosta Velarde miembro del trabajo de titulación por brindarnos su ayuda y orientarnos en la elaboración de este proyecto.

Finalmente a cada uno de mis compañeros y especialmente a mis amigos Alex Paredes y Gilson Monserrate por los momentos compartidos a lo largo de esta etapa universitaria.

Jenny

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Productividad.....	5
2.1.1. <i>Tiempo improductivo</i>	5
2.1.2. <i>Estandarización de procesos</i>	5
2.1.2.1. <i>Tiempo normal</i>	5
2.1.2.2. <i>Tiempo suplementario u holguras</i>	6
2.1.2.3. <i>Cálculo de tiempo estándar</i>	7
2.2. Orígenes del Lean Manufacturing.....	7
2.3. Lean Manufacturing.....	7
2.3.1. <i>Los 8 tipos de desperdicios que se encuentran en las empresas</i>	8
2.3.1.1. <i>Defectos y retrabajos</i>	8
2.3.1.2. <i>Procesamiento incorrecto</i>	9
2.3.1.3. <i>Sobreproducción</i>	9
2.3.1.4. <i>Inventario</i>	9
2.3.1.5. <i>Movimiento</i>	10

2.3.1.6.	<i>Espera</i>	10
2.3.1.7.	<i>Transportación</i>	11
2.3.1.8.	<i>Asignaciones no capacitadas</i>	11
2.3.2.	Herramientas más comunes de Lean Manufacturing	11
2.4.	Value Stream Mapping (VSM)	12
2.4.1.	<i>Pasos para realizar el VSM actual de la empresa</i>	13
2.4.2.	<i>Pasos para realizar el VSM mejorado con los rediseños del sistema productivo</i>	13
2.4.2.1.	<i>Takt Time</i>	14
2.4.2.2.	<i>Lead Time</i>	14
2.4.2.3.	<i>Diagrama de flujo de procesos</i>	14
2.5.	Herramienta Kaizen	15
2.5.1.	<i>Características del Kaizen</i>	16
2.5.2.	<i>Elementos de la herramienta Kaizen</i>	16
2.5.3.	<i>Procedimiento para la implementación de la herramienta Kaizen</i>	17
2.5.4.	<i>Reglas para la implementación de la metodología Kaizen</i>	17
2.6.	Generalidades de la herramienta 9S	18
2.6.1.	<i>Seiri (separar)</i>	18
2.6.2.	<i>Seiton (ordenar)</i>	19
2.6.4.	<i>Seiketsu (control visual)</i>	20
2.6.5.	<i>Shitsuke (disciplina y hábito)</i>	21
2.6.6.	<i>Shikari (constancia)</i>	21
2.6.7.	<i>Shitsukoku (compromiso)</i>	22
2.6.8.	<i>Seishoo (coordinación)</i>	22
2.6.9.	<i>Seido (estandarización)</i>	22
2.7.	Antecedentes	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.2.	Tipo de Estudio	24
3.3.	Tipo de Investigación	25
3.3.1.	<i>Investigación cuantitativa</i>	25
3.3.2.	<i>Investigación Descriptiva</i>	25
3.3.3.	<i>Investigación de Campo</i>	25
3.4.	Metodología	25
3.4.1.	<i>Método deductivo-inductivo</i>	25
3.4.1.1.	<i>Estudio</i>	26

3.4.1.2.	<i>Comprensión</i>	26
3.4.1.3.	<i>Realización</i>	26
3.5.	Técnicas	26
3.5.1.	<i>Observación científica</i>	26
3.5.2.	<i>Cronometraje</i>	27
3.6.	Diagnóstico de situación actual	27
3.6.1.	<i>Mapa de procesos</i>	27
3.6.2.	<i>Descripción de los puestos de trabajo</i>	28
3.6.2.1.	<i>Puesto de recepción de materia prima</i>	28
3.6.2.2.	<i>Puesto de pesaje de micronutrientes</i>	29
3.6.2.3.	<i>Puesto de descarga de macronutrientes</i>	30
3.6.2.4.	<i>Puesto de la mezcladora</i>	30
3.6.2.5.	<i>Puesto de peletizadora</i>	31
3.6.2.6.	<i>Puesto de envasado y etiquetado</i>	32
3.6.3.	<i>Diagrama de flujo</i>	32
3.6.4.	<i>Diagrama de análisis del proceso de los productos de la línea pellet</i>	33
3.7.	Número de Ciclos para cronometraje	35
3.8.	Toma de tiempos en cada área de producción	36
3.9.	Tiempo Productivo	36
3.10.	Análisis estadístico del Tiempo de Producción	37
3.10.1.	<i>Gráfica de Medias (x) - Límites de control</i>	37
3.11.	Cálculo tiempo Takt en la producción de balanceado Pellet	40
3.12.	Análisis de productividad en la línea de balanceado Pellet	42
3.13.	9S inicial	42
3.14.	VSM inicial	43
3.14.1.	<i>Selección del Producto</i>	44
3.14.2.	<i>VSM del proceso de producción</i>	44
3.14.3.	<i>Elaboración del VSM Inicial del proceso de producción</i>	46
3.15.	Diseño Metodológico para mejorar la productividad de balanceado tipo pellet	47

CAPÍTULO IV

4.	INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
4.1.	Implementación de Kaizen	48
4.2.	Planificar: Plan de acción Kaizen	48
4.3.	Hacer: Desarrollo de las Ideas Kaizen	50
4.3.1.	<i>Implementación de las mejoras</i>	51

4.4.	Hacer: Implementación de las 9S	52
4.4.1.	<i>Aplicación Seiri</i>	53
4.4.2.	<i>Aplicación Seiton (Ordenar) y Seiso (Limpiar)</i>	54
4.4.3.	<i>Aplicación Seiketsu (Control Visual) y Shitsuke (Disciplina)</i>	56
4.4.4.	<i>Aplicación Shikari (Constancia) y Shitsokoku (Compromiso)</i>	57
4.4.5.	<i>Aplicación Seishoo (Coordinación)</i>	58
4.4.6.	<i>Aplicación Seido (Estandarización)</i>	58
4.5.	Verificar: Método mejorado	59
4.5.1.	<i>Análisis Final 9S</i>	59
4.5.2.	<i>Tiempo promedio de producción mejorado</i>	61
4.5.3.	<i>Estandarización del Proceso</i>	61
4.5.3.1.	<i>Tiempo normal</i>	62
4.5.3.2.	<i>Tiempo suplementario u holguras</i>	62
4.5.3.3.	<i>Cálculo de tiempo estándar</i>	63
4.5.4.	<i>Gráfica de Medias (x) - Límites de control tiempo mejorado</i>	63
4.5.5.	<i>Comparación Takt Time con tiempo promedio de producción mejorado.</i>	65
4.5.6.	<i>Análisis de productividad de la línea de balanceado Pellet</i>	67
4.5.7.	<i>VSM Mejorado</i>	67
4.6.	Actuar: Mejora Continua	70
4.6.1.	<i>Propuesta del mantenimiento preventivo</i>	71
 CONCLUSIONES		73
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Tabla OIT de valores suplementarios.....	6
Tabla 2-2:	Causas y propuesta de mejora para defectos y retrabajos	8
Tabla 3-2:	Causas y propuesta de mejora para el procesamiento incorrecto	9
Tabla 4-2:	Causas y propuesta de mejora para la sobreproducción.....	9
Tabla 5-2:	Causas y propuesta de mejora para el inventario	10
Tabla 6-2:	Causas y propuesta de mejora del movimiento	10
Tabla 7-2:	Causas y propuesta de mejora para la espera	10
Tabla 8-2:	Causas y propuesta de mejora para transportación.....	11
Tabla 9-2:	Causas y propuesta de mejora para la espera	11
Tabla 10-2:	Hoja de datos de procesos	15
Tabla 11-2:	Resumen del diagrama de procesos.....	15
Tabla 1-3:	Actividades del puesto de pesaje de micronutrientes.	29
Tabla 2-3:	Actividades del puesto de descarga de macronutrientes.	30
Tabla 3-3:	Actividades del puesto de la mezcladora.....	31
Tabla 4-3:	Actividades del puesto de la pelletizadora.	31
Tabla 5-3:	Actividades del puesto de envasado y etiquetado.	32
Tabla 6-3:	Resumen del Diagrama de análisis del proceso.	35
Tabla 7-3:	Número de ciclos – General Electric.....	35
Tabla 8-3:	Tiempos en cada área de producción.....	36
Tabla 9-3:	Tiempos disponibles de las áreas de micronutrientes, paletizado y envasado. .	37
Tabla 10-3:	Tiempo medio de producción observado	38
Tabla 11-3:	Valores de los factores de media.	38
Tabla 12-3:	Cálculo de Límites superior e inferior para carta de control de producción de balanceado pellet.	39
Tabla 13-3:	Cálculo tiempo Takt para balanceado Pellet	40
Tabla 14-3:	Tiempo medio de producción vs Takt time del balanceado pellet	41
Tabla 15-3:	Criterios de evaluación Checklist 9S	42
Tabla 16-3:	Selección del producto	44
Tabla 17-3:	Selección del producto	45
Tabla 1-4:	Plan de acción Kaizen.	49
Tabla 2-4:	Descripción de los problemas en puestos de trabajo y mejoras a implementar. 50	
Tabla 3-4:	Implementación de señalética vertical según la norma INEN 439:1984.....	51
Tabla 4-4:	Adecuación de la bodega área de micronutrientes	51

Tabla 5-4:	Mantenimiento de la señalética de seguridad de los pisos según la Norma técnica NTP 399.010-1.....	52
Tabla 6-4:	Comparación del proceso anterior y mejorado para el control de calidad de los productos de balanceado pellet.....	52
Tabla 7-4:	Aplicación del Seiri	53
Tabla 8-4:	Aplicación del Seiri	54
Tabla 9-4:	Aplicación del Seiri	54
Tabla 10-4:	Aplicación de Seiton	55
Tabla 11-4:	Horario de limpieza	55
Tabla 12-4:	Implementación Seiketsu, y Shitsuke.....	56
Tabla 13-4:	Aplicación Seiketsu, y Shitsuke	57
Tabla 14-4:	Aplicación Seiketsu, y Shitsuke	57
Tabla 15-4:	Comparación de puntos obtenidos en el análisis 9S inicial y Final.....	60
Tabla 16-4:	Tiempos promedio de producción mejorado	61
Tabla 17-4:	Cálculo del tiempo normal	62
Tabla 18-4:	Tiempos suplementarios de cada área de trabajo.	62
Tabla 19-4:	Cálculo del tiempo estándar.	63
Tabla 20-4:	Tiempo medio de producción observado	63
Tabla 21-4:	Tiempos de producción mejorados de la línea de balanceados Pellet	64
Tabla 22-4:	Tiempos de producción mejorados.....	65
Tabla 23-4:	Tiempos de producción mejorados.....	68
Tabla 24-4:	Descripción de Nuevas Ideas Kaizen	70

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Relación sobre las practicas Lean en el sector industrial y servicios.	2
Ilustración 2-1:	Evaluación de resultados en base al tiempo	3
Ilustración 1-2:	Tipos de desperdicios	8
Ilustración 2-2:	Simbología del flujo de materiales.....	13
Ilustración 3-2:	Simbología del flujo de información.....	13
Ilustración 4-2:	Ciclo de DEMING.	17
Ilustración 5-2:	Esquema de la metodología de las 9s.....	18
Ilustración 1-3:	Ubicación de AVICOPROEC.	24
Ilustración 2-3:	Observación científica.....	27
Ilustración 3-3:	Cronometraje.....	27
Ilustración 4-3:	Mapa de Procesos.....	28
Ilustración 5-3:	Silos de descarga de materia prima	29
Ilustración 6-3:	Entorno laboral pesaje de micronutrientes	29
Ilustración 7-3:	Tolva de descarga de macronutrientes	30
Ilustración 8-3:	Mezcladora.....	31
Ilustración 9-3:	Mezcladora.....	32
Ilustración 10-3:	Máquina envasadora.....	32
Ilustración 11-3:	Diagrama de análisis del proceso.	33
Ilustración 12-3:	Diagrama de análisis del proceso.	34
Ilustración 13-3:	Gráfico de control – Tiempo de producción.	40
Ilustración 14-3:	Gráfico Takt time vs Tiempo de Producción	41
Ilustración 15-3:	Análisis Inicial 9S	43
Ilustración 16-3:	VSM Inicial.....	46
Ilustración 17-3:	Diagrama de flujo para la implementación de las mejoras.....	47
Ilustración 1-4:	Reuniones para coordinar estrategias de trabajo.	48
Ilustración 2-4:	Reuniones para coordinar estrategias de trabajo.	58
Ilustración 3-4:	Evaluación Final 9S	59
Ilustración 4-4:	Antes y después de la mejora 9S.....	60
Ilustración 5-4:	Comparación del nivel de cumplimiento de las 9S Inicial y Final.....	61
Ilustración 6-4:	Gráfico de control – tiempos mejorados	65
Ilustración 7-4:	Gráfico Takt Time vs Tiempos de producción mejorados	66
Ilustración 8-4:	Comparación de costos con relación al Takt Time	66
Ilustración 9-4:	Productividad del proceso antes y después de la mejora.....	67
Ilustración 10-4:	VSM mejorado	69
Ilustración 11-4:	Propuesta del mantenimiento preventivo de la Peletizadora.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN POR ÁREA DE TRABAJO
- ANEXO B:** CHEKLIST PARA EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 9S
- ANEXO C:** CHECKLIST PARA EVALUACIÓN DE LAS 9S DESPUÉS DE LA MEJORA
- ANEXO D:** TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN POR ÁREA DE TRABAJO MEJORADO

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se lo realizó en la empresa de balanceados “AVICOPROEC” ubicada en el cantón Guano con la finalidad de aumentar la productividad en el área de producción del producto pellet. Donde a través de un diagnóstico de la situación actual y las herramientas Lean Manufacturing como el VSM (Mapeo del Flujo de Valor) se pudo identificar los factores que afectan la productividad y mediante un check list de las 9S se pudo conocer el porcentaje del cumplimiento Lean, posteriormente se elaboró un plan estratégico basado en el VSM, Kaizen y 9S, donde se desarrolló una propuesta de mejora para el proceso de producción e implementándose la misma. El tiempo inicial en cada área de trabajo fueron los siguientes: micronutrientes 9,554 minutos, descarga macronutrientes 35,712 minutos, mezcladora 17,912 minutos, peletizado 58,274 minutos, envasado y etiquetado 26,070 minutos, mientras que con la implementación de las mejoras fueron: micronutrientes 8,268 minutos, descarga macronutrientes 3,690 minutos, mezcladora 17,022 minutos, peletizado 52,075 minutos, envasado y etiquetado 23,431 minutos; entre tanto los resultados logrados con el VSM inicial fue de 147,58 minutos el tiempo de producción, check list de las 9S inicial 56% con una productividad de 0,40 Ton/H. Los resultados obtenidos con la implementación de las mejoras son los siguientes: VSM mejorado 134,49 minutos logrando reducir 13,09 min el tiempo de producción, check list de las 9S final 86% con una productividad después de la mejora de 0,42 Ton/H. Como conclusión se cumplió con el objetivo principal del presente trabajo de titulación de mejorar la productividad de la empresa. Para la toma de tiempos en los puestos de trabajo se recomienda usar un cronómetro y una tabla de datos para que la información sea exacta.

Palabras clave: <LEAN MANUFACTURING> <HERRAMIENTA KAIZEN>
<METODOLOGÍA 9'S> <PLAN ESTRATÉGICO> <PRODUCTIVIDAD>.

2154-DBRA-UTP-2022



SUMMARY

This degree work was carried out in the animal feed company "AVICOPROEC" located in the Guano canton, with the aim of increasing the productivity in the area of production of the pellet product. Through a diagnosis of the current situation and Lean Manufacturing tools such as VSM (Value Flow Mapping), the factors affecting productivity could be identified and through a check list of the 9S, the Lean compliance percentage could be known. Subsequently, a strategic plan based on VSM, Kaizen and 9S was elaborated, in which an improvement proposal for the production process was developed and implemented. The initial time in each work area was as follows: micronutrients 9,554 minutes, macronutrients unloading 35,712 minutes, mixer 17,912 minutes, pelletizing 58,274 minutes, packaging and labeling 26,070 minutes, while with the implementation of the improvements were: micronutrients 8,268 minutes, macronutrients, packaging and labeling 23,431 minutes. On the one hand, the results achieved with the initial VSM were 147.58 minutes production time, check list of the initial 9S 56% with a productivity of 0.40 Ton/H. On the other hand, the results obtained with the implementation of the improvements are as follows: VSM improved 134.49 minutes achieving a 13.09 min reduction in production time, final 9S check list 86% with a productivity after the improvement of 0.42 Ton/H. In conclusion, the main objective of this degree work to improve the company's productivity was achieved. A stopwatch and a data table are recommended for taking times at the workstations to ensure that the information is accurate.

Keywords: <LEAN MANUFACTURING> <KAIZEN TOOL> <9'S METHODOLOGY>
<STRATEGIC PLAN> <PRODUCTIVITY>.



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo
0602603938

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la filosofía lean manufacturing ha sido empleada por diversas empresas a nivel nacional e internacional, pues se tratan de herramientas que permiten aprovechar al máximo los recursos disponibles generando mayor rentabilidad, dando como resultado el desarrollo hacia una manufactura esbelta, que cada vez incrementa por los altos estándares de calidad que maneja.

La implementación del Lean Manufacturing trae consigo un trabajo más productivo dentro de las empresas grandes y pequeñas, siendo capaces de satisfacer la demanda de sus clientes al disminuir tiempos innecesarios, eliminar residuos, elevando la calidad de sus productos, controlando de mejor manera los recursos tanto económicos, logísticos y humanos en todo el proceso productivo con el fin de optimizar los procesos y ser capaces de adaptarse al mercado cubriendo nuevas demandas.

El objetivo del presente trabajo de titulación fue mejorar la productividad en la Empresa de Balanceados Avicoproec, aplicando metodologías de mejora continua como son Value stream mapping (VSM), Kaizen y 9'S herramientas de la Filosofía Lean Manufacturing, para esto se realizó un diagnóstico inicial donde se identificaron diversos factores que retrasan el flujo normal de los procesos y que a su vez se determinó que inciden directamente en la productividad por lo cual fue necesario plantear ideas de mejora y aplicar estas herramientas para eliminar o disminuir dichos factores. El presente trabajo de titulación se desarrolló en cuatro capítulos como se detalla a continuación:

En el capítulo I se realiza el diagnóstico y planteamiento del problema, se establecen beneficiarios del proyecto, se delimita el estudio con el alcance del proyecto, así como la justificación y objetivos planteados para el estudio. A continuación, en el Capítulo II se detalla revisión de la literatura o fundamentos teóricos el cual contiene los conceptos clave para el desarrollo de la implementación, se detallan los aspectos principales de la estandarización de procesos, la productividad y las herramientas Lean Manufacturing que constituyen la base del proyecto. Posteriormente en el capítulo III que contiene el marco metodológico se menciona el tipo de estudio, los métodos, técnicas e instrumentos a utilizar, así como el diseño metodológico que señala cada una de las etapas para la implementación de las herramientas Lean. Asimismo, en el Capítulo IV se detallan los resultados obtenidos después de la implementación de las Herramientas Lean Manufacturing planteadas, las mejoras alcanzadas tanto en tiempos de producción permitiendo la estandarización del proceso, así como una mejora significativa en la productividad del proceso de producción de balanceados tipo pellet para finalmente exponer las conclusiones pertinentes dando así cumplimiento de los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En una entrevista realizada en el año 2016 sobre la Filosofía Lean Manufacturing y gerencia de operaciones ejecutada por el Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la ciudad de Ambato a 84 empresas donde 24 fueron del sector industrial y 60 de servicios, se determinó que el 63% del sector industrial aplica la Filosofía Lean mientras que el 54% en el sector servicios como se lo puede apreciar en la ilustración 1-1, por lo cual estas empresas demuestran buenas prácticas de mejora continua.

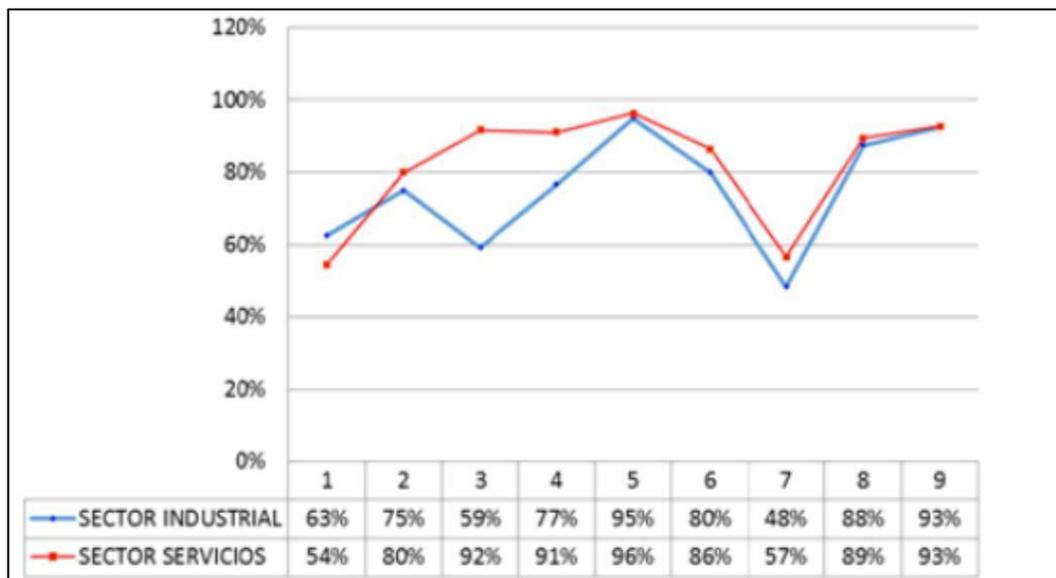


Ilustración 1-1. Relación sobre las practicas Lean en el sector industrial y servicios.

Fuente: (Ortega & Vaca, 2017, p. 3)

Las empresas que utilizan Lean Manufacturing como VSM Y 9S, aumentan la eficiencia de los procesos como lo demuestran los siguientes datos estadísticos de la Florícola Nevados Rose del año 2020 donde logró reducir en un 13% el Lead Time de 133,34 a 116,31 minutos, en 5% el tiempo de valor añadido de 91,84 a 87,87 minutos y en un 31% el tiempo de valor no añadido de 41,5 a 28,84 minutos, con lo cual aumento la eficiencia de los procesos, elevo la productividad y redujo los costos de operaciones como se lo puede ver en la ilustración 2-1, por lo que al implementar Lean Manufacturing vamos a obtener mejoras continuas en la producción.

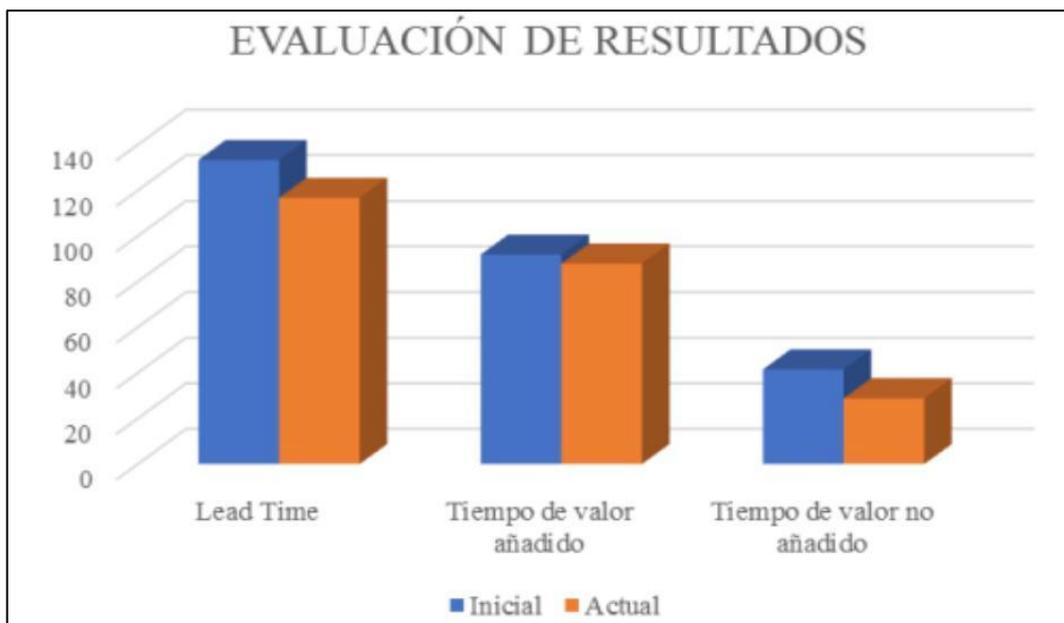


Ilustración 2-1: Evaluación de resultados en base al tiempo

Fuente: (Quispe & Tello España, 2020, p. 124)

1.2. Planteamiento del problema

La Empresa de balanceados AVICOPROEC ubicada en el cantón Guano, barrio Santa Teresita está dedicada a la fabricación y formulación de alimentos balanceados para aves, cerdos y bovinos enfocados en satisfacer las necesidades de sus clientes contribuyendo al bienestar animal cumpliendo las normas que exige Agrocalidad.

Con la investigación de campo, se logró determinar que el tiempo de producción es elevado en el proceso de la línea Pellet, debido a factores que generan un aumento considerable en los tiempos de producción de tres áreas fundamentales: área de pesaje de micronutrientes, área de tolva de descarga (macronutrientes) y área de peletizado, en las áreas mencionadas se identificaron actividades que no agregan valor al producto tales como movimientos, esperas y transportes innecesarios por parte de los operarios, deficiente organización en los puestos de trabajo por la escasa señalización para delimitar las diferentes áreas, falta de orden y limpieza, debido a que no se existen lugares adecuados para ordenar herramientas de operación, herramientas de limpieza, fórmulas maestras y hojas de información de procesos, todos estos factores afectan la productividad de la empresa.

1.3. Justificación

La investigación contribuye al desarrollo de la empresa porque incrementa la productividad, así como la calidad de los productos y reduce el tiempo de respuesta a los clientes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar las herramientas Lean Manufacturing VSM, Kaizen y 9's, para mejorar la productividad en la empresa de balanceados AVICOPROEC.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de producción a través de la metodología VSM para identificar los factores que afectan la productividad en la línea pellet.
- Determinar las principales causas que inciden en la productividad mediante el uso de herramientas de calidad para priorización.
- Elaborar un plan estratégico basado en las herramientas VSM, Kaizen y 9's para el mejoramiento de la productividad.
- Implementar las estrategias en la línea de producción por medio de la capacitación a colaboradores.
- Evaluar la mejora alcanzada en el sistema productivo determinando el VSM mejorado y a través de los indicadores estadísticos.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Productividad

La productividad tiene como objetivo mejorar los procesos productivos de la empresa acortando los tiempos de producción, entre más se logre disminuir el tiempo este va a lograr una mayor productividad, se lo puede calcular con la formula siguiente: (Arbós, 2017, pp. 46-50).

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCIÓN REQUERIDA}}{\text{TIEMPO DE PRODUCCIÓN}} \quad (1)$$

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCTIVIDAD OBSERVADA O PROPUESTA}}{\text{PRODUCTIVIDAD BASE O ANTERIOR}} \times 100\% \quad (2)$$

2.1.1. *Tiempo improductivo*

Son dichas actividades que durante el proceso de producción desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado no agregan valor de ningún tipo y se lo determina tomando el tiempo con la ayuda de un cronometro (Liker, 2010, p.22).

2.1.2. *Estandarización de procesos*

Para obtener el tiempo estándar se requiere de cálculos preliminares calcular el tiempo normal y los tiempos suplementarios para después aplicar la ecuación correspondiente.

2.1.2.1. *Tiempo normal*

Se determina el tiempo normal que corresponde al tiempo intimado por el operario para realizar las actividades a un ritmo normal de trabajo. Se calcula en base a la ecuación

$$TN = TP * v \quad (3)$$

Donde:

TP= Tiempo Promedio

V=velocidad de trabajo (Trabajo a un ritmo normal = 100%)

2.1.2.2. Tiempo suplementario u holguras

Denominamos tiempos suplementarios a los tiempos que corresponden a las actividades que no aportan a los procesos productivos consideradas también interrupciones los cuales son utilizados por los operarios para hidratación, necesidades personales, fatiga; por otro lado también se tiene suplementos variables por iluminación, ruido, etc., se recolecta la información por medio de la observación directa y se los cuantifica por medio de tablas diseñadas como las tablas de la Organización Internacional del trabajo como se lo puede apreciar en Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Tabla OIT de valores suplementarios.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplementos por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incomoda	0	1	
Incomoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso Levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
		max	
35,5	22	---	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la Potencia calculada.	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento kata			
16		0	
8		10	
4		45	
2		100	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta concentración	0	0	
Trabajos precisos o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.	5	5	
G. Ruido			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte estridente y fuerte	5	5	
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo bastante aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

Fuente: OIT, (2009).

2.1.2.3. Cálculo de tiempo estándar

Para obtener el tiempo estándar para las operaciones se aplica la ecuación:

$$TS = TN * (1 + S) \quad (4)$$

Donde:

TS=Tiempo Estándar

TN=Tiempo Normal

S=Suplementos u Holguras

2.2. Orígenes del Lean Manufacturing

Los orígenes del Lean Manufacturing comienzan en el siglo XX cuando el sector automovilístico comenzó a fabricarse en masa por lo que tuvo un gran crecimiento, pero la producción en masa requería de grandes tecnologías y también de un orden en los sistemas de producción, cosa que para aquellos años era difícil tenerlo.

Durante mucho tiempo Japón pasaba por una precariedad económica mundial, esto conduce a que la empresa de automóviles Toyota se proponga cambiar su modelo de producción para fabricar vehículos en pequeños lotes a precios bajos y obtener beneficios de producción sin haber utilizado una estandarización. Los beneficios al implementar Lean Manufacturing son los siguientes: (Guerrero, 2016, pp. 23-24).

- Elimina excesos de materiales.
- Mantiene una relación de confianza con los proveedores en colaboración a largo plazo.
- Integra a los trabajadores en las áreas de producción, tareas de mantenimiento para que puedan llegar a sugerir mejoras.
- Implementa una calidad total para eliminar los defectos cuando se detecten en la producción en el menor tiempo posible (Liker, 2010, pp. 25-26).

2.3. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o también llamada manufactura esbelta sirve para identificar y eliminar desperdicios de todo tipo que causen problemas en el sistema de producción de cualquier empresa ya sea esta pequeña, mediana o grande, esta metodología se dio a conocer cuando fue aplicada a la empresa Toyota logrando aumentar su producción, con esto eliminamos actividades de trabajo que no dan valor al sistema de manufactura con grupos de personas bien organizadas y capacitadas para las operaciones de trabajo.

Uno de los factores importantes que logramos al aplicar Lean Manufacturing es que la empresa se vuelve más efectiva en cuanto a la producción, así mismo da la posibilidad de crear un sistema productivo a gran escala permitiendo la incorporación de maquinaria de última generación para lograr mayor eficiencia esto en conjunto con la eliminación de los desperdicios lean porque no generan valor (Socconini, 2019, pp. 22-24).

Cuando se implementa Lean Manufacturing se aumenta la productividad y esto crea una ventaja competitiva en el mercado ya que hoy en día todas las empresas compiten por poder satisfacer a los consumidores con sus productos (Guerrero, 2016, p.30).

2.3.1. Los 8 tipos de desperdicios que se encuentran en las empresas



Ilustración 1-2: Tipos de desperdicios

Fuente: (Ortega & Vaca, 2017).

2.3.1.1. Defectos y retrabajos

Esto ocurre cuando al momento de terminar la producción existe algún retrabajo de materia prima o terminada ya sea por diferentes circunstancias lo cual ocasiona una pérdida de tiempo y dinero para la empresa, a continuación, en la tabla 2-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.30).

Tabla 2-2: Causas y propuesta de mejora para defectos y retrabajos

CAUSA	PROPUESTA DE MEJORA
Falta de coordinación y comunicación entre los operarios	Mejorar la coordinación y comunicación de los trabajadores mediante capacitaciones.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.2. Procesamiento incorrecto

Esto se debe a que en muchos procesos de producción existen operaciones innecesarias que no agregan valor al producto, esto se debe por lo general a la mala distribución de las plantas y errores en los procesos, a continuación, en la tabla 3-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.30).

Tabla 3-2: Causas y propuesta de mejora para el procesamiento incorrecto

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Parte de la maquinaria no es adecuada para el trabajo	Cambiar la parte de la maquinaria que hace que haya desperdicio en el proceso de producción.
Falta de delimitación de las áreas de trabajo	Delimitar las áreas de trabajo para que los materiales sean distribuidos de mejor manera.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.3. Sobreproducción

Este desperdicio es el de exceso de productos terminados y que no son requeridos por lo cual van a terminar en bodega, muchas veces esto se debe a la falta de comunicación entre el departamento de ventas y el departamento de producción, a continuación, en la tabla 4-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.31).

Tabla 4-2: Causas y propuesta de mejora para la sobreproducción

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Déficit comunicativo entre el departamento de ventas y producción	Mejorar la comunicación entre los dos departamentos mediante un análisis de pronósticos.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.4. Inventario

Esto se refiere a las cantidades de materiales que se acumulan en el área de trabajo debido a que muchas veces las empresas por aprovechar una caída de los precios de materias primas compran en exceso, pronósticos erróneos de la demanda, desconocer la capacidad real de la producción, mala distribución de la planta, etc., cuando lo ideal es que exista un equilibrio de producción y de compras para no ocasionar esta clase de desperdicio, en la tabla 5-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.31).

Tabla 5-2: Causas y propuesta de mejora para el inventario

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Compra innecesaria o injustificada de materia prima	Mayor comunicación entre el departamento de compras y producción para obtener solo las materias primas necesarias
Pronóstico erróneo de la demanda	Realizar la planeación de la producción en base a requerimientos para no producir más de los que requiere el mercado.
Desconocer la capacidad real de producción	Crear un plan de producción en base a la capacidad de la maquinaria y de los operarios para no producir sobreesfuerzos y por consiguiente fallas

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.5. Movimiento

Esto ocurre cuando existen movimientos innecesarios por parte de los operarios o maquinarias y los tiempos de producción se hacen más largos, en la tabla 6-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.32).

Tabla 6-2: Causas y propuesta de mejora del movimiento

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Falta de capacitación de los operarios	Capacitar a los operarios para que puedan trabajar de una manera adecuada.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.6. Espera

Esto se presenta cuando en el área de producción en cierto proceso toca esperar a que este termine para poder empezar otro, también suele ocurrir por los tiempos en que toca esperar cuando se hace mantenimiento a las maquinarias, tiempos muertos resultado de operaciones ineficientes y por cuestiones administrativas, ocasionando así una menor productividad en la empresa a continuación en la tabla 7-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.32).

Tabla 7-2: Causas y propuesta de mejora para la espera

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Falta de mantenimiento	Establecer cronogramas de mantenimiento a las herramientas y maquinarias.
Operaciones ineficientes	Capacitar a los trabajadores para que sepan trabajar de la manera correcta y no existan tiempos muertos.
Indiferencia ante errores de máquinas y equipos.	Mejorar comunicación con el departamento de mantenimiento o el encargado de la maquinaria con el fin de prevenir fallas.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.7. *Transportación*

Se denomina desperdicio de transporte al desplazamiento innecesario de materiales o movimientos que realiza el operario que no aportan valor a los productos estos transportes excesivos ocasionan aumento de tiempo en las operaciones generando mayores costos de producción teniendo que pagar por tiempo, maquinaria y bodega innecesarios, a continuación, en la tabla 8-2 se detalla las causas y propuesta de mejora (Guerrero, 2016, p.27).

Tabla 8-2: Causas y propuesta de mejora para *transportación*

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Mala distribución de la planta.	Reducir la distancia entre las máquinas para que no exista transporte excesivo.
No tener tareas asignadas.	Designar tareas para cada operario en su área de trabajo.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.1.8. *Asignaciones no capacitadas*

Esto se debe a que muchas veces los trabajadores no están capacitados para manejar todas las máquinas que se utilizan en la producción y se les llega asignar por lo tanto tareas las cuales no van a poder cumplir de una manera eficiente, a continuación, en la tabla 9-2 se detalla la causa y propuesta de mejora (Asensi, 2015, p.34).

Tabla 9-2: Causas y propuesta de mejora para la *espera*

CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Falta de capacitación a los trabajadores sobre cómo manejar las maquinarias	Capacitar a todos los trabajadores para que puedan ser multifuncionales dentro de la empresa y así puedan manejar todas las maquinarias

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.3.2. *Herramientas más comunes de Lean Manufacturing*

- **Just intime (JIT):** Consiste en reducir los costos de fabricación a través de la eliminación de desperdicios fabricando solo lo necesario en las cantidades solicitadas y en el momento preciso, entre menor sea el tiempo de entrega mejor será la satisfacción del cliente.
- **Kaizen:** Es la reducción de costes de fabricación a través de la implementación de una cultura constante de mejora continua.
- **TPM:** También conocido como mantenimiento productivo total es una herramienta que nos

permite disminuir los desperdicios por tiempos de espera de la maquinaria y trabajos que no son eficientes en el proceso de producción.

- **VSM (Value Stream Mapping):** Esta herramienta sirve para entender la relación que existen entre los distintos departamentos como pueden ser los departamentos de producción y calidad, básicamente son mapas de diagramas de flujo.
- **Kanban:** Es una herramienta que utiliza tarjetas normalizadas para realizar una producción más efectiva y eficiente, consiste en que los trabajadores sepan que hacer en cada puesto de trabajo.
- **Las 9 S:** Esta metodología ayuda a las empresas a tener un mejor ambiente de trabajo mediante la organización, orden y la limpieza para poder tener una mayor productividad.
- **SMED (Intercambio de herramientas en minutos):** Es una técnica que disminuye el tiempo perdido por cambio de herramientas en las maquinarias para fabricar un tipo de producto a otro (Marqués, 2014, pp. 35-37).

2.4. Value Stream Mapping (VSM)

La herramienta VSM nos ayuda a rediseñar los sistemas productivos dentro de la empresa, todo esto basado en el mapa de flujo de los elementos que intervienen en la adecuada implementación de la manufactura esbelta (Sanz, 2012, pp. 29-31).

Un VSM o Mapeo del Flujo de Valor nos ayuda a identificar dentro de la empresa que procesos nos generan o no un valor a los productos, todo este mapeo se desarrolla desde los proveedores de las materias primas hasta el desarrollo del producto final que se va a comercializar. Esta herramienta nos ayuda analizar la situación actual de la empresa por lo que tendremos un panorama más completo de todos los procesos hasta llegar al producto final. De esta manera podremos identificar que problemas existen y saber implementar las mejoras continuas que nos servirán para optimizar los procesos.

Para la realización del Mapeo del Flujo de Valor o VSM existe una simbología que están divididas en dos tipos de símbolos como se muestra en las ilustraciones 2-2 y 3-2, que contribuyen al análisis de la planta de producción al conocer con claridad cada uno de estos símbolos que representan los procesos de producción (Matías, y otros, 2013, pp. 34-36).

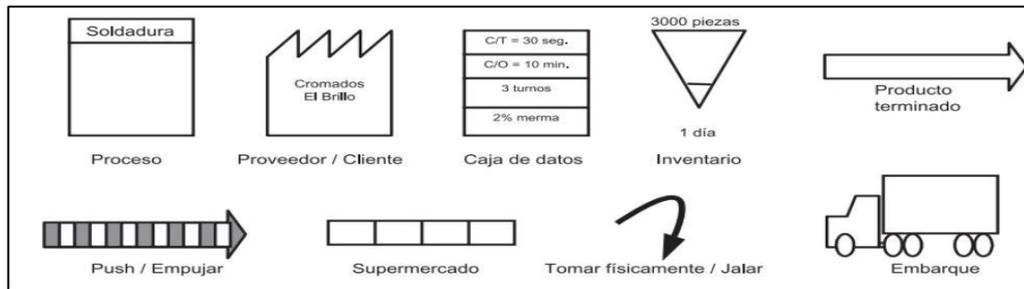


Ilustración 2-2: Simbología del flujo de materiales

Fuente: (Febrer, 2016).

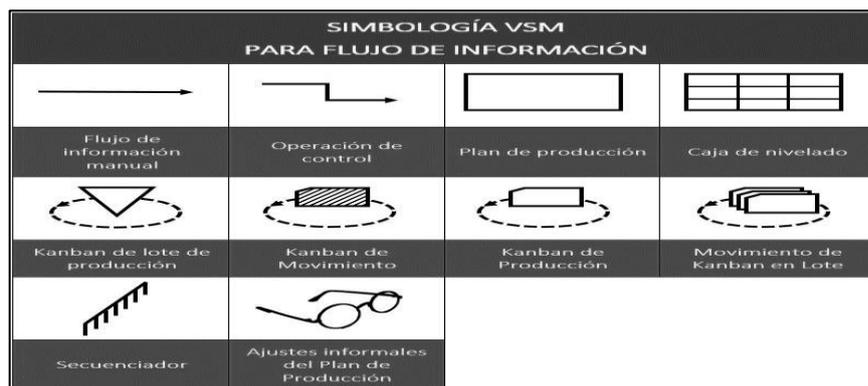


Ilustración 3-2: Simbología del flujo de información

Fuente: (Febrer, 2016).

2.4.1. Pasos para realizar el VSM actual de la empresa

1. De la familia de productos que fabrica la empresa se selecciona uno solo a ser evaluado.
2. Se procede analizar la situación actual de la empresa mediante un análisis del flujo a través de un diagrama de procesos.
3. Se realiza el diagrama de recorrido para tener una visión más clara de la producción.
4. Luego se procede a realizar el dibujo del VSM actual de la empresa con los diferentes procesos que se necesitan para poder obtener el producto terminado.
5. Se calcula el Takt Time
6. Se calcula el lead time (Guerrero, 2016, p.37).

2.4.2. Pasos para realizar el VSM mejorado con los rediseños del sistema productivo

1. Realizar el VSM actual de la empresa.
2. Analizar la situación actual mediante la aplicación del cuestionario de kaizen.
3. Analizar la situación actual mediante la aplicación del cuestionario de las 9s.
4. Realizar un análisis de la productividad de la empresa.
5. Determinar los tiempos improductivos.

6. Implementar las mejoras.
7. Evaluar las mejoras
8. Realizar el VSM mejorado.

2.4.2.1. *Takt Time*

Para Sans (2012, p.32), el Takt time nos ayuda a determinar el tiempo para producir un determinado producto y así poder cumplir con las demandas del cliente como indica la fórmula (3). (Sanz, 2012, pp. 32-33).

$$TT = \frac{\text{TIEMPO DISPONIBLE DEL TRABAJO}}{\text{DEMANDA REQUERIDA}} \quad (5)$$

2.4.2.2. *Lead Time*

Es el tiempo que se demora en realizar un producto desde el inicio hasta la entrega al consumidor final como se observa en la formula (4).

$$\text{LEAD TIME} = \text{TIEMPO DE VALOR AÑADIDO} + \text{TIEMPO VALOR NO AÑADIDO} \quad (6)$$

Donde el tiempo de valor añadido son los procesos que intervienen en la elaboración desde la materia prima hasta el producto final y el tiempo de valor no añadido corresponde a los trabajos que no generan valor en la línea de producción (Sanz, 2012, p.34).

2.4.2.3. *Diagrama de flujo de procesos*

Este diagrama nos ayudara a saber cómo se encuentra la situación actual dentro de la empresa en la línea de producción, ya que iremos viendo paso a paso el proceso de los productos desde la adquisición de la materia prima hasta llegar al producto terminado para su distribución, para que este diagrama sea hecho de la mejor manera se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Dibujar o imprimir en una hoja el diagrama de procesos con todos sus símbolos de transporte, operación, inspección, demora, actividad combinada y almacenaje como se detalla en la Tabla 10-2.
2. Llenar el diagrama mediante la visualización de cada operación del producto desde la recepción de la materia prima hasta el almacenaje del producto terminado, también se utilizará un cronometro para los tiempos de estas.

3. Hacer el resumen del diagrama de procesos como se muestra en la tabla 11-2, para saber el tiempo total que se demora en producir dicho producto y saber todas actividades que se requieren. (Ortega, et. al., 2017, pp. 42-43).

Tabla 10-2: Hoja de datos de procesos

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Empresa:			Actividad:			Estudio N.- 1		Hoja N.- 1	
Departamento:			Producto:	Analistas:	Plano N: 1	Método Actual	Fecha:		
Símbolos			N. Actividad	Distancia(m)	Tiempo (min)	Descripción del proceso			
TOTAL									

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

Tabla 11-2: Resumen del diagrama de procesos

RESUMEN		
	Operación	
	Transporte	
	Demora	
	Inspección	
	Almacenaje	
	Actividad Combinada	
Total		
Distancia Recorrida en metros		

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.5. Herramienta Kaizen

la herramienta Kaizen en japonés significa mejora continua, esta es utilizada para generar mayor coordinación en los equipos de trabajo generando mayor compromiso con la empresa, esto solo

se consigue demostrando liderazgo a la hora de implementar esta herramienta teniendo claras las metas que se quiere alcanzar dentro de sus propios rangos (Liker, 2010, pp. 46-47).

Esta herramienta es una de las bases fundamentales de la filosofía Lean por lo que se debe tener claro que al momento de aplicarla debe buscar el compromiso de todos los colaboradores buscando principalmente la calidad de los productos o servicios que serán entregados al cliente y que al hablar de mejora continua lo primordial es determinar aquellos factores que no agregan valor en el sistema productivo, para esto es necesario realizar un análisis de las causas, evaluarlas y priorizarlas de tal manera que las posibles soluciones se realicen con la menor cantidad de recursos aumentando la eficiencia en la línea de producción.

2.5.1. Características del Kaizen

Esta herramienta se basa en el trabajo colaborativo, por lo cual su implementación en cualquier tipo de empresa es viable, el verdadero reto es lograr resultados puesto que requiere centrar sus esfuerzos en la práctica de la disciplina y constancia de todo el personal tanto administrativo como de producción siempre anteponiendo los siguientes aspectos:

- Mayor control en la calidad de los productos.
- Implementar el método Just in time de producción.
- Manejar un sistema de mantenimiento que permita garantizar la producción.
- Mantener políticas administrativas flexibles y un sistema encargado de sugerencias.
- Actividades realizadas en grupos pequeños a fin de mejorar la calidad, costos, seguridad y productividad, (Febrer, 2016, pp. 42-44).

2.5.2. Elementos de la herramienta Kaizen

Existen 4 componentes claves en la implementación de esta herramienta para poder lograr la mejora continua que corresponde al ciclo de DEMING ya que esto nos permitirá resolver de una manera más ordenada los problemas a solucionar en cada área de trabajo para poder llevar a cabo los objetivos planteados:

1. **Identificar** y analizar los problemas.
2. **Planificar** y encontrar las soluciones a los problemas para poder cumplir con los objetivos planteados.
3. **Ejecutar** con la implementación de las ideas Kaizen en el sector del proyecto.
4. **Revisar** y ejecutar las revisiones correctas para supervisar que se ha logrado la mejora

continua planteada, (Matías, y otros, 2013, p.47).

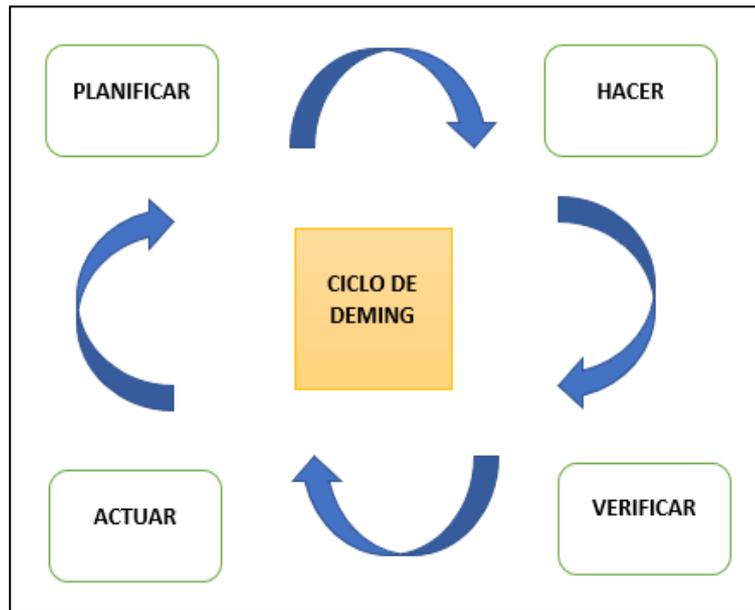


Ilustración 4-2: Ciclo de DEMING.

Realizado por: Monserrate G, Londo J. 2022.

2.5.3. Procedimiento para la implementación de la herramienta Kaizen

1. Conocer la situación actual del área a ser evaluada.
2. Evaluar mediante una encuesta Kaizen a todos los trabajadores que forman el área seleccionada.
3. Analizar el valor porcentual obtenido mediante la encuesta Kaizen.
4. Implementar las mejoras correspondientes.
5. Evaluar mejoras (Guerrero, 2016, p.49).

2.5.4. Reglas para la implementación de la metodología Kaizen

1. Mantener un pensamiento abierto a la implementación de los cambios sugeridos por el equipo de trabajo.
2. Mantener una postura positiva incluso hacia situaciones no favorables que puedan suceder.
3. Evitar desacuerdos con el equipo de trabajo, mejorando la comunicación entre todos.
4. Mantenga siempre un ambiente de colaboración con el equipo.
5. Ser tolerante y mantener el respeto frente a las opiniones de todos los colaboradores para crear un ambiente de trabajo en equipo.
6. Toda duda debe ser resuelta (Marqués, 2014, pp. 49-50).

2.6. Generalidades de la herramienta 9S

La herramienta de las 9S se deriva de la metodología de las 5s con la cual las empresas logran crear un ambiente de trabajo más confortable a través de la organización, limpieza y mantenimiento, con el tiempo este concepto se extendió incluyendo la participación de todos en la empresa desde la parte administrativa hasta producción a fin de crear una conciencia de responsabilidad organizacional, disciplina en las áreas de trabajo y lograr un mayor compromiso con la empresa (Liker, 2010, pp. 52-53)

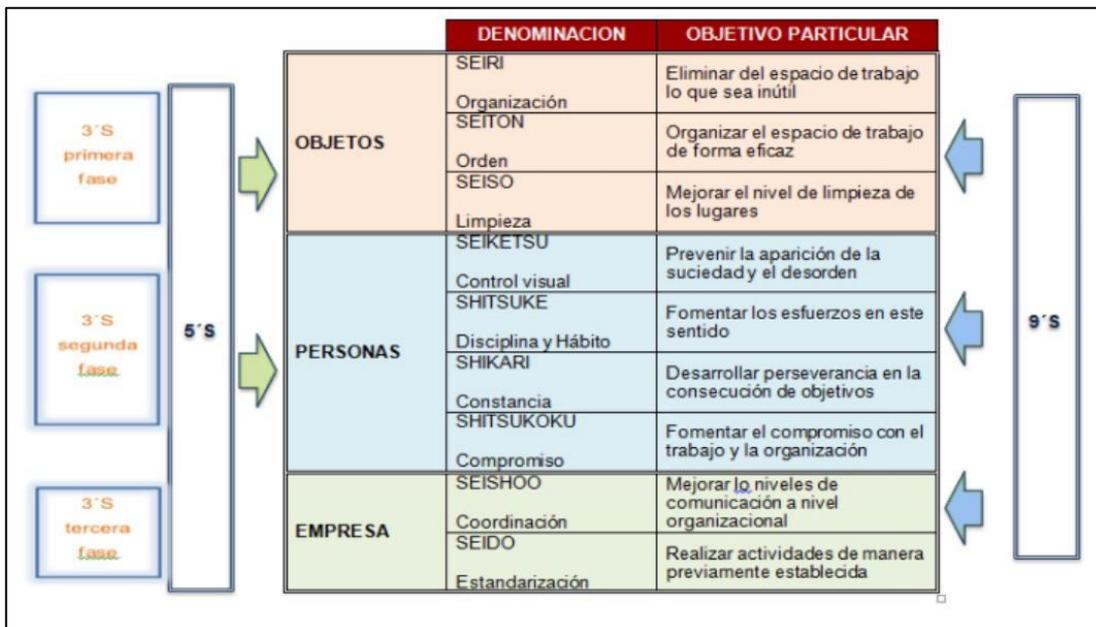


Ilustración 5-2: Esquema de la metodología de las 9s

Fuente: (Marqués, 2014, p. 23).

2.6.1. Seiri (separar)

Consiste en clasificar los diferentes elementos de un área de trabajo como necesarios o innecesarios, a partir de esta clasificación se debe eliminar los innecesarios y establecer un número límite de las cosas necesarias para evitar la acumulación y dejar únicamente aquellos utilizados constantemente (Asensi, 2015, p.54).

Se denomina elemento innecesario a aquellos materiales que después de su utilización no se ocupan dentro del área de trabajo y objetos que no agregan valor al proceso diariamente. Para aplicar este primer paso es necesario interactuar con los operarios de cada puesto de trabajo para que sean ellos quienes indiquen cuales son los componentes que realmente contribuyan en el cumplimiento de sus actividades y a su vez ser compartidos con gerencia.

Para realizar esta designación para los diferentes componentes se deben tener en cuenta varios aspectos:

1. Separar las cosas que verdaderamente se necesiten en un área de trabajo determinada.
2. Establecer el número máximo de ítems que se permite en cada puesto de trabajo.
3. Eliminar aquellos elementos innecesarios para el trabajo diario o que no se utilicen de manera constante.
4. Separar y organizar los elementos de acuerdo a su naturaleza, frecuencia de uso y seguridad de manera que se agilice el trabajo.
5. Eliminar los elementos que puedan afectar el correcto funcionamiento de máquinas y equipos evitando averías.
6. Eliminar información necesaria que generen confusiones o errores de interpretación.

Una vez identificados se debe controlar mediante las etiquetas de tarjeta roja colocados en los elementos no indispensables, en estos se incluye el número de elementos y el lugar al que corresponden que después de ser visualizado debe ser corregido y ubicado en el lugar correspondiente.

2.6.2. *Seiton (ordenar)*

A partir de la aplicación de la primera S (Seiri) se da la necesidad de ordenar según el grado de importancia los diferentes elementos que pueden estar en un área en concreto para colocarlos en lugares estratégicos y que sean de fácil acceso lo que se consigue con la aplicación del Seiton.

Para su aplicación se debe considerar dos condiciones esenciales que son señalar los límites de cada puesto de trabajo, almacenamiento y corredores, así como organizar de forma estratégica los lugares designados para cada herramienta a utilizar, esto permite al operario saber exactamente dónde buscar los elementos que necesita para realizar su trabajo sin perder demasiado tiempo (Arbós, 2017, p.49).

La utilización de la segunda S posibilita la identificación de equipos, herramientas, sistemas, equipo de mantenimiento, etc., teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Establecer la filosofía un lugar para cada cosa.
2. Identificar el nombre y volumen designado que se puede realizar mediante codificación.
3. Delimitar el espacio establecido para cada puesto de trabajo. (Arbós, 2017, p.49).

Una vez aplicados los pasos anteriores se debe controlar que los elementos estén ordenados y que sean fácilmente identificados para esto se pueden utilizar contenedores etiquetados, códigos, colores o usar las siluetas de los elementos para señalar el lugar donde se suponen deben estar ubicados, todo esto genera un beneficio en cuanto a tiempos puesto que al arreglar las cosas de manera estratégica y eficiente se puede encontrar aquello que necesitamos en el menor tiempo posible.

2.6.3. Seiso (limpieza)

Seiton implica mantener limpio todo el espacio de trabajo después de eliminar los elementos no indispensables y ordenar aquellos elementos necesarios.

El Seiso está relacionado directamente con el buen funcionamiento de los equipos que garanticen la fabricación de productos de calidad, la limpieza no es solo mantener una estética agradable sino identificar con precisión lo que produce la suciedad porque el objetivo principal es evitar que se acumule en el puesto de trabajo.

Es un hecho que después de aplicar este paso conscientemente se pueden disminuir el nivel de riesgos de accidentes en las áreas de trabajo, aumentar el tiempo de la vida útil de los equipos y herramientas evitando partículas de polvo o viruta acumulada dentro de las maquinas, así como disminución de fallas en las maquinarias, (Asensi, 2015, p.52).

Una manera efectiva de hacer que se cumpla con la limpieza es incluir esta actividad como parte de la inspección que se realiza a cada espacio de trabajo considerando lo siguiente:

1. Tanto el entorno de trabajo, máquinas y herramientas deben estar limpios y ordenados.
2. Cada operario debe dejar en perfectas condiciones de funcionamiento el espacio utilizado.
3. De ser el caso, permitir que los encargados de la limpieza realizar su trabajo en base a un horario establecido (Sanz, 2012, p.50).

2.6.4. Seiketsu (control visual)

Seiketsu busca verificar que las 3 anteriores reglas se las hayan aplicado de la forma correcta y así verificar que las actividades y normas establecidas a partir de las tres primeras S se cumplan de la mejor forma posible (Flores y Otros, 2018, p.45)

La aplicación del control visual o Seiketsu es necesario porque es posible que debido a la falta de un control las mejoras alcanzadas con los tres primeros pasos se pierdan o se regrese a la

etapa inicial perdiendo los logros obtenidos que implican también a pérdida de recursos empleados en los mismo, para que esto no ocurra hay que prestar atención especialmente a cuatro aspectos importantes:

1. Controlar que las 3 anteriores reglas se hayan aplicado de la forma correcta.
2. Realizar planes de limpieza para las áreas de trabajo.
3. Elaborar y ejecutar los estándares de limpieza en cada puesto de trabajo.
4. Establecer métodos de organización, orden e higiene en las áreas de trabajo,

2.6.5. *Shitsuke (disciplina y hábito)*

Para el objetivo primordial es crear un hábito de disciplina al realizar las actividades requeridas de forma correcta y en el menor tiempo posible, este paso se cumple luego de la estandarización y normas aplicadas, pretendiendo mejorar el ambiente de laboral preservando los recursos de la empresa (Sanz, 2012, p.51).

Para esto es necesario considerar tres aspectos:

1. Inspeccionar los puestos de trabajos cada cierto tiempo de manera alternados.
2. Verificar que las operaciones sean realizadas de la manera correcta.
3. Constatar que las operaciones sean realizadas en el menor tiempo posible.

2.6.6. *Shikari (constancia)*

Al implementar el shikari es posible crear un ambiente de trabajo donde los trabajadores son conscientes del trabajo realizado teniendo las metas que se desean alcanzar de manera que se logre alcanzar la eficiencia requerida, haciendo énfasis en las siguientes recomendaciones:

1. Mantener una buena comunicación con los trabajadores para que estos puedan expresar sus ideas e inquietudes.
2. Ser tolerante y actuar con liderazgo para lograr los cambios esperados.
3. Incentivar a los trabajadores para que exista un mejor ambiente de trabajo.
4. Controlar y tomar acciones en caso de no cumplir con lo establecido siempre desde una perspectiva de aprendizaje y superación. (Sanz, 2012, p.52)

2.6.7. *Shitsukoku (compromiso)*

Shitsukoku indica que todos en la empresa deben tener claros los objetivos que se desea alcanzar siendo responsables en acuerdos buscando la conciencia en cada uno de los colaboradores de que su trabajo bien realizado será de gran importancia para lograr las metas planteadas, para alcanzar esto es necesario el liderazgo, reconocer a los trabajadores por su labor especialmente cuando demuestra interés y realiza sus actividades de la manera correcta, desarrollar cada cierto tiempo reuniones de integración a los trabajadores de la empresa para mantener un buen ambiente laboral (Sanz, 2012, p.52).

2.6.8. *Seishoo (coordinación)*

El objetivo de Seisho o coordinación es que todas las operaciones de las áreas de trabajo dentro de la producción estén bien organizadas para tener un mejor control de sus actividades garantizando que la empresa funcione de manera ordenada lo cual se debe socializar en reuniones creando programas de implementación de mejoras donde estén involucrados todos los miembros de la empresa (Febrer, 2016, p.47).

2.6.9. *Seido (estandarización)*

Para llegar a esta última etapa se debieron haber implementado de manera correcta las etapas anteriores, una vez llegado a este punto, de haber creado un trabajo estandarizado facilitando el trabajo y aumentando el rendimiento se debe llevar un control que permita hacer de estas prácticas parte de la identidad de la empresa donde se requiere implementar y alcanzar resultados (Guerrero, 2016, p.50)

2.7. Antecedentes

En la elaboración del siguiente trabajo de integración curricular que tiene como objetivo aumentar la productividad en la empresa de balanceados “AVICOPROEC” mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing es importante realizar un extracto de investigaciones concernientes al tema para establecer la metodología de este, a continuación se citan los trabajos de titulación investigados:

- De un trabajo de titulación denominado “Aplicación de técnicas de mejoramiento basado en las herramientas Lean Manufacturing para la creación de una línea de procesamiento para pollos ahumados en la Empresa de Embutidos la Valtellina del Cantón Píllaro” realizado por Salvador (2018, p.22), donde se implementó herramientas Lean Manufacturing en la línea de

procesamiento de pollos logrando así reducir de 8,47 a 8,09 horas el tiempo de producción y se incrementó del 38% al 73% el porcentaje de cumplimiento Lean por parte de la empresa.

- Del siguiente trabajo de titulación denominado “Propuesta de mejoramiento del proceso productivo del área de mecanizado en la Empresa López Torres Industrial S.A. aplicando las herramientas de Lean Manufacturing” realizado por Peña (2021, p.25), donde se implementó las técnicas VSM y 5S de Lean Manufacturing se logró reducir de 90,05 min a 89,06 el tiempo de mecanizado de los ejes de bombas y se incrementó del 33,33% al 84,45% el porcentaje Lean Manufacturing de cumplimiento de la empresa.
- Del siguiente trabajo de titulación realizado por Murgueitio (2021, p.24), denominado “Mejoramiento productivo en el área de soldadura para camioneta Wingle aplicando herramientas lean: VSM, 9’S, KAIZEN en la Empresa CIAUTO” se realizó la implementación de técnicas Lean Manufacturing, logrando aumentar la productividad de 27 unidades con un tack time de 15:40 min a 34 unidades con un tack time de 12:30.
- En el siguiente trabajo de titulación realizado por Quispe & Tello (2020, p.23), denominado” Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de postcosecha de la empresa Floricola Nevado Roses de la ciudad de Salcedo para el mejoramiento productivo” a través de la implementación de las herramientas Lean se logró reducir el lead time de 133,34 min a 116,71 min donde en términos de mejora productiva se incrementó de 1,5 tallos/min a 1,71 tallos/min.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la empresa

La empresa de balanceados “AVICOPROEC” se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo cantón Guano en el barrio Santa Teresita tal como lo muestra la ilustración 1-3.

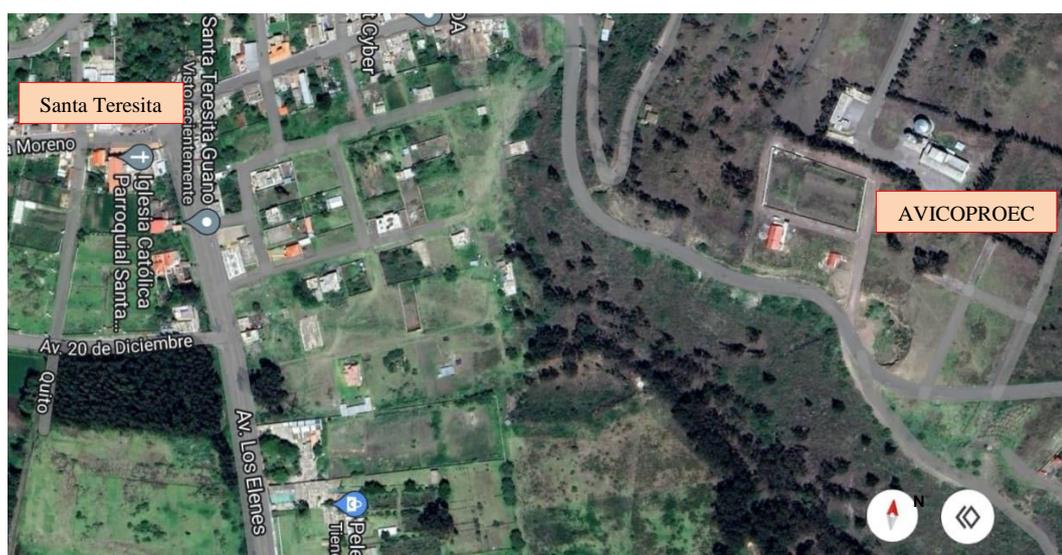


Ilustración 1-3: Ubicación de AVICOPROEC.

Fuente: Google Maps, 2022.

3.2. Tipo de Estudio

El presente trabajo de titulación es de carácter técnico que se realiza en la planta de balanceados “AVICOPROEC”, donde se pretende mejorar la productividad a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing por medio del VSM actual para analizar la situación actual de la empresa, VSM mejorado para evaluar las mejoras, diagramas de procesos, diagramas de recorrido, Kaizen para coordinar los equipos de trabajo y aplicación de las 9s para crear un ambiente de labores más confortable a través de la organización, limpieza y mantenimiento.

3.3. Tipo de Investigación

3.3.1. Investigación cuantitativa

Se aplica el tipo de investigación cuantitativa al momento de realizar la recolección de datos proporcionados por la empresa con la ayuda de diferentes herramientas que permiten analizar estos datos estadísticamente para que sea verificado mediante los indicadores de productividad y gráficas de las 9S y definir numéricamente distintos tipos de sistemas o procesos de la producción.

3.3.2. Investigación Descriptiva

Para detallar las condiciones actuales de la empresa es necesario el uso de la investigación descriptiva para conocer a fondo como se desarrollan los procedimientos definiendo así las actividades, operarios, procesos y tiempos, de tal manera que nos permite conocer también los factores que afectan la productividad dentro de la empresa. de manera general

3.3.3. Investigación de Campo

Este tipo de investigación es aplicada para realizar un diagnóstico a la empresa ya que existe la posibilidad de obtener datos directamente de cada una de las áreas y puestos de trabajo mediante la observación directa, para determinar cómo es el entorno de trabajo, infraestructura y procesos y demás indicadores que permiten realizar la evaluación general de la empresa.

3.4. Metodología

3.4.1. Método deductivo-inductivo

Debido a que las conclusiones siguen a las premisas, por lo tanto, los argumentos son verdaderos y las conclusiones acertadas se desarrollaron el método deductivo inductivo. En este proyecto de titulación las conclusiones de mejoras que se obtiene son mediante una investigación de campo donde se logró determinar que el tiempo de producción es elevado en varias estaciones del proceso de balanceados de la línea Pellet.

3.4.1.1. Estudio

Se efectúa la estandarización de la producción mediante el diagrama de procesos con lo cual se llega a los tiempos de fabricación y a un takt time, consecuentemente se determina cual estación genera más problemas para implementar las mejoras continuas.

3.4.1.2. Comprensión

Una vez identificado que existen movimientos innecesarios como resultado de la falta de organización en los puestos de trabajo y la escasa señalización se comprende cuál es su origen para implementar las mejoras con carácter cuantitativo, en otras palabras, comprobar mediante un estudio estadístico el nivel de la mejora alcanzada.

3.4.1.3. Realización

Después del análisis estadístico se ejecuta la mejora continua de adecuación de los puestos de trabajo, aplicación de tarjetas rojas, elaborar e implementar un manual de limpieza y posteriormente capacitar al personal sobre el mismo, señalización, para luego ser evaluada mediante la herramienta del VSM mejorado y verificado mediante los indicadores de productividad y gráficas de las 9S, asimismo verificar si existen mejoras después de la implementación y se aumentó la productividad

3.5. Técnicas

3.5.1. Observación científica

Para conocer cada una de las actividades que se desarrollan en la empresa “AVICOPROEC” ubicada en el cantón Guano barrio Santa Teresita es necesaria la recopilación de datos para lo cual se utilizó la observación científica permitiendo de esta manera detallar paso a paso los procedimientos realizados en cada área de trabajo durante un día de trabajo, los operarios encargados, tiempos e identificar de manera visual el método de trabajo utilizado como se muestra en la ilustración 2-3.



Ilustración 2-3: Observación científica

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.5.2. *Cronometraje*

Se utiliza el método de cronometraje para determinar el tiempo de cada una de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de producción, esto se lo realiza tomando el tiempo de cada operación con un cronómetro corrigiendo el tiempo obtenido en base al desempeño con el que el operario ha llevado a cabo dicha operación. Para realizar el análisis es necesario realizar varias mediciones en distintas etapas de la jornada a diferentes operarios que realizan la actividad para obtener el tiempo más real posible como se muestra en la ilustración 3-3.



Ilustración 3-3: Cronometraje.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6. **Diagnóstico de situación actual**

3.6.1. *Mapa de procesos*

En la Ilustración 4-3 se observa el mapa de procesos del balanceado pellet, clasificándolos en estratégicos, productivos, y de apoyo, mismos que tienen como objetivo satisfacer las necesidades de los clientes entregando un producto de calidad.

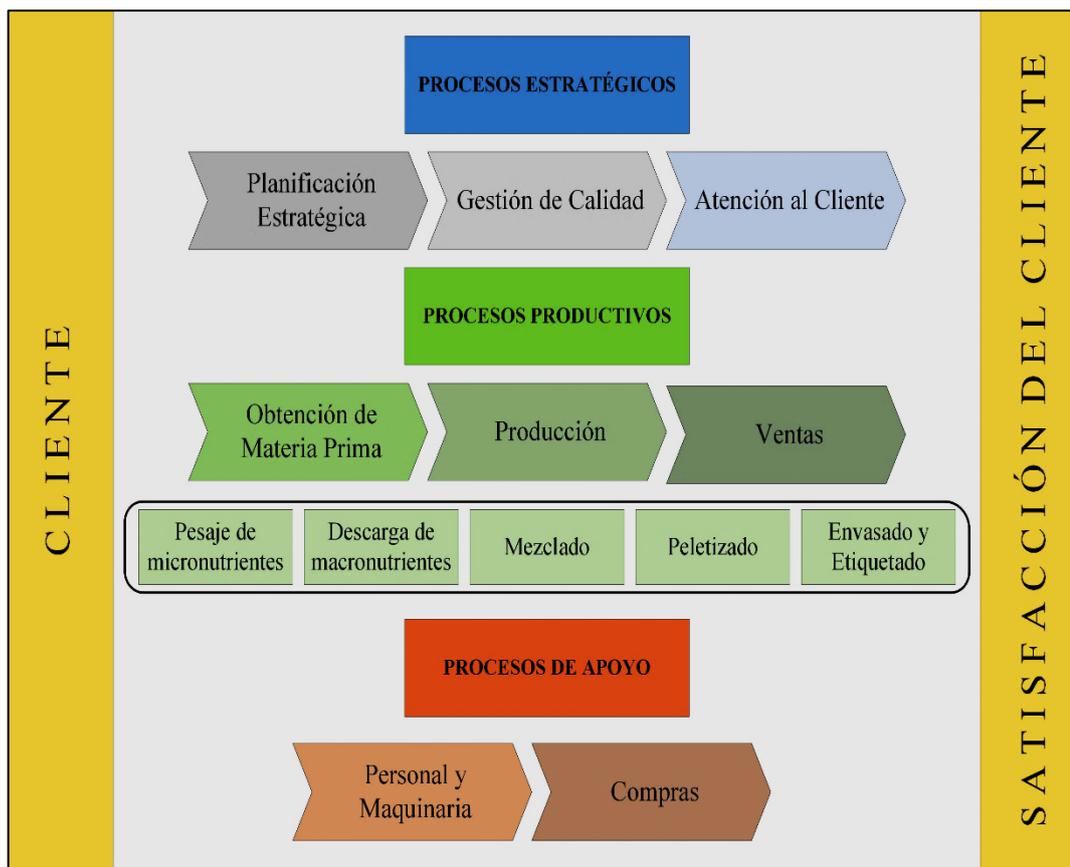


Ilustración 4-3: Mapa de Procesos

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2. Descripción de los puestos de trabajo

En la elaboración del balanceado tipo pellet se utilizan varios puestos de trabajo que van desde la recepción de la materia prima a los silos de almacenaje, pesaje de micronutrientes, tolva de descarga de macronutrientes, mezcladora, peletizadora y por el ultimo envasado y etiquetado de producto terminado.

3.6.2.1. Puesto de recepción de materia prima

En este lugar de trabajo se recibe la soya y maíz para posteriormente ser transportada mediante elevadores a los silos para su distribución a las diferentes líneas de producción, en la ilustración 5-3 se puede visualizar los silos de descarga de materia prima.



Ilustración 5-3: Silos de descarga de materia prima

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2.2. Puesto de pesaje de micronutrientes

En este puesto de trabajo se pesan los micronutrientes de acuerdo con el producto que se va a fabricar para posteriormente ser llevados hacia la mezcladora, en la ilustración 6-3 se puede visualizar el entorno laboral pesaje de micronutrientes y en la tabla 1-3 las actividades.

Tabla 1-3: Actividades del puesto de pesaje de micronutrientes.

N°	Actividades
1	Verificación de pedido y hoja de formula
2	Inspección visual de Micronutrientes
3	Pesaje de micronutrientes
4	Colocar micronutrientes en envase o saco
5	Traslado a la siguiente área

Fuente: Londo, J., Monserrate, G., (2022).



Ilustración 6-3: Entorno laboral pesaje de micronutrientes

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2.3. Puesto de descarga de macronutrientes

En este lugar de trabajo se introducen y se pesan los macronutrientes como maíz, soya, afrecho, polvillo, carbonato y también otros elementos importantes dependiendo el tipo de balanceado que se va a producir para posteriormente ser transportados mediante elevadores a la mezcladora, en la ilustración 7-3 se puede visualizar la tolva de descarga y en la tabla 2-3 las actividades.

Tabla 2-3: Actividades del puesto de descarga de macronutrientes.

N°	Actividades
1	Verificación de pedido y hoja de formula
2	Inspección visual de Macronutrientes
3	Transporte de materia prima de bodega hasta área de tolva de descarga (Manual)
4	Pesaje de macronutrientes (desde tolvas - control transportador de piso)
5	Adición de materias primas
6	Traslado a la siguiente área (elevador)

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.



Ilustración 7-3: Tolva de descarga de macronutrientes

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2.4. Puesto de la mezcladora

En este espacio de trabajo la principal función es receptor todos los macro y micronutrientes para posteriormente mezclarlos y una vez acabado este proceso este producto es llevado mediante un elevador a la peletizadora, en la ilustración 8-3 se puede visualizar la mezcladora y en la tabla 3-3 las actividades.

Tabla 3-3: Actividades del puesto de la mezcladora.

N°	Actividades
1	Adición de Melaza
2	Adición de Aceite
3	Mezcla de componentes
5	Traslado a la siguiente área (elevador)

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.



Ilustración 8-3: Mezcladora

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2.5. Puesto de peletizadora

En este puesto de trabajo un operario va controlando el tamaño del pellet dependiendo del producto que se vaya a producir y también calcula la temperatura dentro de la máquina la cual no debe ser mayor a 75 °C, en la ilustración 9-3 se puede visualizar la peletizadora y en la tabla 4-3 las actividades.

Tabla 4-3: Actividades del puesto de la peletizadora.

N°	Actividades
1	Inspección visual y control de peletizadora
2	Peletizado
3	Inspección visual de tamaño y color de balanceado
4	Traslado a la siguiente área (elevador)

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.



Ilustración 9-3: Mezcladora

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.2.6. Puesto de envasado y etiquetado

En este espacio de trabajo el pellet llega a una tolva de producto terminado y mediante dos operadores van envasando y etiquetando el balanceado dependiendo del tipo que se haya producido, posteriormente se transporta al área de bodega, en la ilustración 10-3 se puede visualizar la máquina envasadora y en la tabla 5-3 las actividades.

Tabla 5-3: Actividades del puesto de envasado y etiquetado.

Nº	Actividades
1	Inspección visual de sacos y etiquetas
2	Envasado (40kg)
3	Cosido de sacos
4	Colocar en pallet
5	Traslado al área de almacenamiento (Montacargas)

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.



Ilustración 10-3: Máquina envasadora

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.3. Diagrama de flujo

Se realiza el análisis correspondiente de las actividades principales que se realizan en los puestos de trabajo para elaborar el diagrama de flujo donde se detallan las actividades que son competencia tanto de la gerencia, jefe de control de calidad y personal de producción, desde la entrega de orden de producción hasta el almacenamiento de producto terminado dando a conocer de manera sencilla el proceso de la producción de Balanceado presentación pellet, como se muestra en la Ilustración 11-3.

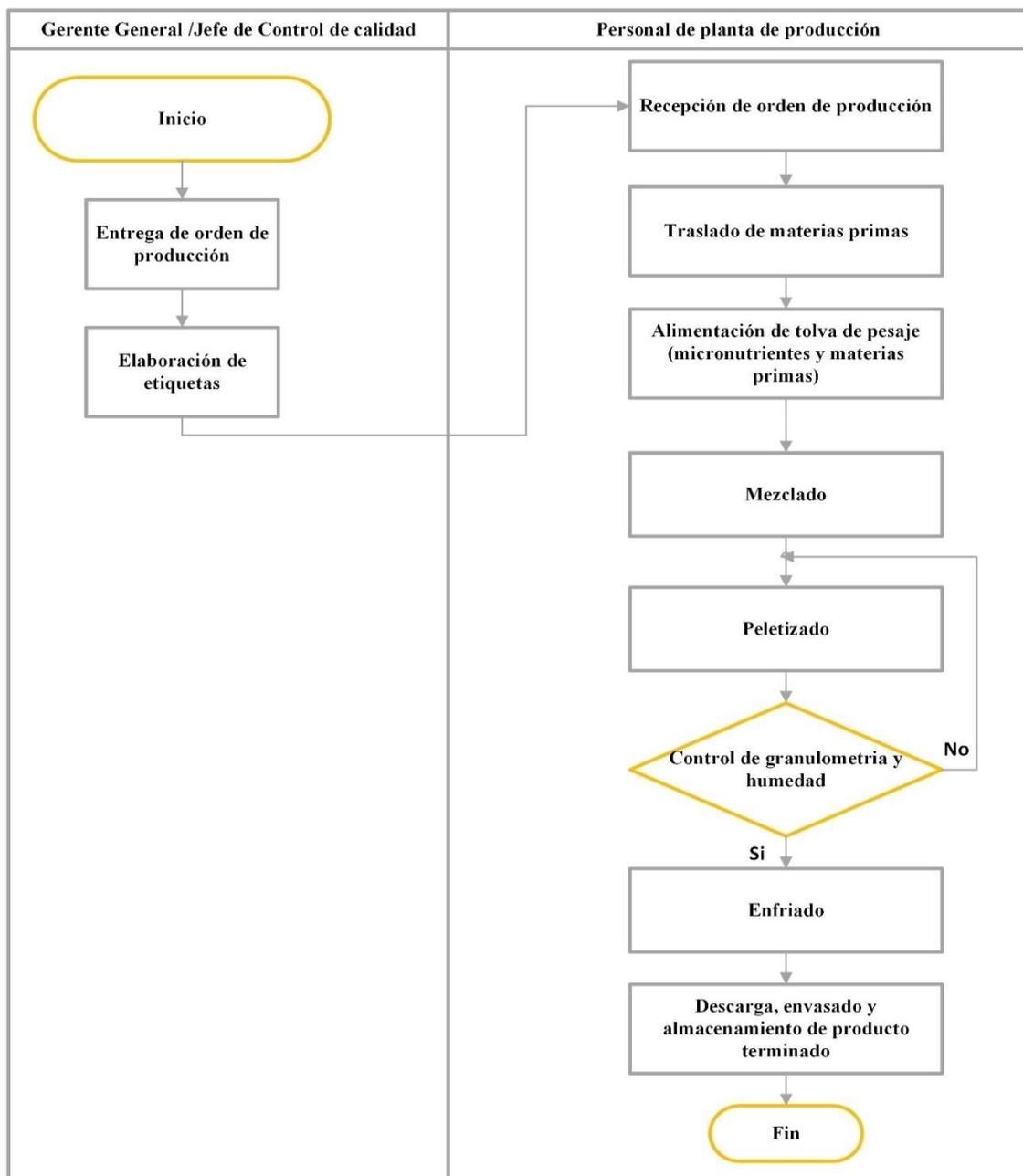


Ilustración 11-3: Diagrama de análisis del proceso.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.6.4. Diagrama de análisis del proceso de los productos de la línea pellet.

Se diseña el diagrama de análisis del proceso tipo hombre, identificando cada una de las operaciones que integran la línea de producción de balanceado pellet. Se diseñará los diagramas de forma gráfica en orden secuencial y cronológica, usando las simbologías principales, operación, inspección, transporte, demora y almacenaje.

Diagrama de análisis del Proceso tipo hombre				
Lugar:	Empresa de balanceados "AVICOPROEC"		Departamento:	Producción
Método:	Actual		Realizado por:	Monserate Gilson Londo Jenifer
Producto:	Balanceado - Pellet		Fecha:	25/5/2022
Operación:	Producción de Balanceado		Diagrama N°:	01
Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo	Descripción	
22,471			Colocar el dado de acuerdo al producto que se va a producir	
14,649			Inspección de dado de pelletizadora	
0,174	17,4		A la bodega de Aditivos (Micronutrientes)	
7,699			Inspección de aditivos	
0,309			Inspección de hoja de datos	
2,460			Pesaje de aditivos (Micronutrientes)	
0,427			Pone en un saco o recipiente	
0,174	17,4		A la tolva de descarga con recipiente de micronutrientes	
0,185	6,2		A la bodega de materias primas	
0,185	6,2		Lleva materias primas hasta tolva de descarga	
2,706			Espera que se descargue Materiales de tolvas (Maiz, Soya, Afrecho)	
3,232			Adición de materias primas (Micro y macro nutrientes)	
4,725			Espera que el material pase a la tolva de alivio	
0,6	65,4		A la bodega de melaza	
4,388			Recoge melaza para transportar	
0,174	65,4		A la tolva de descarga	
0,272			Espera mientras se hace el mezclado	
0,302			Adición de melaza	
0,302			Adición de aceite	
2,116			Espera mientras se transporta hasta la pelletizadora	
27,568			Pelletizar	
4,33			Inspección de tamaño y color de balanceado	
38,06			Espera mientras pasa la mezcla por el enfriador, zaranda, hasta la tolva de envasado	
0,221			Envasado	
0,147			Cosido de sacos	
1,875			Colocar en el pallet	
0,513	10,9		Transporte hasta bodega de producto terminado	
2,065	11,9		Almacenamiento de producto terminado	

Ilustración 12-3: Diagrama de análisis del proceso.
Realizado por: Londo, J., Monserate, G., 2022.

Posteriormente se encuentra la Ilustración 13-3, en la cual se resumen cada una de las operaciones, el tiempo y la distancia correspondiente, así como los totales de cada una de tal forma que se determina el tiempo total del proceso.

Tabla 6-3: Resumen del Diagrama de análisis del proceso.

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		11		62,282
Transporte		4	17,4	18,385
Demora		6		47,899
Inspección		5		26,987
Almacenaje		1		2,065
Total		27	17,4	157,618

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.7. Número de Ciclos para cronometraje

En primera instancia se revisan los instructivos de trabajo verificando que se estén realizando de forma correcta para obtener los tiempos con la utilización de la técnica de cronometraje, a su vez se estima el número de ciclos necesarios para el estudio, lo cual se realiza basándose en la tabla de General Electric mostrado en la Ilustración 14-3.

Tabla 7-3: Número de ciclos – General Electric.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Niebel, (2009)

Basado en el tiempo promedio obtenido de 9,55min del área de pesaje de micronutrientes el cual corresponde al área de trabaja con menor tiempo en las operaciones que se desarrollan en este,

por lo tanto, observamos que de acuerdo con la Tabla de General Electric para un intervalo de 5 a 10 minutos se recomienda cronometrar 10 ciclos.

3.8. Toma de tiempos en cada área de producción

La toma de tiempos se lo realizó con el cronómetro, se registró el tiempo de cada operación en las diferentes áreas identificadas anteriormente para obtener los tiempos normales como se observa en el Anexo A.

A continuación, se muestra en la tabla 6-3 el resumen con los tiempos promedios los que servirán para el cálculo del tiempo normal.

Tabla 8-3: Tiempos en cada área de producción.

Área de trabajo	Toma de tiempo (min)										T Promedio (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Micronutrientes	12,059	11,003	10,870	10,252	11,106	11,328	11,144	11,555	12,036	11,191	11,254
Descarga de macronutrientes	35,536	35,641	37,575	36,742	35,725	38,995	36,939	36,428	37,395	38,143	36,912
Mezcladora	17,992	18,088	17,826	17,860	17,770	18,015	17,950	18,130	18,051	18,034	17,972
Peletizadora	62,320	62,245	66,576	70,131	61,359	61,419	62,328	61,092	61,307	58,968	62,775
Envasado y Etiquetado	26,096	25,578	24,128	28,424	24,126	25,280	26,520	26,763	26,414	27,370	26,070

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.9. Tiempo Productivo

Para este análisis es necesario cronometrar aquellas actividades que no aportan al proceso productivo sean reuniones o tiempo destinado a la alimentación de los operarios asimismo las actividades que son necesarias como el mantenimiento, prueba del anillo de pellet, estas no aportan directamente a la producción, pero son importantes para el correcto funcionamiento del proceso.

A partir de esto se procede a calcular el tiempo disponible considerando una jornada laboral de 8 horas, como se muestra en la tabla 7-3.

Tabla 9-3: Tiempos disponibles de las áreas de micronutrientes, paletizado y envasado.

Área micronutrientes			
Nº	Actividad	Tiempo	Tiempo disponible
1	Reunión	10 min	7,33 horas
2	Transporte de recipientes necesarios	5 min	
3	Llenado de recipientes de micronutrientes entre pesaje	10 min	
4	Limpieza	15 min	
Total		40 min	
Área peletizadora			
Nº	Actividad	Tiempo	Tiempo disponible
1	Reunión	10 min	7,25 horas
2	Prueba de anillo de la peletizadora	10 min	
3	Control de granulometría	10 min	
4	Limpieza	15 min	
Total		45min	
Área de envasado			
Nº	Actividad	Tiempo	Tiempo disponible
1	Reunión	10 min	7,65 horas
2	Transportar sacos y etiquetas	5 min	
3	Verificación de estado de cosedora	6 min	
Total		21 min	

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.10. Análisis estadístico del Tiempo de Producción.

El control estadístico del proceso (SPC), se utiliza para controlar procesos en base al tiempo, de producción. De tal manera que permite medir el desempeño de los procesos de producción permitiendo evaluar de mejor manera las operaciones y que estas a su vez permitan satisfacer los requerimientos diarios.

3.10.1. Gráfica de Medias (\bar{x}) - Límites de control

Establecemos los límites de control superior e inferior con las siguientes formulas:

$$LCS = \bar{x} + A_2R \quad (7)$$

$$\text{Línea central} = \bar{x}$$

$$LCI = \bar{x} - A_2\bar{R} \quad (8)$$

Donde:

\bar{x} = Media

A_2 = Factores

R = Rango

LCS = Límite de control superior

LCI =Límite de control inferior

Tabla 10-3: Tiempo medio de producción observado

Observaciones (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo de producción (xi) (min)	154,003	152,555	156,975	163,409	150,085	155,037	154,880	153,968	155,203	153,706

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

A partir de los datos observados procedemos a realizar el cálculo de la media, que corresponde a la línea central de la carta de control, aplicando la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (9)$$

$$\bar{x} = \frac{154,003 + 152,555 + 156,975 + 163,409 + 150,085 + 155,037 + 154,880 + 153,968 + 155,203 + 153,706}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{1549,821}{10}$$

$$\bar{x} = 154,982 \text{ min}$$

Para obtener el factor A_2 se utiliza a tabla 9-3, por lo tanto, con un tamaño de muestra de 10 el valor del factor A_2 utilizado en los cálculos posteriores es 0,308.

Tabla 11-3: Valores de los factores de media.

Tamaño de la muestra, n	Factor de la media, A_2	Rango superior, D_4	Rango inferior, D_3
2	1.880	3.268	0
3	1.023	2.574	0
4	.729	2.282	0
5	.577	2.115	0
6	.483	2.004	0
7	.419	1.924	0.076
8	.373	1.864	0.136
9	.337	1.816	0.184
10	.308	1.777	0.223
12	.266	1.716	0.284

Fuente: Heizer, J., Render, B. (2009)

Además, se realiza el cálculo del Rango, para esto se resta el valor mínimo del conjunto de datos del valor máximo de las observaciones.

En la tabla 8-3 se encuentran los datos observados de los cuales el valor mínimo es 139,079 min y el valor máximo de 158,881 min, entonces:

$$R = X_{max} - X_{min} \bar{R} \quad (10)$$

$$R = 163,409 - 150,085$$

$$R = 13,324 \text{ min}$$

Una vez establecidas las ecuaciones procedemos al cálculo de los límites de control aplicando las ecuaciones 7 y 8:

$$LCS = \bar{x} + A_2R \quad (11)$$

$$LCS = 154,982 \text{ min} + 0,308 (13,324)$$

$$LCS = 159,086 \text{ min}$$

$$LCI = \bar{x} - A_2\bar{R} \quad (12)$$

$$LCS = 154,982 \text{ min} - 0,308 (13,324)$$

$$LCS = 150,878 \text{ min}$$

Finalmente se encuentran los resultados para realizar la gráfica de control en la tabla 10-3.

Tabla 12-3: Cálculo de Límites superior e inferior para carta de control de producción de balanceado pellet.

Observaciones	Tiempo (min)	\bar{x} (min)	LCS (min)	LCI (min)	Rango (min)
1	154,003	154,982	159,086	150,878	13,324
2	152,555	154,982	159,086	150,878	13,324
3	156,975	154,982	159,086	150,878	13,324
4	163,409	154,982	159,086	150,878	13,324
5	150,085	154,982	159,086	150,878	13,324
6	155,037	154,982	159,086	150,878	13,324
7	154,880	154,982	159,086	150,878	13,324
8	153,968	154,982	159,086	150,878	13,324
9	155,203	154,982	159,086	150,878	13,324
10	153,706	154,982	159,086	150,878	13,324

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Se realiza una evaluación a los productos tipo Pellet en base al tiempo que demora la producción por tonelada de producto obteniendo el cuadro de control que permite observar el comportamiento de los datos donde la línea de color naranja muestra la línea de tendencia central correspondiente al tiempo promedio de 154,982min, los límites de control superior de 159,086min y el límite de control inferior de 150,878 min. En la Ilustración 15-3 se observa que el proceso no está controlado por lo cual es necesario el estudio y tomar acciones correctivas.

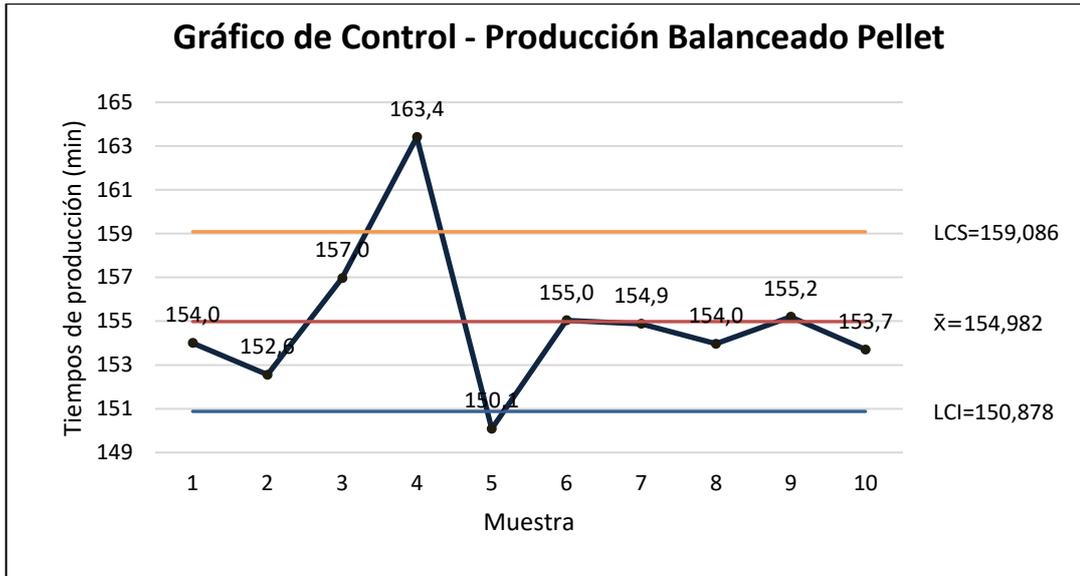


Ilustración 13-3: Gráfico de control – Tiempo de producción.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.11. Cálculo tiempo Takt en la producción de balanceado Pellet

Es necesario establecer el ritmo de producción por lo cual se calcula el tiempo Takt, este se refiere a la velocidad con la que se debe producir de tal manera que se satisfaga la demanda del cliente, este valor es hallado mediante ecuación 5 como se muestra a continuación.

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible de producción de balanceados pellet}}{\text{Demanda del cliente}} \quad (13)$$

$$TT = \frac{420 \text{ min}}{3 \text{ toneladas}}$$

$$TT = \frac{140 \text{ min}}{\text{tonelada}} = 2,58 \text{ horas/ton}$$

Tabla 13-3: Cálculo tiempo Takt para balanceado Pellet

Jornada laboral	8	Horas/Turno
Tiempo de almuerzo	1	Horas/Turno
Número de turnos	1	Turno Diario
Tiempo disponible	7	Horas/Turno
Tiempo disponible	420	Min/Turno
Días hábiles por mes	20	Días al mes
Demanda diaria	3	Toneladas/día
Tiempo Takt	140	Min/Ton
	2,58	Segundos/Ton

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

El tiempo takt del proceso de producción es de 140 minutos por tonelada es decir que este es el tiempo con el que se mueve el proceso de producción, permitiendo hacer una relación de con el tiempo ciclo observado.

Tabla 14-3: Tiempo medio de producción vs Takt time del balanceado pellet

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo de producción (min)	154,003	152,555	156,975	163,409	150,085	155,037	154,880	153,968	155,203	153,706
Takt Time (Min)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

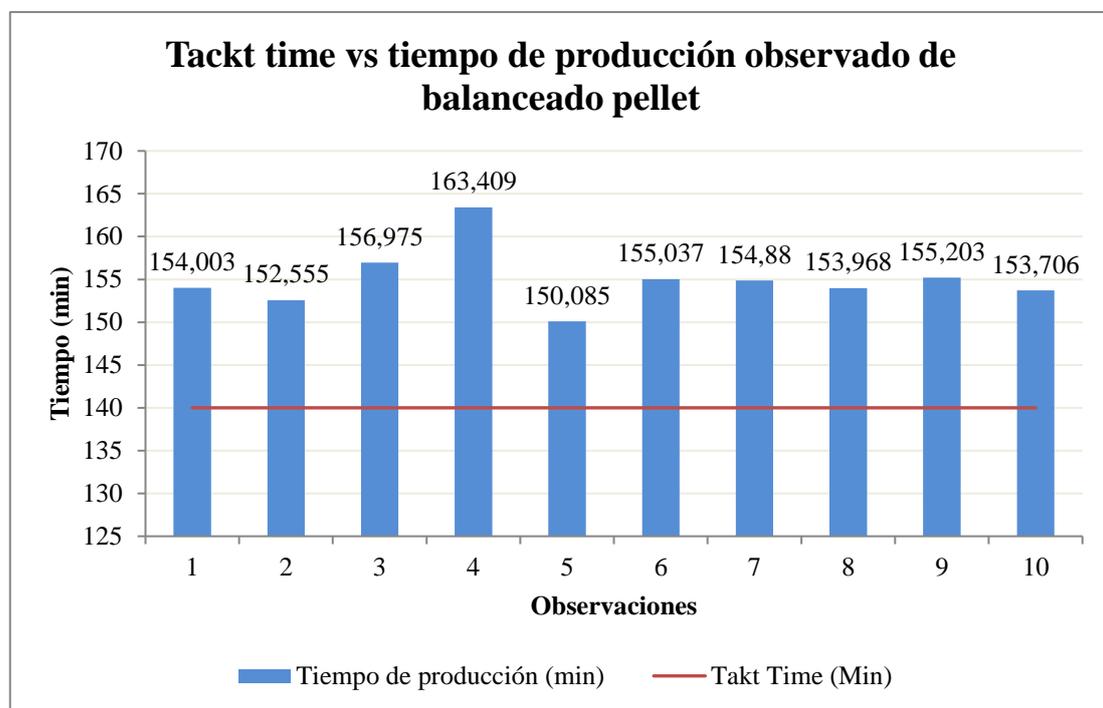


Ilustración 14-3: Gráfico Takt time vs Tiempo de Producción

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

En la Ilustración 15-3 se observa que los tiempos observados no cumplen con la velocidad de producción que requiere el proceso lo que provoca retrasos en la entrega de productos lo que representa una pérdida significativa para la empresa puesto que al no cumplir la demanda esperada por el cliente el tiempo adicional de producción representa un costo que la empresa debe cubrir y que no ha alcanzado con el método actual.

Se realiza la comparación con el takt time de 140 min/ton es decir que en 420 minutos disponibles al día se deben producir 80 sacos de 40 kg para cumplir la demanda, por otro lado la media de los tiempos de producción observados es de 154,982 min/ton, manteniendo esta media de producción

al día representan 72 sacos de balanceado es decir 8 sacos menos de lo que exige la demanda y tomando como referencia que un saco de balanceado en el mercado cuesta en promedio \$28 lo que representa \$224 de pérdida para la empresa.

3.12. Análisis de productividad en la línea de balanceado Pellet

Para calcular la productividad se utiliza la relación entre la producción de 1 tonelada de balanceado pellet y el tiempo medio de producción medio obtenido en la Tabla 10-3 correspondiente a 154,982 min que equivalen a 2,58 horas para aplicar la ecuación 1 correspondiente a productividad.

$$Productividad = \frac{Producción\ requerida}{Tiempo\ de\ producción} \quad (14)$$

$$Productividad = \frac{1\ tonelada}{2,58\ h}$$

$$Productividad = 0,38\ toneladas\ por\ hora$$

Se realiza el análisis de la productividad en función al tiempo de producción por parada obtenido para el análisis VSM como resultado se obtiene una productividad en relación con tiempo de producción de 0,40 toneladas por hora, lo que representa 71 sacos de balanceado al día y 1425 sacos de balanceado al mes.

3.13. 9S inicial

Se realiza una evaluación inicial del cumplimiento de las 9S dentro de la planta de producción, así como en el área administrativa por medio de un checklist, que consta de la descripción del parámetro a cumplir, la calificación de 0 a 5 detallado en la tabla 16-3 y una posible mejora a corto plazo como se muestra en el Anexo B.

Tabla 15-3: Criterios de evaluación Checklist 9S

Criterio	Puntuación
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1
Muy deficiente	0

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Una vez realizada la evaluación se obtienen los porcentajes de cumplimiento en un día normal de trabajo para Seiri de 45%, Seiton 40%, Seiso 60%, Seiketsu 55%, Shitsuke 60%, Shikari 60%, Shitsukoku 70%, Seisho 70% y Seido 72%. Con los resultados obtenidos el porcentaje de cumplimiento es menor al 80% el cual es lo mínimo para considerar que se aplica la filosofía lean de manera eficiente por lo que se reafirma la necesidad de implementar las 9S, estos porcentajes se muestran gráficamente en la ilustración 17-3.

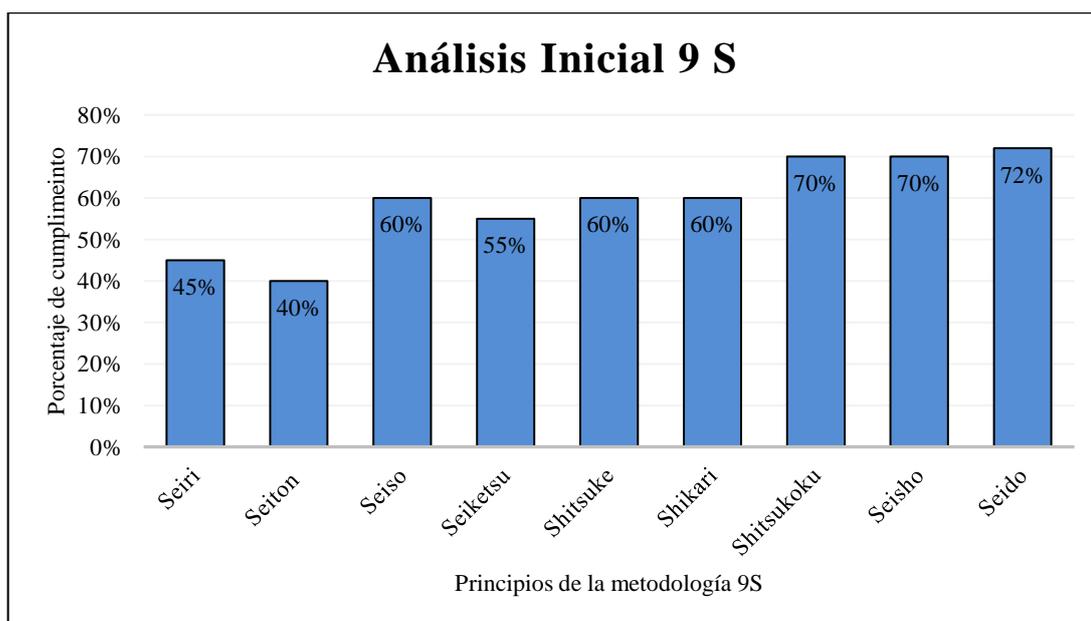


Ilustración 15-3: Análisis Inicial 9S

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Al realizar el análisis se determina que los parámetros de Clasificar (Seiri) con un 45 % de cumplimiento y Seiton (Organizar) con 40%, son los que menos puntaje se obtuvo porque se identificaron elementos que no tienen un lugar adecuado para cada uno además de la presencia de elementos innecesarios o que no se usan frecuentemente, además que la señalización requiere de una actualización para delimitar las diferentes áreas.

3.14. VSM inicial

Para elaborar el VSM es necesario definir el producto que la empresa requiere que se estudie, en el caso de AVICOPROEC se ha determinado que se requiere mejorar la productividad en la línea de alimentos balanceados para pollos en presentación pellet, esto se lo realiza en tres etapas, selección del producto, identificación de procesos y simbología, elaboración del mapa de valor expuesto en la Ilustración 17-3.

3.14.1. Selección del Producto

La selección del producto para el estudio se realizó con la observación de aquel producto que para esto se debe elegir el producto a estudiar en función de las necesidades de la empresa, por lo tanto, la elección se hace de acuerdo con la cantidad de productos por cada presentación como se muestra en la tabla 14-3:

Tabla 16-3: Selección del producto

Producto	Presentación		
	Pellet	Crumble	Harina
Broiler Pre - inicial		X	
Broiler Inicial		X	
Broiler Crecimiento	X		
Broiler Engorde	X		
Cerdas Gestación	X		
Cerdas Lactante	X		
Cerdos Inicial	X		
Cerdos Engorde	X		X
Cerdos Crecimiento	X		X
Vacas Lecheras	X		

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Como resultado del análisis la mayoría de balanceados se producen en presentación pellet por lo tanto esta línea de productos será elegida para el estudio tomando en cuenta que las estaciones de trabajo y número de actividades en su mayoría se desarrollan para procesar este tipo de producto.

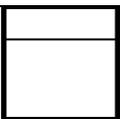
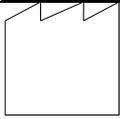
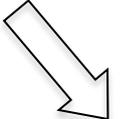
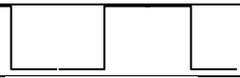
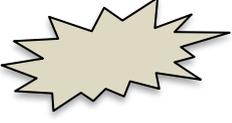
3.14.2. VSM del proceso de producción

Se realizó un mapa de valor general para conocer el tiempo total de producción, el flujo de información, así como el flujo de materiales para identificar con mayor facilidad aquellos factores que producen retrasos a fin de proponer las posibles mejoras en la producción, se procede a la elaboración del mapa como se lo puede apreciar en la siguiente tabla 15-3 donde se detallan los principales elementos para realizar el mapa de valor de valor usando la siguiente simbología.

- Proceso de Producción
- Proveedor y Cliente
- Información del proceso
- Número de operarios

- Flujo de información
- Flujo de materiales
- Flujo de materias primos y productos terminados
- Demora
- Línea de Tiempo
- Transporte entre estaciones
- Idea Kaizen

Tabla 17-3: Selección del producto

Símbolo	Nombre	Descripción
	Proceso de Producción	Indica el puesto de trabajo o la actividad de análisis.
	Proveedor y Cliente	Indica el área o puesto de trabajo de dónde va el material y al que se dirige.
	Información del proceso	Indica la actividad que se desarrolla, operarios, tiempo disponible, tiempo ciclo.
	Número de operarios	Indica el número de operarios en cada puesto de trabajo
	Flujo de información	Indica la información necesaria para coordinar pedidos y la producción.
	Flujo de materiales	Indica como se trasladan los materiales entre cada uno de los procesos.
	Flujo de materias primos y productos terminados	Indica hacia que área o puesto de trabajo se envía el producto terminado y materia prima.
	Demora	Indica errores o factores que afectan el flujo normal de los procesos.
	Línea de Tiempo	Indica el tiempo ciclo de cada proceso.
	Transporte entre estaciones	Representa el transporte entre los diferentes puestos de trabajo.
	Idea Kaizen	Indica la posible mejora en la respectiva estación.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.14.3. Elaboración del VSM Inicial del proceso de producción

Se realizó el VSM inicial en el cual se ubica el tiempo de ciclo de cada área de trabajo, además, un total de 7 operarios distribuidos en cada área de producción, teniendo un tiempo disponible de las instalaciones de 420 min y un tiempo de valor agregado de 147,58 min detallado en la Ilustración 18-3. Así mismo se identificaron las partes del proceso donde se plantean ideas de mejora: Implementación de tachos de almacenamiento de micronutrientes, implementación de señalética, delimitación de puestos de trabajo, Implementación de una tabla de muestras.

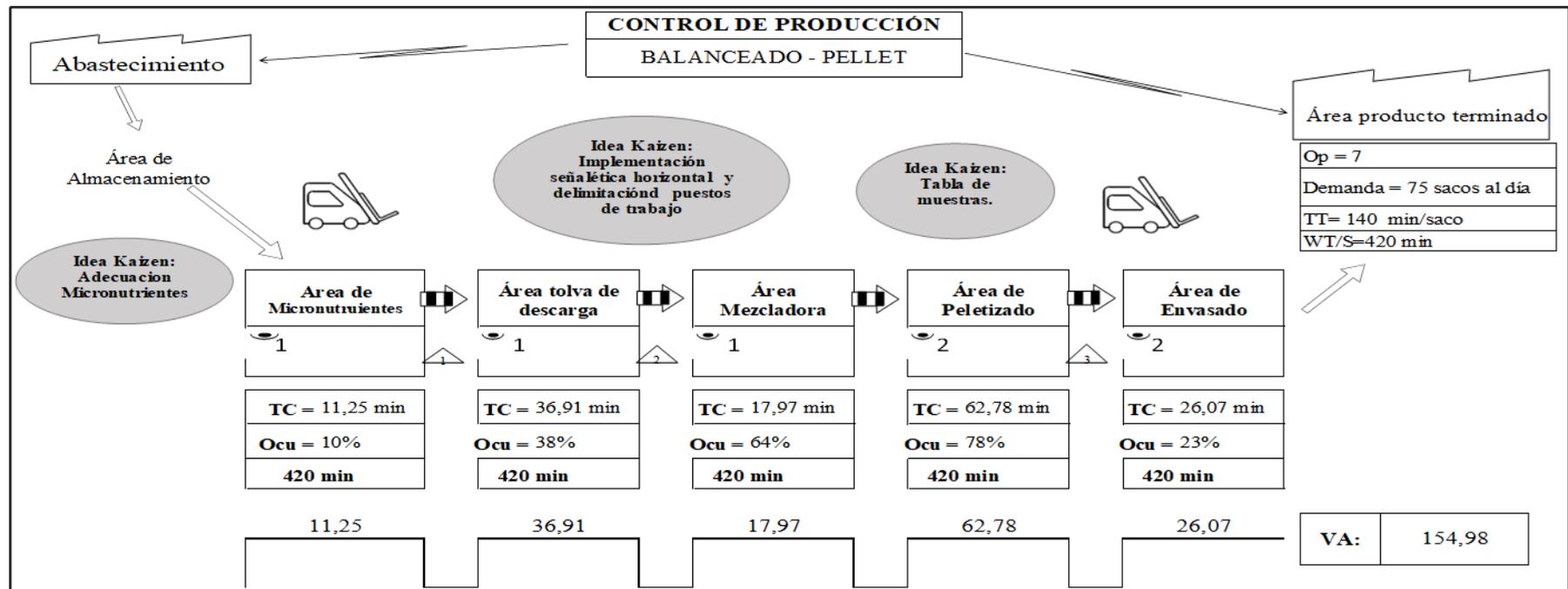


Ilustración 16-3: VSM Inicial

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

3.15. Diseño Metodológico para mejora de la productividad de balanceado tipo pellet

Para la implementación de las herramientas o metodologías Lean Manufacturing empleadas en las mejoras se coordina de una forma óptima los pasos a seguir para la mejora de la productividad tal como se muestra en la Ilustración 19-3.

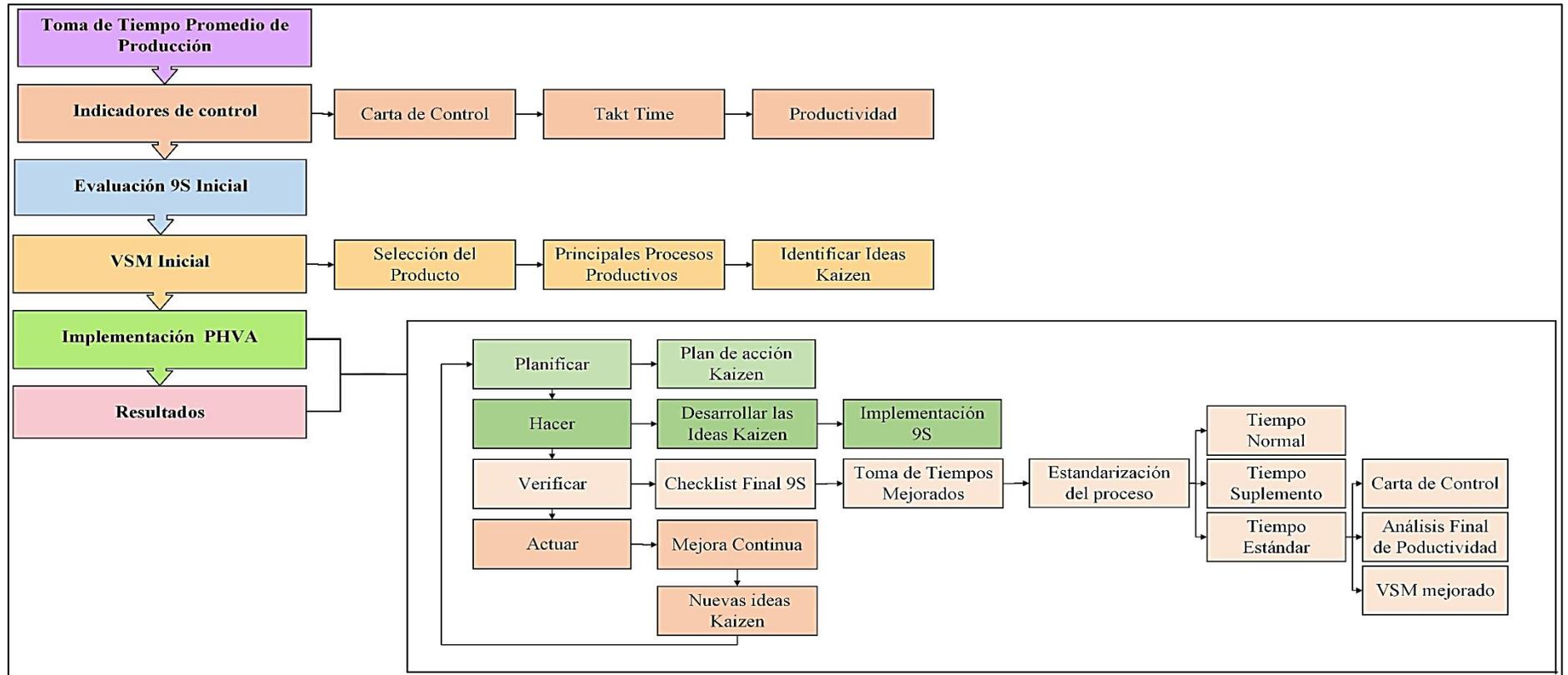


Ilustración 17-3: Diagrama de flujo para la implementación de las mejoras.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., .2022.

CAPÍTULO IV

4. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Implementación de Kaizen

Para la implementación de la herramienta Kaizen se utiliza el ciclo de DEMING, esto nos permitirá resolver de una manera más ordenada los problemas a solucionar con las ideas Kaizen planteadas en cada área de trabajo para lo cual se tendrán cuatro fases a considerar:

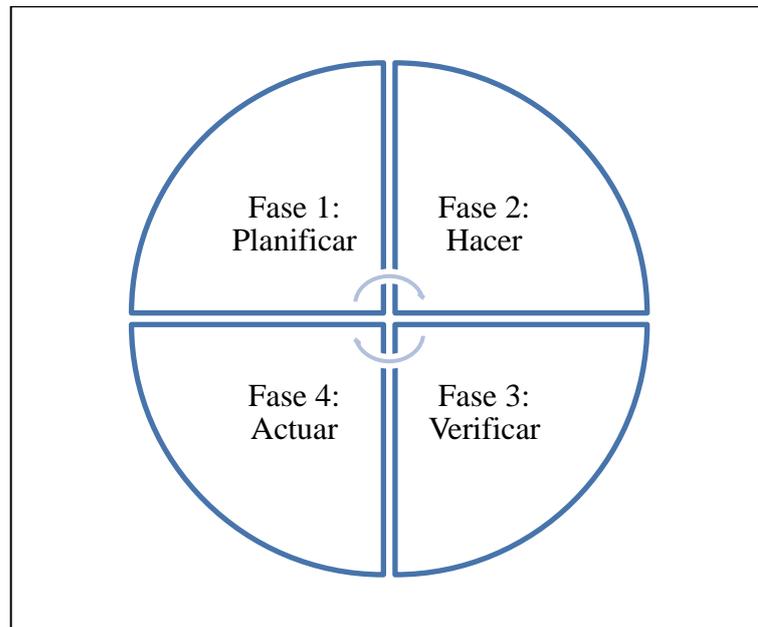


Ilustración 1-4: Reuniones para coordinar estrategias de trabajo.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.2. Planificar: Plan de acción Kaizen

Una vez analizada la situación inicial del sistema de producción y haber tomado los tiempos de los procesos en cada puesto de trabajo se evidencio que en algunas áreas de trabajo existen problemas en los tiempos de procesos, los cuales están fuera del límite de la estandarización hecha por la misma empresa y donde se enfocaran las mejoras a realizar, a continuación, se muestra el Pan de acción Kaizen a desarrollar como se muestra en el Anexo C.

Tabla 1-4: Plan de acción Kaizen.

PLAN DE ACCIÓN KAIZEN		
	Encargados:	Gilson Monserrate, Jenifer Londo
	Área:	Planta de producción “AVICOPROEC”
	Objetivo:	Mejorar la productividad del proceso de producción de balanceado pellet en la empresa de Balanceados “AVICOPROEC”
Planificar	Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Socializar con el personal tanto administrativo como de producción la metodología a Implementar. • Definir ideas de mejora Kaizen • Establecer un cronograma de actividades • Establecer actividades de mejora basados en la metodología 9 S • Capacitar al personal sobre los cambios que se realizarán en la planta de producción. • Determinar indicadores de medición y de control para saber si existe o no mejora. • Comunicar resultados de la mejora alcanzada con los colaboradores involucrados.
	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Planta física de producción • Oficina administrativa • Material y equipo de oficina (Computador, Impresora, Internet) • Documentación de procesos y métodos de trabajo • Material para la implementación • Personal Administrativo y de producción.
	Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de ideas Kaizen • Implementación 9S
Hacer	Inicio	• 09 de Julio de 2022
	Fin	• 30 de Julio de 2022
Verificar	Seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de Tiempos estándar mejorados • Carta de control de tiempos de producción mejorados • Indicador de productividad • Cheklist para evaluar mejora alcanzada con 9S • VSM mejorado
Actuar	Mejora Continua	• Realizar una nueva evaluación para verificar que los procesos sean correctos e identificar nuevas y mejores estrategias para aumentar la productividad en la línea de Balanceados Pellet.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.3. Hacer: Desarrollo de las Ideas Kaizen

Posteriormente a la planificación se procede a implementar las mejoras en las áreas ya identificadas, en la siguiente tabla se describe las mejoras a implementar en cada puesto de trabajo y los beneficios que esto trae a los trabajadores y la empresa “AVICOPROEC”.

Tabla 2-4: Descripción de los problemas en los puestos de trabajo y mejoras a implementar

No.	Puesto de trabajo	Descripción de los problemas	Mejora	Beneficios	Instrumentos	Indicador
1	Todos.	Debido al tiempo que lleva funcionando la empresa la señalética se encuentra en mal estado.	Implementación de nueva señalética en cada puesto de trabajo.	Visualmente los operarios podrán identificar la señalética para prevenir riesgos en el puesto de trabajo.	Norma INEN 439:1984	Cartas de control, ilustración 6-4.
2	Pesaje de micronutrientes.	No se cuenta con los suficientes tachos de almacenamiento, la distribución de los tachos no es la adecuada.	Adecuación del puesto de trabajo.	El trabajador tendrá una mejor visibilidad de los tachos de almacenamiento y mayor movilidad.	Metodología de las 9S	Comparación Check List inicial y final de las 9S, ilustración 4-4.
3	Todos.	Debido al tiempo que lleva funcionando la empresa, la delimitación de puestos de trabajo y ano se visualiza.	Mantenimiento de la señalética de seguridad de los pisos.	Contribuye a mantener el orden de los materiales y facilitar la coordinación al momento de realizar las operaciones.	Norma técnica NTP 399.010-1	Cartas de control, ilustración 6-4.
4	Peletizado	En el puesto de trabajo de peletizado sucede un tiempo excesivo al momento del control de granulometría y color.	Implementación de tabla de muestras de los productos pellet.	El trabajador podrá por sí mismo verificar el tamaño y color correcto de los productos pellet.	Norma INEN 618 1981-3	Cartas de control, ilustración 6-4.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

La reubicación y reemplazo de señalética en mal estado se lo realizó con el fin de que el personal que ingresa a la planta de producción tenga mayor visibilidad de la señalización para prevenir accidentes, dado que permiten la orientación hacia vías de evacuación y la ubicación de equipos.

4.3.1. Implementación de las mejoras

Tabla 3-4: Implementación de señalética vertical según la norma INEN 439:1984

Proceso anterior	Proceso mejorado
<p>Señaléticas en mal estado debido por falta de mantenimiento.</p> 	<p>Nuevas señaléticas implementada.</p> 

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Uno de los principales puestos de trabajo en el que se identificaron movimientos innecesarios por mala distribución es el puesto de pesaje de micronutrientes, no se cuenta con los suficientes para ordenar de mejor manera cada uno de los micronutrientes, además de la escasa señalización, y falta de espacio por contar con elementos innecesarios lo que impedía la movilidad del operario provocando mayores de tiempo de pesaje.

Tabla 4-4: Adecuación de la bodega área de micronutrientes

Proceso anterior	Proceso mejorado
<p>Falta de espacio, recipientes escasos, elementos innecesarios.</p> 	<p>Nuevos tachos de almacenamiento y una distribución que permite movilidad al operario</p> 

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

La delimitación de los puestos de trabajo permite tener un trabajo más ordenado lo que le permite al personal de producción un trabajo más ágil y coordinar de mejor manera sus actividades.

Tabla 5-4: Mantenimiento de la señalética de seguridad de los pisos según la Norma técnica NTP 399.010-1.

Proceso anterior	Proceso mejorado
<p>Desgaste de las delimitaciones de los pisos debido a la falta de mantenimiento.</p> 	<p>Pisos debidamente delimitados.</p> 

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Por último, se implementa una tabla de muestras de los productos pellet en el puesto de trabajo correspondiente a la peletizadora donde se da la inspección de granulometría y color, esta servirá como guía al momento de realizar el control de calidad.

Tabla 6-4: Tabla de muestras para inspección de los productos de balanceado pellet.

Proceso anterior	Proceso mejorado
<p>Falta de una tabla de muestras de los productos que se elaboran.</p> 	<p>Implementación de la tabla de muestras de los productos pellet.</p> 

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4. Hacer: Implementación de las 9S

Una de las herramientas de mejora establecida en el plan de Acción Kaizen son las 9S, que a partir del diagnóstico inicial no se cumplían Satisfactoriamente lo que ocasiona un aumento en los tiempos de producción. Por lo tanto, el primer paso es la implementación en diferentes fases de esta herramienta para lo cual se realiza la descripción en la siguiente tabla:

4.4.1. Aplicación Seiri

El principal aspecto de la primera S es separar aquellos elementos necesarios y no necesarios del área de trabajo de la línea de producción de balanceados pellets se realizan diferentes actividades por lo tanto se debe evitar que existan materiales que obstaculicen el paso y que no entorpezcan el desarrollo de las actividades, se identificaron materiales innecesarios:

Tabla 7-4: Aplicación del Seiri

Elemento Innecesario	Ubicación	Causa de almacenamiento	Acción sugerida	Responsable
Sacos usados	Junto al área de descarga de macronutrientes	Reutilización y venta	Retirar del área de descarga de macronutrientes	Tesistas Operarios
Pallets innecesarios	Junto a la bodega de Materias Primas	Servirán como base para el almacenamiento de Materia Prima	Retirar de la bodega de materia primas mientras no están en uso	Tesistas Operarios
Herramientas	Junto a la bodega de micronutrientes	Se requieren en el área de peletizado	Ubicar en la caja de herramientas existente junto a la peletizadora	Tesistas Operarios
Elementos de limpieza (Escobas y recogedores)	Dispersas en las diferentes áreas de trabajo	Limpieza del puesto de trabajo	Establecer un lugar adecuado para colocar estos elementos después de ser utilizados.	Tesistas Operarios

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

En esta primera fase se implementaron la tarjeta Roja para identificar los elementos, para aquellos elementos que obstruyan el paso, material clasificado como innecesario, o material necesario que no se está usando, por lo tanto, se deben retirar inmediatamente, esto permite que la clasificación se lo realice de mejor manera además que permiten controlar que las diferentes herramientas y elementos estén en el lugar adecuado.

Tabla 8-4: Aplicación del Seiri

Antes de la mejora	Después de la mejora
	

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4.2. Aplicación Seiton (Ordenar) y Seiso (Limpiar)

Una vez identificados los elementos necesarios e innecesarios e los debe ordenar de tal manera que sean fácilmente identificados por el operario en el momento que requiera para que se un trabajo más ágil.

Tabla 9-4: Aplicación del Seiri

Área de Trabajo	Acción Realizada	Responsable
Pesaje de micronutrientes	Ordenar cada uno de los aditivos en diferentes tachos con su respectiva identificación Señalización del área de trabajo	Operario encargado del área de trabajo. Tesistas
Descarga de macronutrientes	Ordenar los sacos de materia prima. Colocar los pallets que no se utilizan en el lugar designado Señalización del área de trabajo	Operario encargado del área de trabajo. Tesistas
Peletizadora	Ordenar los anillos para peletizado y las herramientas en el lugar designado	Operario encargado del área de trabajo.
Envase y etiquetado	Ordenar el lugar de los sacos para el envasado.	Operario encargado del área de trabajo.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

En la tabla 9-4 se muestra el antes y después de ordenar donde se evidencia la implementación realizada

Tabla 10-4: Aplicación de Seiton

Antes de la mejora	Despues de la mejora
	

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Una vez ordenado es imprescindible mantener un régimen de limpieza que debe ser organizado, estableció que al final de la jornada los operarios deben realizar las acciones de limpieza en cada puesto de trabajo:

- Retirar polvo del piso
- Limpieza de la mesa de trabajo de micronutrientes
- Limpieza de balanzas
- Retirar polvo de las herramientas
- Depositar basura en los tachos designados

Se trabaja con un horario estableciendo responsables de la limpieza diario después de la jornada de trabajo el cual debe ser controlado usando el modelo propuesto mostrado en la Tabla 10-4.

Tabla 11-4: Horario de limpieza

		Empresa de Balanceados "AVICOPROEC" Control de Limpieza				
Fecha	Encargado	Área de Pesaje de micronutriente	Área de descarga de macronutrientes	Mezcladora	Peletizadora	Envase y etiquetado
	Oscar Yupanqui		X			
	Fausto Quinatoa			X	X	
	Segundo Pumagualli	X				X

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4.3. Aplicación Seiketsu (Control Visual) y Shitsuke (Disciplina)

En esta fase se requiere la participación de todos los operarios para que se mantengan las tres primeras S de tal manera que las áreas de trabajo permanezcan limpias y ordenadas logrando el compromiso de cada uno para arreglar los elementos necesarios cumplir con el horario de limpieza y colocar cada cosa en su lugar designado.

Tabla 12-4: Implementación Seiketsu, y Shitsuke

Acción Realizada	Responsable
Educar al personal mediante la socialización acerca de los procedimientos de limpieza, así como el control que ese llevará acabo.	Jefe de producción
Proveer de recursos necesarios para la implementación.	Gerencia
Dotar de equipos de protección y ropa de trabajo que debe ser controlado.	Gerencia - Jefe de producción
Asumir las designaciones para labores de limpieza fomentando la repetitividad en actividades de tal manera que se convierta en un hábito.	Operarios
Puntualidad en su horario de trabajo y respetar los procedimientos establecidos.	Operarios
Usar los espacios adecuados para alimentación y de vestuario	Operarios
Usar correctamente el equipo de protección	Operarios
Asegurarse de cumplir con el orden y limpieza de su puesto de trabajo.	Operarios
Control Visual de las implementaciones	Jefe de Producción – Operarios designados

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Tabla 13-4: Aplicación Seiketsu, y Shitsuke

Antes de la mejora	Después de la mejora
	

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4.4. Aplicación Shikari (Constancia) y Shitsokoku (Compromiso)

Los aspectos que definen el éxito o fracaso del programa recaen significativamente en estos aspectos porque serán los que definan la continuidad de la filosofía Lean Manufacturing implementadas.

Tabla 14-4: Aplicación Seiketsu, y Shitsuke

Acción Realizada	Objetivo
Reunión diaria antes de la jornada para comunicar: - Los objetivos de producción - Los cambios en la empresa si existen modificaciones de los procesos o nuevas metas a cumplir	Trabajar en un ambiente colaborativo fomentando la participación de los operarios
Informe de los avances conseguidos después de las mejoras	Conseguir que los operarios se sientan involucrados con el crecimiento de la empresa
Reunión semanal antes de la jornada donde los operarios expresan sus opiniones, nuevas ideas, así como críticas que aporten a la mejora continua.	Mejorar las condiciones de trabajo en cuanto a procesos, métodos de trabajo y en general al ambiente de trabajo.
Incentivos para operarios: - Reconocimiento por el trabajo realizado frente a los demás operarios - Eventos de integración	Lograr su compromiso de manera más eficiente

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4.5. Aplicación Seishoo (Coordinación)

Existe la debida coordinación en la planta de producción, puesto que se maneja dentro de los estándares de calidad adecuados para sus productos por lo cual las tareas para esta fase son:

- Mantener reuniones antes de la jornada laboral agregando las ideas de mejora y presentando resultados obtenidos en actividades investigación para fortalecer la coordinación.
- Coordinar nuevas y mejores estrategias de mejora.
- Divulgación de la planificación de producción con el fin de conocer etapas de mantenimiento, procedimientos de producción y recursos a utilizar.



Ilustración 2-4: Reuniones para coordinar estrategias de trabajo.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.4.6. Aplicación Seido (Estandarización)

La estandarización permite que determinar procedimientos de trabajo adecuados para la producción de balanceados, esta última S pretende que se dé el cumplimiento de las fases a anteriores para lo cual se utiliza el checklist como se muestra en el Anexo D para la evaluación de cumplimiento de cada fase, esto con el propósito de alcanzar la homogeneidad de los tiempos de producción, así como alcanzar la calidad requerida puesto que el objetivo es que no exista desfases en los tiempos de cada una de las actividades detalladas en los instructivos de trabajo

4.5. Verificar: Método mejorado

Para verificar las mejoras implementadas serán de acuerdo con varios métodos de comprobación puesto que cada una posee diferentes características de aplicación en cada puesto de trabajo.

4.5.1. Análisis Final 9S

Después de la implementación es necesario realizar la evaluación, En el Anexo D se puede observar la evaluación después de la implementación en base al checklist planteado en la que se estableció el porcentaje de cumplimiento como se observa en la ilustración3-4:

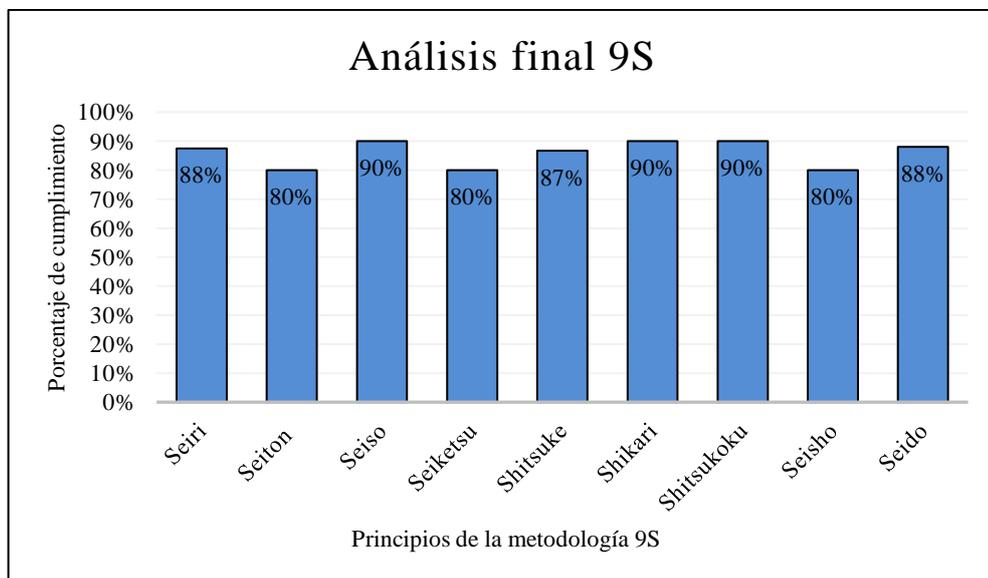


Ilustración 3-4: Evaluación Final 9S

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

La Auditoria final refleja buenos resultados después de la implementación principalmente que cada una de la fases alcanza por lo menos el mínimo de cumplimiento que es del 80% lo que indica que las acciones tomadas permitieron crear hábitos de orden y limpieza que permiten desarrollar el trabajo de mejor manera, así podemos rescatar principalmente las tres primeras S de Seiri de 45% a 88%, Seiton 40%, a un 80%, Seiso 60% a 90%, Seiketsu 55% a 80%, Shitsuke 60% a 87%, shikari 60% a 90%, Shitsukoku 70% a 90%, Seisho 70% a 80% y Seido 72% a 88%.

Una vez realizadas las mejoras se incrementó el porcentaje de cumplimiento como se muestra gráficamente en la ilustración 4-4.

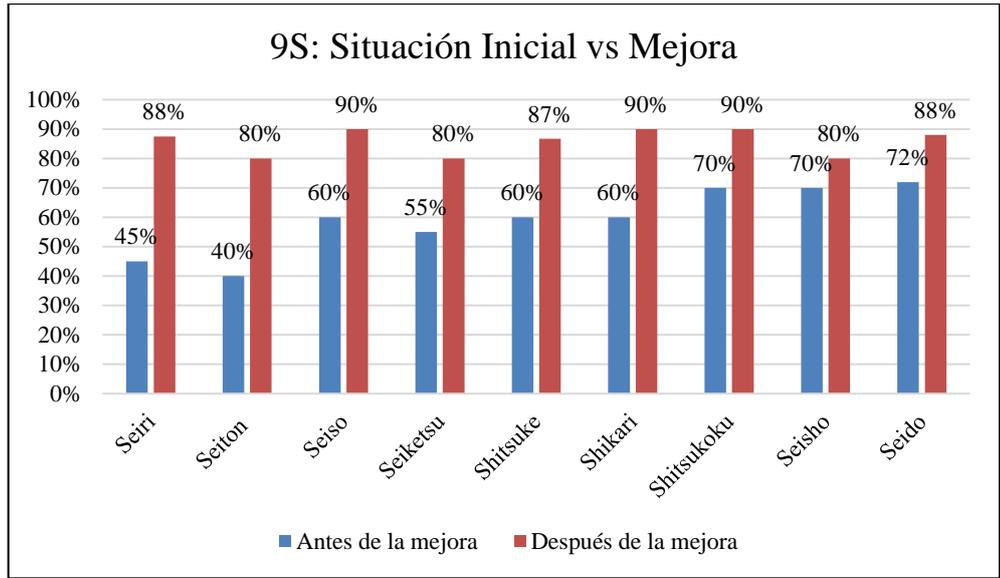


Ilustración 4-4: Antes y después de la mejora 9S

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

De igual forma se observa la calificación final o porcentaje de cumplimiento total de las 9S Inicial y Final obtenido a partir del checklist utilizado, en el cual se determinaron 170 puntos posibles, de los cuales el 9S inicial obtuvo una calificación total de 76 y el 9S Final de 146 lo que se observa a continuación en la Tabla 14-4 y gráficamente la comparación en la Ilustración 5-4.

Tabla 15-4: Comparación de puntos obtenidos en el análisis 9S inicial y Final

Ánálisis 9S	Puntos posibles	Puntos obtenidos	Porcentaje de cumplimiento
Inicial	170	96	56%
Final	170	146	86%

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

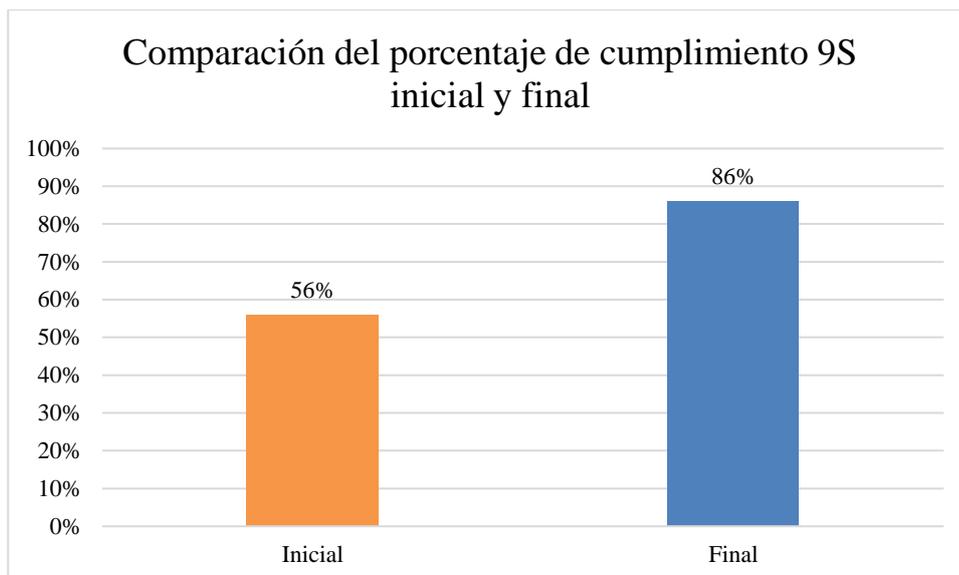


Ilustración 5-4: Comparación del nivel de cumplimiento de las 9S Inicial y Final

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.2. Tiempo promedio de producción mejorado

La tabla 15-4 muestra los tiempos promedio en minutos obtenidos para cada área de trabajo, se utilizó la técnica de cronometraje para obtener 10 observaciones del proceso después de implementar las mejoras.

Tabla 16-4: Tiempos promedio de producción mejorado

Área de trabajo	Toma de tiempo (min)										T Promedio (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Micronutrientes	8,247	8,254	8,264	8,268	8,353	8,229	8,329	8,332	8,189	8,211	8,268
Descarga de macronutrientes	33,258	34,432	33,525	33,570	34,124	34,111	33,373	33,567	33,387	33,552	33,690
Mezcladora	17,250	17,017	16,995	16,988	16,905	17,175	17,134	16,989	16,778	16,989	17,022
Peletizadora	51,110	50,739	51,773	53,135	51,730	51,647	52,084	52,800	52,954	52,777	52,075
Envasado	23,268	23,723	23,619	22,967	23,687	23,847	23,670	23,190	23,178	23,164	23,431

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.3. Estandarización del Proceso

Para obtener el tiempo estándar se requiere de cálculos preliminares calcular el tiempo normal y los tiempos suplementarios para después aplicar la ecuación correspondiente.

4.5.3.1. Tiempo normal

Se determinó el tiempo normal en el que los operarios realizan las actividades a un ritmo normal de trabajo, calculado en base a la ecuación 3.

Tabla 17-4: Cálculo del tiempo normal

Puestos de trabajo	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)
Pesaje de Micronutrientes	8,268	TN = 8,268 x 1 = 8,268
Descarga de macronutrientes	33,690	TN = 33,690 x 1 = 33,690
Mezcladora	17,022	TN = 17,022 x 1 = 17,022
Peletizadora	52,075	TN = 52,075 x 1 = 52,075
Envasado	23,431	TN = 23,431 x 1 = 23,431

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.3.2. Tiempo suplementario u holguras

Se recolecta la información por medio de la observación directa para determinar los principales suplementos los cuales se los cuantifican por medio de la tabla 1-2 de la Organización Internacional del trabajo. Luego de realizar la valoración de cada uno de los suplementos, estos deben estar expresados en porcentaje para su adición al tiempo normal, después de realizar el análisis respectivo se determina los tiempos suplementarios para cada una de las áreas de trabajo como se muestra en la tabla 17-4:

Tabla 18-4: Tiempos suplementarios de cada área de trabajo.

SUPLEMENTOS									
Área de trabajo	Necesidades personales	Base por fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Uso de fuerza	Concentración intensa	Ruido	Total	Indicador %
Micronutrientes	5	4	2	0	0	2	0	13	13%
Descarga de macronutrientes	5	4	2	0	1	0	0	12	12%
Mezcladora	5	4	0	0	0	0	0	9	9%
Peletizadora	5	4	2	0	0	0	0	11	11%
Envasado y Etiquetado	5	4	2	0	1	0	0	12	12%

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.3.3. Cálculo de tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar se requiere de la ecuación 4, donde se relaciona el tiempo normal y el tiempo de los suplementos, la tabla 18-4 muestra los resultados del cálculo de tiempo estándar para cada puesto de trabajo de acuerdo con las ecuaciones determinadas anteriormente.

Tabla 19-4: Cálculo del tiempo estándar.

Puestos de trabajo	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)
Pesaje de Micronutrientes	8,268	8,268	0,13	TS = 8,268 x (1+0,13) = 9,342
Descarga de macronutrientes	33,690	33,690	0,12	TS = 33,690 x (1+0,12) = 37,733
Mezcladora	17,022	17,022	0,09	TS = 17,022 x (1+0,009) = 18,554
Peletizadora	52,075	52,075	0,11	TS = 52,075 x (1+0,11) = 57,803
Envasado	23,431	23,431	0,12	TS = 23,431 x (1+0,12) = 26,243

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.4. Gráfica de Medias (\bar{x}) - Límites de control tiempo mejorado

Tabla 20-4: Tiempo medio de producción observado

Observaciones (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo de producción (x _i) (min)	133,133	134,165	134,175	134,927	134,8	135,009	134,59	134,879	134,486	134,693

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

A partir de los datos observados procedemos a realizar el cálculo de la media, que corresponde a la línea central de la carta de control, aplicando la ecuación 9:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (15)$$

$$\bar{x} = \frac{133,133 + 134,165 + 134,175 + 134,927 + 134,8 + 135,009 + 134,59 + 134,879 + 134,486 + 134,693}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{1344,857}{10}$$

$$\bar{x} = 134,486 \text{ min}$$

Para obtener el factor A_2 se utiliza a tabla 9-3, por lo tanto, con un tamaño de muestra de 10 el valor del factor A_2 utilizado en los cálculos posteriores es 0,308.

Además, se realiza el cálculo del Rango, para esto se resta el valor mínimo correspondiente a 133,133 del valor máximo 135,009 del conjunto de datos reemplazando en la ecuación 10.

$$R = X_{max} - X_{min}\bar{R} \quad (16)$$

$$R = 135,009 - 133,133$$

$$R = 1,876min$$

Asimismo, se realiza el cálculo de los límites de control aplicando las ecuaciones 7 y 8:

$$LCS = \bar{x} + A_2R \quad (17)$$

$$LCS = 134,486 min + 0,308 (1,876)$$

$$LCS = 135,064min$$

$$LCI = \bar{x} - A_2\bar{R} \quad (18)$$

$$LCS = 134,486 min - 0,308 (1,876)$$

$$LCS = 133,908min$$

Mediante el cálculo se obtiene un tiempo promedio de producción de 134,486 min mostrado en la tabla 20-4, el cual es menor al tiempo promedio obtenido antes de las mejoras que fue de 147,582 min del estudio inicial, esto debido a que se han evitado actividades innecesarias o se las realiza con menor frecuencia.

Tabla 21-4: Tiempos de producción mejorados de la línea de balanceados Pellet

Observaciones	Tiempo (min)	\bar{x}	LCS	LCI	Rango
1	133,133	134,486	135,064	133,908	1,876
2	134,165	134,486	135,064	133,908	
3	134,175	134,486	135,064	133,908	
4	134,927	134,486	135,064	133,908	
5	134,799	134,486	135,064	133,908	
6	135,009	134,486	135,064	133,908	
7	134,590	134,486	135,064	133,908	
8	134,879	134,486	135,064	133,908	
9	134,486	134,486	135,064	133,908	
10	134,693	134,486	135,064	133,908	

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Como se observa en la carta de control el proceso está mucho más controlado puesto que los datos están distribuidos en un rango muy pequeño de 1,877min, en un intervalo de 133,908 min a 135,064 min. Se puede evidenciar también que al iniciar la jornada los tiempos de producción son relativamente más bajos y con el pasar de las horas este aumenta, aun así, se mantienen dentro de los límites de control mostrado en la Ilustración 6-4.

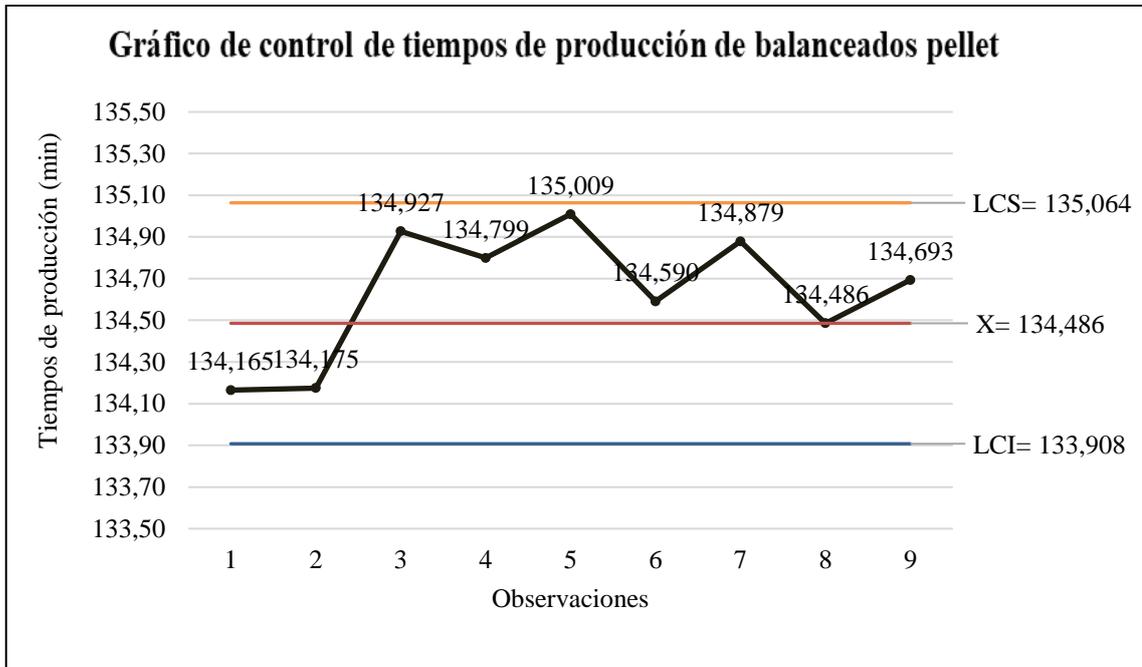


Ilustración 6-4: Gráfico de control – tiempos mejorados

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.5. Comparación Takt Time con tiempo promedio de producción mejorado.

El tiempo takt del proceso de producción es de 140 minutos por tonelada es decir que este es el tiempo con el que se mueve el proceso de producción, permitiendo hacer una relación de con el tiempo ciclo observado.

Tabla 22-4: Tiempos de producción mejorados

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo de producción (min)	133,133	134,165	134,175	134,927	134,799	135,009	134,590	134,879	134,486	134,693
Takt Time (Min)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

En la Ilustración se observa que los tiempos observados después de las mejoras cumplen con la velocidad producción óptima para cumplir con la demanda del cliente de esta manera se comprueba que el orden y limpieza puede influir en los tiempos de producción.

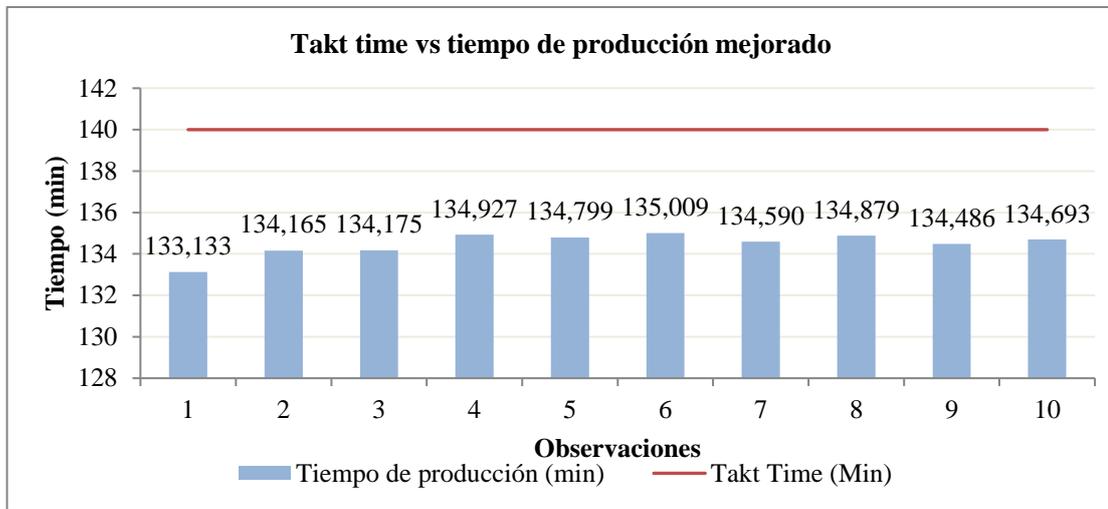


Ilustración 7-4: Gráfico Takt Time vs Tiempos de producción mejorados

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

Por otro lado, se realiza la comparación con el takt time de 140 min/ton es decir que en 420 minutos disponibles al día se deben producir 80 sacos de 40 kg para cumplir la demanda después de implementarse la mejora el tiempo medio de producción es de 134,486 min/ton permitiendo tener una producción de 83 sacos diarios es decir 3 sacos más de lo requerido obteniendo un beneficio de \$84 al día y de \$1680 al mes con un precio de referencia de mercado de \$28.

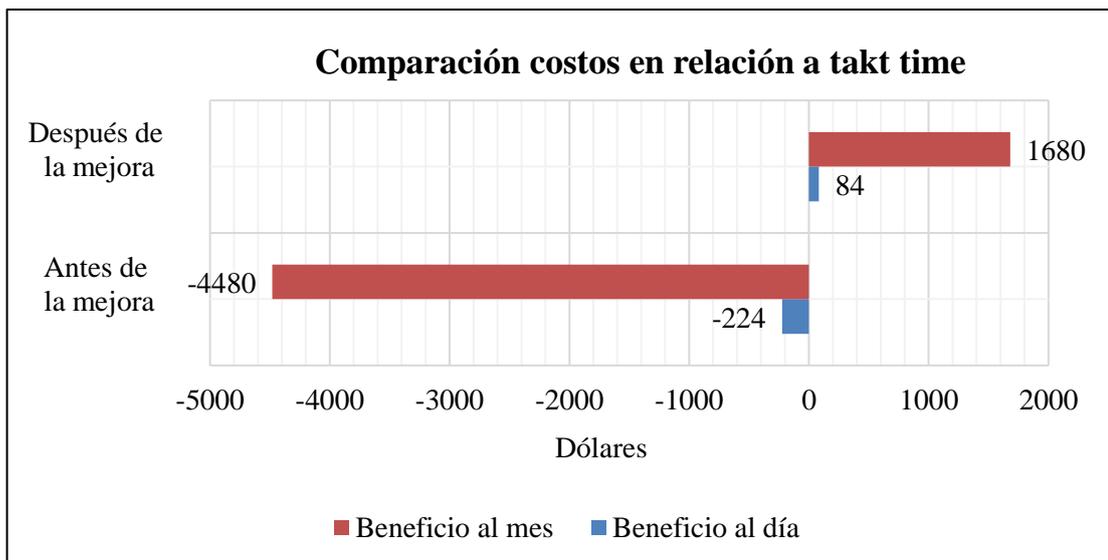


Ilustración 8-4: Comparación de costos con relación al Takt Time

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.6. Análisis de productividad de la línea de balanceado Pellet

Para calcular la productividad aplicamos la ecuación y usamos el tiempo estandarizado para las operaciones que es de 149,675 min que equivalen a 2,31 horas que demora la producción.

$$Productividad = \frac{Producción}{Tiempo} \quad (19)$$

$$Productividad = \frac{1 \text{ toneladas}}{2,49 \text{ h}}$$

$$Productividad = 0,40 \text{ toneladas por hora}$$

Después de calcular el indicador de productividad en relación con la producción de balanceado requerida y el tiempo estandarizado de 2,49 horas se obtiene un valor de productividad de 0,40 toneladas/hora, que representan 75 sacos de balanceado de 80 kg por hora y 1503 sacos de balanceado pellet al mes por lo tanto, existe una mejora de la productividad de la línea de balanceados Pellet, lo que se muestra gráficamente en la Ilustración 8-4.

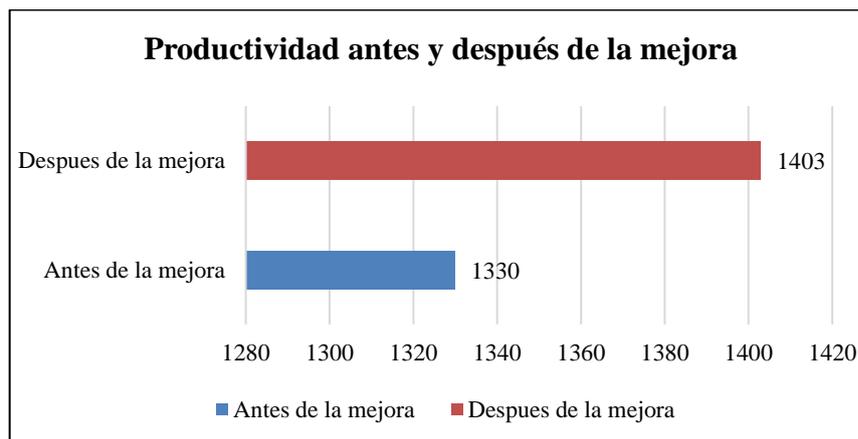


Ilustración 9-4: Productividad del proceso antes y después de la mejora

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.5.7. VSM Mejorado

Al realizar el análisis del mapa de valor se determinó que, con un número de 7 operarios para producir 450 sacos de balanceado, el Takt Time es de 140 min/saco y el tiempo de trabajo de 134,49 min expuesto en la Ilustración 9-4. Además, Se realiza la comparación con el mapa de valor inicial en el cual el tiempo de trabajo es mayor, esto indica que las medidas tomadas y acciones de mejora dieron resultado significativo como se detalla en la Tabla 22-4.

Tabla 23-4: Tiempos de producción mejorados

Área de trabajo	Tiempo de Ciclo (TC) (min)		Porcentaje de Ocupación (Ocu) (min)		Tiempo de trabajo (VA) (min)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Pesaje de Micronutrientes	9,554	8,268	10%	8%	147,582	134,486
Descarga de macronutrientes	35,712	33,690	38%	38%		
Mezcladora	17,972	17,022	64%	60%		
Peletizadora	58,274	52,075	78%	74%		
Envasado	26,070	23,431	23%	24%		

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

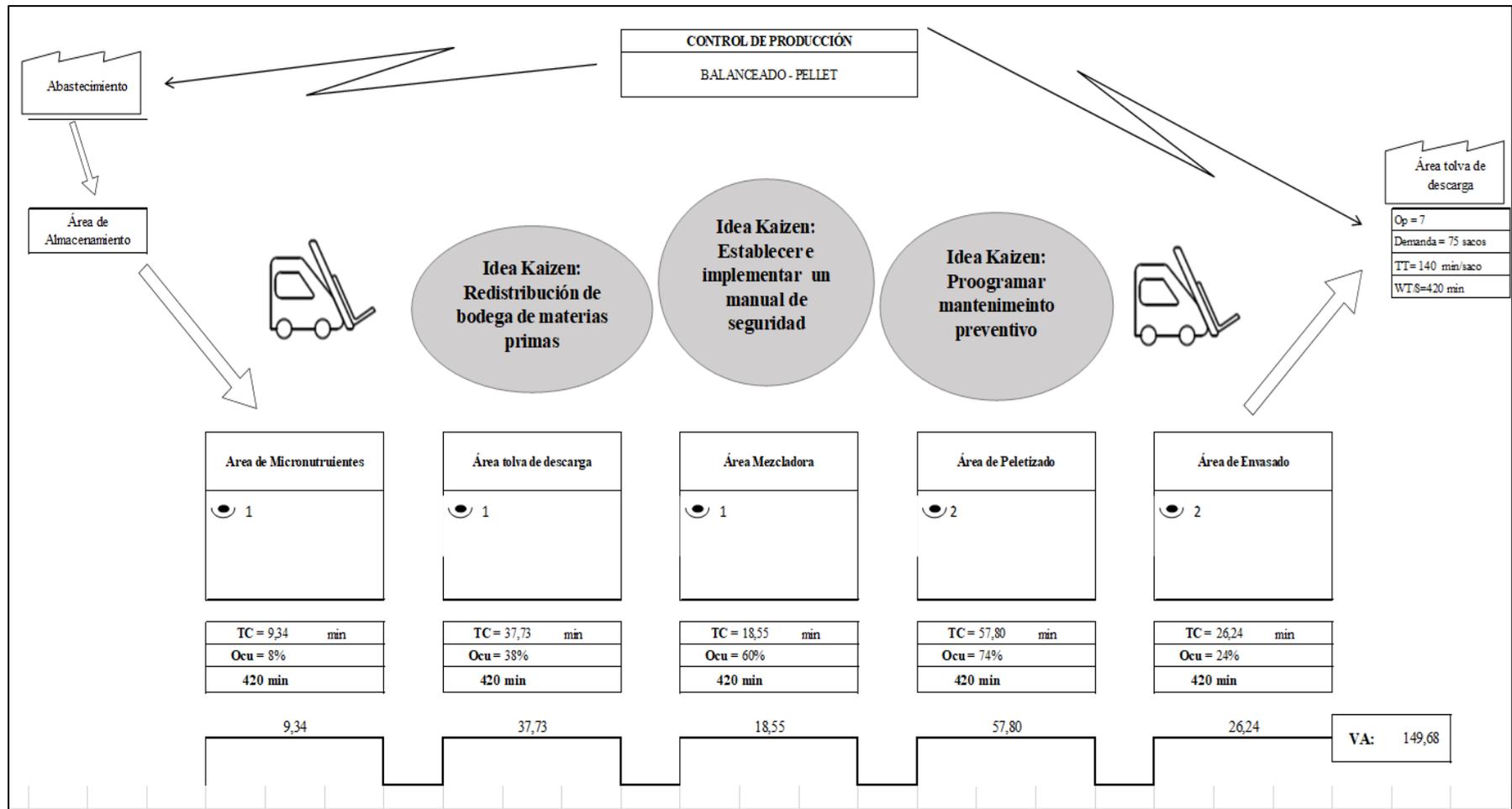


Ilustración 10-4: VSM mejorado

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.6. Actuar: Mejora Continua

Después de la implementación de las mejoras se analizó juntamente con los encargados del área de producción y el gerente general, donde se estudió y verificó todos los cambios hechos en los lugares de trabajo y las cuales traerán beneficios a la empresa y trabajadores de esta, además se determinaron nuevas ideas Kaizen que se pueden realizar a largo plazo para la mejora continua del proceso de producción del balanceado Pellet.

Tabla 24-4: Descripción de Nuevas Ideas Kaizen

No.	Puesto de trabajo	Descripción	Mejora	Beneficios	Instrumentos	Indicadores
1	Descarga de Materias primas	Debido a la Cantidad de materias primas utilizadas para la producción de Balanceados es necesario realizar una adecuación a la bodega de materia prima.	Redistribución de Bodega de Materias primas	Mejorar la logística en cuanto a la adquisición de materia prima. Mayor control del flujo de materia prima dentro del área de producción.	Método de distribución por producto.	Cartas de control.
2	Todos	En el presente trabajo únicamente se realizó el mantenimiento de señalética por lo que es necesario identificar riesgos laborales como base para determinar la nueva señalética.	Implementar un Manual de seguridad	Mayor seguridad en el trabajo. Señalética visible. Disminución y prevención de accidentes laborales.	Decreto ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores. y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	Índice de accidentabilidad.
3	Todos.	Debido a que el proceso de producción requiere de maquinaria en todas las áreas de trabajo se debe optar por aumentar el mantenimiento preventivo de la maquinaria.	Programar mantenimiento preventivo de maquinaria.	Evitar posibles fallos y paro de producción	Norma NTP 577, Sistema de Gestión Preventiva Revisión de Seguridad y Mantenimiento de Equipos.	Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo.

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

4.6.1. Propuesta del mantenimiento preventivo

Uno de los puntos clave para la mejora continua en una empresa de balanceados es el mantenimiento de la maquinaria disponible para la producción, donde se encuentran balanzas, transportadores, mezcladora, peletizadora, enfriador y envasadora, la propuesta es realizar en base a los datos obtenidos un plan de mantenimiento preventivo que permita disminuir el mantenimiento correctivo y alargar la confiabilidad de la maquinaria.

Después de realizar la evolución a las mejoras realizadas en el presente trabajo de titulación se determinó que la productividad puede aumentar con el mantenimiento adecuado a la maquinaria principalmente en la Peletizadora, puesto que esta es la que más tiempo de funcionamiento tiene en la jornada diaria alrededor de 25,590 min por parada de producto como se observa en el Anexo E, por tanto se plantea un organigrama que servirá de base para realizar el plan de mantenimiento preventivo como se observa en la ilustración 10-4, el mismo que consta de cuatro fases descritas a continuación

Planificación: En esta etapa se desarrollarán los procedimientos y elaboración de planes preventivos, en esta fase se debe realizar:

- Reporte de fallas de la maquinaria
- Reporte de situación actual de maquinaria
- Planificar el mantenimiento preventivo
- Se detalla el trabajo realizado en cada área de producción, labor de los operadores, maquinaria utilizada, tiempo de duración (en base a la ficha técnica de la maquina).

Programación: En esta fase regularemos las actividades que realiza la peletizadora con el propósito de programar el mantenimiento preventivo y en el caso de encontrarse alguna falla realizar la orden de reparación y solicitud de repuestos.

Ejecución: En esta parte se realizará el diagnóstico e inspección de la falla, en caso de que exista alguna se evaluará para determinar si la solución será inmediata o no además en caso de serlo se procederá a la ejecución del mantenimiento preventivo.

Control: Por último, realizaremos el control e inspección de la acción preventiva realizada en la maquinaria.

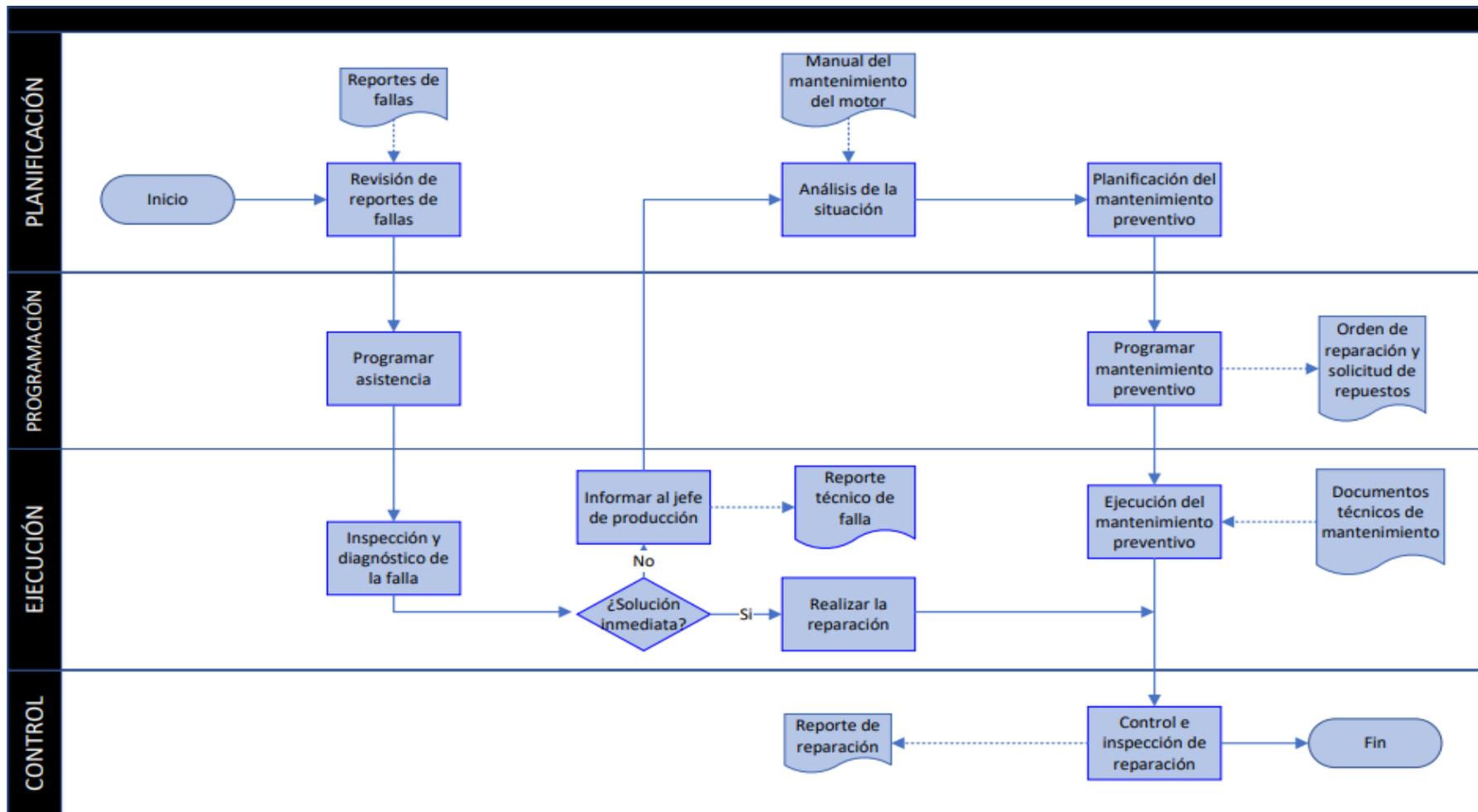


Ilustración 11-4: Propuesta del mantenimiento preventivo de la Peletizadora

Realizado por: Londo, J., Monserrate, G., 2022.

CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de producción donde se pudo determinar a través de la metodología VSM los factores que afectan la productividad como lo son: falta de tachos y mala distribución del puesto de trabajo, pesaje de micronutrientes ocasionando así un exceso de tiempo de operación, inexistencia de una tabla de muestras de los productos pellet en el área de peletizado donde el trabajador esperaba al jefe de producción a que este verifique el tamaño correcto, deficiente organización en los puestos de trabajo por la escasa señalización para delimitar las diferentes áreas, falta de orden y limpieza.
- Se determinó las principales causas que inciden en la productividad mediante el uso de un check list de las 9S dando un porcentaje de 59,1% lo cual está por debajo del cumplimiento que es de 80% y siendo Seiri (clasificar) con un 45% y Seiton (organizar) con 40% los parámetros con menor porcentaje, mientras que con la herramienta kaizen se pudo identificar la falta de coordinación y organización entre los trabajadores y el jefe de producción, deficiencia de mantenimiento de las instalaciones, orden y limpieza.
- Se elaboró un plan estratégico para 3 meses, pero por cuestiones de tiempo y situaciones de paralización del orden público que atravesaba el país se lo redujo a la mitad de lo establecido, este plan fue basado en las herramientas VSM, Kaizen y 9S, donde a través de un organigrama y el ciclo de DEMING se planificó y coordinó las mejoras a implementarse para aumentar la productividad de la empresa.
- Se implementó las mejoras planificadas en el ciclo de DEMING en la línea de producción de los productos balanceados pellet donde se pudo evidenciar el antes y después de las mejoras en los puestos de trabajo establecidos y se capacitó sobre las 9S a los trabajadores logrando así una mejor coordinación, organización, orden y limpieza en las áreas de producción.
- Se evaluó la mejora alcanzada determinando el VSM mejorado y también por medio de los indicadores de productividad pasando de 0.47 toneladas/hora a 0.45 toneladas/hora, el Takt Time con 7 operarios de 0,988 min/saco y el tiempo de trabajo: 147,58 min a 0,933 min/saco y el tiempo de trabajo: 134,49 min, la Auditoria final de las 9S refleja buenos resultados después de la implementación principalmente cada una de las fases alcanza por lo menos el mínimo de cumplimiento que es del 80% lo que no pasaba antes, con lo que se demostró el aumento de la productividad de la fábrica de balanceados “AVICOPROEC”.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al momento de la toma de tiempos en los puestos de trabajo para el diagrama de procesos se lo haga mediante un cronometro y una tabla de datos para que sean exactos ya que si se lo hace de otra manera podemos equivocarnos.
- Realizar de una manera correcta la auditoria de las 9S en todos los puestos de trabajo desde el área de administración hasta el de producción ya que si solo se lo aplica a una parte de la empresa los porcentajes de la auditoria serán erróneos.
- Planificar e implementar de una manera adecuada las ideas Kaizen ya que esto nos ayudara que las mejoras sean notables en las áreas de producción.
- Verificar de la manera correcta las mejoras implementadas mediante los indicadores de productividad para comprobar si las mejoras fueron o no las adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

ARBÓS, L. C. *Ingeniería de procesos y de planta*. Barcelona: Profit editorial.

ASENSI, F. A. *Lean manufacturing. Claves Para Mejorar El Flujo De Materiales*. Estados Unidos : createspace independent publishing platform.

FEBRER, D. S. J. B., *Lean Manufacturing 4.0: La Evolución Tecnológica del Lean - Guía Práctica sobre la Correcta Utilización de Tecnología en Proyectos Lean*. España: Gestión Global de Recursos S.L..

GUERRERO, J., *Lean es Lean: Principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y practicos*. Madrid: CreateSpace Independent Publishing Platform.

LIKER, J. K., *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Estados Unidos: Gestión 2000.

Marqués, M. P., 2014. *Control de Calidad. Técnicas y herramientas*. España: RC LIBROS.

MATÍAS, J. C. H. & IDOIBE, A. V., *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación..* Madrid: Fundación EOI.

ORTEGA, M. & VACA, H., *Filosofía lean y gerencia de operaciones: El caso de las empresas de Ambato, Ecuador.* [En línea] Available at: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/819/627>[Último acceso: 4 Abril 2022].

QUISPE, D. A. & TELLO ESPAÑA, J. R., *Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de postcosecha de la empresa Floricola Nevado Roses de la ciudad de Salcedo para el mejoramiento productivo.* [En línea] Available at: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/14565>[Último acceso: 20 Abril 2022].

SANZ, P. V., *Herramientas para la Calidad Total*. España: Starbook Editorial.

SOCCONINI, L., *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Barcelona: Marge Books.

ANEXOS

ANEXO A: TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN POR ÁREA DE TRABAJO

Área de Pesaje de Micronutrientes												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Verificación de orden de producción y hoja de formula	1,001	1,000	0,938	0,981	0,936	0,713	1,000	0,874	0,900	0,823	0,917
2	Inspección visual de Micronutrientes	7,699	7,950	7,351	6,413	6,919	7,699	7,350	6,874	7,667	7,207	7,313
3	Pesaje de micronutrientes	2,919	1,706	2,109	2,430	2,828	2,560	2,284	2,342	3,031	2,619	2,483
4	Traspaso a envase	0,266	0,139	0,298	0,238	0,249	0,183	0,335	1,293	0,261	0,358	0,362
5	Traslado a la siguiente área	0,174	0,207	0,174	0,190	0,173	0,173	0,173	0,171	0,177	0,183	0,179
Tiempo Total		12,059	11,003	10,870	10,252	11,106	11,328	11,144	11,555	12,036	11,191	
Área de Descargad de Macronutrientes												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Verificación de orden de producción y hoja de formula	0,910	0,757	0,978	0,981	0,834	0,975	0,994	1,143	1,041	0,951	0,956
2	Inspección visual de Macronutrientes	6,567	6,037	5,948	6,571	6,033	6,707	5,733	5,891	6,661	6,620	6,277
3	Transporte de materia prima de bodega hasta área de tolva de descarga	16,093	16,396	17,764	15,457	15,439	17,972	17,650	16,243	16,810	16,662	16,648
4	Alimentación tolva de pesaje	9,911	9,392	10,281	10,956	10,384	10,586	9,912	10,413	10,298	10,911	10,304
5	Traslado a la siguiente área	2,056	3,058	2,603	2,778	3,035	2,755	2,650	2,738	2,585	3,000	2,726
Tiempo Total		35,536	35,641	37,575	36,742	35,725	38,995	36,939	36,428	37,395	38,143	
Área de Mezclado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Adición de Melaza	0,275	0,330	0,315	0,382	0,289	0,304	0,287	0,321	0,274	0,271	0,305
2	Adición de Aceite	0,289	0,281	0,256	0,272	0,281	0,272	0,288	0,272	0,271	0,291	0,277
3	Mezcla de componentes	15,405	15,457	15,255	15,205	15,184	15,439	15,372	15,535	15,490	15,456	15,380
5	Traslado a la siguiente área (elevador)	2,024	2,021	2,000	2,001	2,017	2,000	2,002	2,002	2,017	2,017	2,010

Tiempo Total		17,992	18,088	17,826	17,860	17,770	18,015	17,950	18,130	18,051	18,034	
Área de Peletizado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Inspección visual y control de peletizadora	16,544	14,544	15,398	14,544	16,398	15,544	15,398	13,544	15,398	14,544	15,186
2	Peletizado	24,250	28,550	31,567	36,667	24,250	25,617	27,550	25,050	24,683	27,500	27,568
3	Inspección visual de tamaño y color de balanceado	6,550	4,117	4,724	4,004	5,756	5,253	4,372	6,550	6,254	1,937	4,952
4	Enfriado	5,002	5,017	5,004	4,980	4,956	4,984	5,001	4,972	4,971	4,954	4,984
5	Traslado a la siguiente área	9,974	10,017	9,883	9,937	10,000	10,021	10,008	10,976	10,002	10,033	10,085
Tiempo Total		62,320	62,245	66,576	70,131	61,359	61,419	62,328	61,092	61,307	58,968	
Área de Envasado y Etiquetado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Inspección visual de sacos y etiquetas	9,762	8,392	8,947	9,309	9,398	9,732	9,838	9,673	9,432	10,140	9,462
2	Envasado (40kg)	6,488	5,917	4,700	6,729	4,375	4,788	5,533	5,204	5,975	5,463	5,517
3	Cosido de sacos	3,188	3,558	3,617	4,233	3,583	3,896	3,475	4,317	4,250	3,975	3,809
4	Colocar en pallet	2,250	2,133	2,229	2,181	2,179	2,442	2,265	2,179	2,167	2,225	2,225
5	Traslado al área de almacenamiento (Montacargas)	4,409	5,578	4,636	5,972	4,590	4,423	5,408	5,390	4,591	5,567	5,056
Tiempo Total		26,096	25,578	24,128	28,424	24,126	25,280	26,520	26,763	26,414	27,370	

ANEXO B. CHEKLIST PARA EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 9S

Evaluación Inicial 9 S			
	Encargados:	Gilson Monserrate, Jenifer Londo	
	Área:	Planta de producción	
	Fecha:		
Criterios de Evaluación			
5=Excelente 4=Muy bueno 3=Bueno 2=Regular 1=Deficiente 0=Muy deficiente			
Primera Fase 3 "S": Seiri - Seiton - Seiso			
SEIRI – Clasificar			
Descripción	Calificación	Posible mejora	
¿Las áreas de trabajo cuentan con las herramientas y materiales de trabajo necesarias?	2	Implementar las herramientas necesarias para el correcto funcionamiento de la producción	
¿Existen artículos innecesarios en el área de trabajo?	5	No aplica	
¿Existen materias primas o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	2	Ordenar los residuos que no sean necesarios y ubicarlos en el lugar adecuado	
Los objetos, materiales o elementos que se encuentran en el área de trabajo de uso frecuente, ¿Están debidamente clasificados y ordenados?	2	Clasificar y ordenar debidamente los materiales o elementos en estanterías adecuadas	
Los pasillos y áreas de trabajo, ¿Están libres de obstáculos?	2	Reubicar o eliminar de ser necesario los obstáculos de las áreas de trabajo	
Los elementos de limpieza, ¿Están en una ubicación específica y correctamente identificados?	1	Asignar el lugar correcto para los productos de limpieza	
¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	1	Identificar los elementos innecesarios y reubicar o eliminar de ser necesario	
¿Existe señalética en las áreas de trabajo que estén visibles y actualizadas?	3	Reubicar o implementar nuevas señaléticas en las áreas de trabajo	
Suma	18	Porcentaje	45%
Puntos posibles	40		
SEITON – Organizar			
¿Cada uno de los materiales y/o herramientas tiene un lugar asignado fácil de identificar?	2	Asignar lugares adecuados dentro de las áreas de trabajo para las herramientas	
¿Los objetos que encontramos en el área de trabajo se los usa frecuente, están debidamente clasificados y ordenados?	2	Ordenar y clasificar debidamente los objetos necesarios o innecesarios que se encuentren dentro de las áreas de trabajo	
¿Existen áreas de almacenamiento para el material obsoleto de poco uso?	3	Ubicar en un lugar adecuado los materiales que se utilizan poco en las áreas de trabajo	

¿El lugar asignado para los materiales y para el área de trabajo están debidamente señalados o codificados?	1	Delimitar las áreas de trabajo de acuerdo a las materias primas	
Suma	8	Porcentaje	40%
Puntos posibles	20		
SEISO – Limpiar			
¿Se puede observar aceite, polvo o residuos en el piso o alrededor de los equipos?	1	Mantener limpio los lugares donde existan residuos de desperdicios de aceite	
¿El entorno de trabajo está libre de basura?	3	Inspeccionar la limpieza	
¿Al finalizar las labores se realiza la limpieza de cada una de las áreas de trabajo?	4	Inspeccionar la limpieza periódicamente	
¿Existe una persona responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	4	Supervisar las operaciones de limpieza	
Suma	12	Porcentaje	60%
Puntos posibles	20		
Segunda Fase 4 "S": Seiketsu - Shitsuke - Shikari - Shitsukoku			
SEIKETSU - Control visual			
¿El personal conoce los procedimientos y los realiza de forma adecuada?	4	Capacitar a los colaboradores de la empresa	
¿Se aplican las 3 primeras "S"?	2	Implementar las 3'S anteriores	
¿Se aplica el control visual?	4	Establecer controles visuales a diario	
¿Existen procedimientos estándar por escrito que sirvan para revisarlos y usarlos como fuentes de información?	1	Implementar los procedimientos estándar por escrito en cada área de trabajo	
Suma	11	Porcentaje	55%
Puntos posibles	20		
SHITSUKE - Disciplina y Hábito			
¿Los colaboradores han sido debidamente capacitados en cuanto a procesos tanto de producción como de mantenimiento y limpieza?	3	Capacitar a los colaboradores en cuanto al mantenimiento y limpieza	
¿Los responsables de cada área de trabajo realizan sus actividades sin la necesidad de que exista una persona que lo controle constantemente?	3	Capacitar a los colaboradores en cuanto a la disciplina	
¿Se realizan las actividades diarias de forma eficiente?	3	Capacitar a los colaboradores en cuanto a la forma eficiente de realizar sus actividades diarias	
Suma	9	Porcentaje	60%
Puntos posibles	15		
SHIKARI - Constancia			

¿Se tienen tiempos establecidos para controlar el cumplimiento de los pasos anteriores?	4	Estandarizar los tiempos de trabajo			
¿Se aplican las 3 primeras "S"?	2	Implementar las 3 primeras "S"			
Suma	6	Porcentaje	60%		
Puntos posibles	10				
SHITSUKOKU - Compromiso					
¿Existe participación activa de parte de los colaboradores de la empresa?	4	Incentivar a los trabajadores con bonos de desempeño			
¿Existe apertura y apoyo de parte de los colaboradores para llevar a cabo nuevas ideas?	3	Apoyar las ideas de los colaboradores cuando sea necesario			
Suma	7	Porcentaje	70%		
Puntos posibles	10				
Tercera Fase 2 "S": SEISHO - SEIDO					
SEISHO - Coordinación					
¿Se conforman grupos de trabajo para mejorar los procesos?	3	Formar grupos de trabajo una vez por semana para dar ideas de cómo mejorar los procesos de producción			
¿Se coordinan los incrementos de producción necesarios para la venta?	4	Coordinar entre el área de producción y ventas para el incremento de producción necesarios para la venta			
Suma	7	Porcentaje	70%		
Puntos posibles	10				
SEIDO - Estandarización					
¿Existen procedimientos, políticas y procesos documentados?	4	Documentar los procesos, políticas, procedimientos y ubicarlos en las áreas de producción en un lugar visible			
¿Se evalúan los procesos por medio de indicadores?	3	Evaluar los procesos de producción mediante indicadores de productividad			
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	5	No aplica			
¿Se aplica la cultura de las 5'S, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	2	Implementar la cultura de las 5'S			
¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	4	Supervisar a los colaboradores a diario en cuanto al uso del uniforme reglamentario			
Suma	18	Porcentaje	72%		
Puntos posibles	25				
Puntos posibles	170	Puntos obtenidos	96	Calificación	56%

ANEXO C: CHECKLIST PARA EVALUACIÓN DE LAS 9S DESPUÉS DE LA MEJORA

Evaluación Final 9 S			
	Realizado por	Gilson Monserrate, Jenifer Londo	
	Área:	Planta de producción	
	Fecha:		
Criterios de Evaluación			
5=Excelente 4=Muy bueno 3=Bueno 2=Regular 1=Deficiente 0=Muy deficiente			
Primera Fase 3 "S": Seiri - Seiton - Seiso			
SEIRI – Clasificar			
Descripción	Calificación	Posible mejora a mediano plazo	
¿Las áreas de trabajo cuentan con las herramientas y materiales de trabajo necesarias?	4	Abastecer de herramientas necesarias y restablecimiento a mediano plazo.	
¿Existen artículos innecesarios en el área de trabajo?	5		
¿Existen materias primas o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	4	Establecer jornadas de evaluación para establecer elementos necesarios	
Los objetos, materiales o elementos que se encuentran en el área de trabajo de uso frecuente, ¿Están debidamente clasificados y ordenados?	5		
Los pasillos y áreas de trabajo, ¿Están libres de obstáculos?	4		
Los elementos de limpieza, ¿Están en una ubicación específica y correctamente identificados?	4	Reestablecer elementos de limpieza en mal estado	
¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	4	Identificar los elementos innecesarios y reubicar o eliminar de ser necesario	
¿Existe señalética en las áreas de trabajo que estén visibles y actualizadas?	5	Reubicar o implementar nuevas señaléticas en las áreas de trabajo a largo plazo	
Suma	35	Porcentaje	88%
Puntos posibles	40		
SEITON – Organizar			
¿Cada uno de los materiales y/o herramientas tiene un lugar asignado fácil de identificar?	4		
¿Los objetos que encontramos en el área de trabajo se los usa frecuente, están debidamente clasificados y ordenados?	4		
¿Existen áreas de almacenamiento para el material obsoleto de poco uso?	5		
¿El lugar asignado para los materiales y para el área de trabajo están debidamente señalados o codificados?	3	Delimitar las áreas de trabajo de acuerdo con las materias primas	
Suma	16	Porcentaje	80%
Puntos posibles	20		
SEISO – Limpiar			

¿Se puede observar aceite, polvo o residuos en el piso o alrededor de los equipos?	4	Inspeccionar la limpieza periódicamente	
¿El entorno de trabajo está libre de basura?	5		
¿Al finalizar las labores se realiza la limpieza de cada una de las áreas de trabajo?	5	Inspeccionar la limpieza periódicamente	
¿Existe una persona responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	4	Supervisar las operaciones de limpieza	
Suma	18	Porcentaje	90%
Puntos posibles	20		
Segunda Fase 4 "S": Seiketsu - Shitsuke - Shikari - Shitsukoku			
SEIKETSU - Control visual			
¿El personal conoce los procedimientos y los realiza de forma adecuada?	4	Capacitar a los colaboradores de la empresa	
¿Se aplican las 3 primeras "S"?	4		
¿Se aplica el control visual?	4	Establecer controles visuales a diario	
¿Existen procedimientos estándar por escrito que sirvan para revisarlos y usarlos como fuentes de información?	4	Implementar los procedimientos estándar por escrito en cada área de trabajo	
Suma	16	Porcentaje	80%
Puntos posibles	20		
SHITSUKE - Disciplina y Hábito			
¿Los colaboradores han sido debidamente capacitados en cuanto a procesos tanto de producción como de mantenimiento y limpieza?	4	Capacitar a los colaboradores en cuanto al mantenimiento y limpieza	
¿Los responsables de cada área de trabajo realizan sus actividades sin la necesidad de que exista una persona que lo controle constantemente?	5		
¿Se realizan las actividades diarias de forma eficiente?	4	Capacitar a los colaboradores en cuanto a la forma eficiente de realizar sus actividades diarias	
Suma	13	Porcentaje	87%
Puntos posibles	15		
SHIKARI - Constancia			
¿Se tienen tiempos establecidos para controlar el cumplimiento de los pasos anteriores?	5	Estandarizar los tiempos de trabajo	
¿Se aplican las 3 primeras "S"?	4		
Suma	9	Porcentaje	90%
Puntos posibles	10		
SHITSUKOKU - Compromiso			

¿Existe participación de parte de los colaboradores de la empresa?	4	Incentivar a los trabajadores con bonos de desempeño	
¿Existe apertura y apoyo de parte de los colaboradores para llevar a cabo nuevas ideas?	5		
Suma	9	Porcentaje	90%
Puntos posibles	10		
Tercera Fase 2 "S": SEISHO - SEIDO			
SEISHO - Coordinación			
¿Se conforman grupos de trabajo para mejorar los procesos?	4	Formar grupos de trabajo una vez por semana para dar ideas de cómo mejorar los procesos de producción	
¿Se coordinan los incrementos de producción necesarios para la venta?	4	Coordinar entre el área de producción y ventas para el incremento de producción necesarios para la venta	
Suma	8	Porcentaje	80%
Puntos posibles	10		
SEIDO - Estandarización			
¿Existen procedimientos, políticas y procesos documentados?	4	Documentar los procesos, políticas, procedimientos y ubicarlos en las áreas de producción en un lugar visible	
¿Se evalúan los procesos por medio de indicadores?	4	Evaluar los procesos de producción mediante indicadores de productividad	
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	5	No aplica	
¿Se aplica la cultura de las 5'S, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	4	No aplica	
¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	5	No aplica	
Suma	22	Porcentaje	88%
Puntos posibles	25		
Puntos posibles	170	Puntos obtenidos	146
		Calificación	86%

ANEXO D: TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN POR ÁREA DE TRABAJO MEJORADO

Área de Pesaje de Micronutrientes												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Verificación de orden de producción y hoja de formula	0,885	0,905	0,887	0,884	1,003	0,881	1,003	1,002	0,845	0,877	0,917
2	Inspección visual de Micronutrientes	5,001	4,970	5,007	5,000	4,989	4,990	4,960	4,974	4,967	4,962	4,982
3	Pesaje de micronutrientes	2,017	2,021	2,040	2,039	2,026	2,026	2,034	2,020	2,034	2,037	2,029
4	Traspaso a envase	0,166	0,183	0,153	0,172	0,159	0,159	0,159	0,160	0,167	0,160	0,164
5	Traslado a la siguiente área	0,178	0,176	0,176	0,174	0,175	0,173	0,174	0,177	0,176	0,175	0,175
	Tiempo Total	8,247	8,254	8,264	8,268	8,353	8,229	8,329	8,332	8,189	8,211	
Área de Descargad de Macronutrientes												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Verificación de orden de producción y hoja de formula	0,933	0,974	0,971	0,957	0,984	0,867	0,870	0,943	0,900	0,974	0,937
2	Inspección visual de Macronutrientes	5,892	6,994	5,984	5,882	5,967	5,973	5,900	6,023	5,756	5,953	6,032
3	Transporte de materia prima de bodega hasta área de tolva de descarga	14,990	14,977	14,954	14,972	15,114	15,187	14,986	14,991	15,037	14,997	15,020
4	Alimentación tolva de pesaje	8,921	9,029	8,987	9,171	8,868	9,025	9,047	9,039	9,106	9,028	9,022
5	Traslado a la siguiente área	2,522	2,458	2,628	2,588	3,192	3,059	2,570	2,571	2,589	2,601	2,678
	Tiempo Total	33,258	34,432	33,525	33,570	34,124	34,111	33,373	33,567	33,387	33,552	
Área de Mezclado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Adición de Melaza	0,288	0,270	0,276	0,285	0,278	0,187	0,280	0,270	0,283	0,285	0,270
2	Adición de Aceite	0,270	0,250	0,360	0,268	0,350	0,561	0,376	0,253	0,251	0,270	0,321
3	Mezcla de componentes	14,688	14,491	14,289	14,414	14,275	14,422	14,458	14,465	14,241	14,429	14,417
5	Traslado a la siguiente área (elevador)	2,004	2,007	2,070	2,022	2,003	2,005	2,021	2,001	2,002	2,005	2,014
	Tiempo Total	17,2499	17,017	16,995	16,9879	16,9049	17,1750167	17,13421667	16,9893333	16,7776167	16,9888333	
Área de Peletizado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Inspección visual y control de peletizadora	9,840	9,740	10,135	11,902	10,150	10,735	10,845	11,746	11,917	11,960	10,897
2	Peletizado	25,643	25,450	26,046	25,546	26,056	25,346	25,655	25,460	25,350	25,345	25,590
3	Inspección visual de tamaño y color de balanceado	0,650	0,569	0,598	0,705	0,563	0,588	0,573	0,588	0,592	0,575	0,600

4	Enfriado	5,010	4,974	5,004	5,008	4,989	4,989	5,006	5,001	5,010	4,988	4,998
5	Traslado a la siguiente área	9,967	10,006	9,990	9,974	9,972	9,989	10,005	10,006	10,085	9,910	9,990
Tiempo Total		51,110	50,739	51,773	53,135	51,730	51,647	52,084	52,800	52,954	52,777	
Área de Envasado y Etiquetado												
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Inspección visual de sacos y etiquetas	6,934	6,845	6,824	6,634	6,850	6,935	6,635	6,900	6,290	6,444	6,729
2	Envasado (40kg)	5,263	5,804	5,638	5,463	5,814	5,804	5,804	5,608	5,813	5,629	5,664
3	Cosido de sacos	3,829	3,875	3,806	3,646	3,792	3,833	3,963	3,429	3,846	3,896	3,791
4	Colocar en pallet	2,172	2,192	2,196	2,200	2,192	2,188	2,192	2,196	2,188	2,192	2,191
5	Traslado al área de almacenamiento (Montacargas)	5,071	5,008	5,156	5,024	5,039	5,087	5,077	5,057	5,042	5,004	5,056
Tiempo Total		23,268	23,723	23,619	22,967	23,687	23,847	23,670	23,190	23,178	23,164	
N°	Actividades	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Inspección visual de sacos y etiquetas	9,762	8,392	8,947	9,309	9,398	9,732	9,838	9,673	9,432	10,140	9,462
2	Envasado (40kg)	6,488	5,917	4,700	6,729	4,375	4,788	5,533	5,204	5,975	5,463	5,517
3	Cosido de sacos	3,188	3,558	3,617	4,233	3,583	3,896	3,475	4,317	4,250	3,975	3,809
4	Colocar en pallet	2,250	2,133	2,229	2,181	2,179	2,442	2,265	2,179	2,167	2,225	2,225
5	Traslado al área de almacenamiento (Montacargas)	4,409	5,578	4,636	5,972	4,590	4,423	5,408	5,390	4,591	5,567	5,056
Tiempo Total		26,096	25,578	24,128	28,424	24,126	25,280	26,520	26,763	26,414	27,370	