



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la
línea de mango congelado de Agroindustrias AIB S.A. Chincha,
2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORA:

García Llajaruna, Estefanía Lucía (ORCID: 0000-0001-6000-3631)

ASESOR:

Mg. Molina Vílchez, Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este presente trabajo a Dios, quien me ha dado la fuerza para afrontar los problemas que se han presentado en mi vida, por darme sabiduría y unos padres maravillosos, que me han apoyado emocional y económicamente. Este trabajo de investigación se lo dedico a ellos.

García Llajaruna, Estefanía Lucía

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por mantener mi camino alineado a la responsabilidad y la sabiduría, que hizo posible hasta el día de hoy poder realizar este trabajo para mi vida profesional, agradezco a mi familia, por siempre apoyarme en las decisiones que he tomado.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	11
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis 23	
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	107
3.7. Aspectos éticos.....	107
IV. RESULTADOS	109
V. DISCUSIÓN.....	121
VI. CONCLUSIONES	124
VII. RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS	126
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de correlación.....	4
Tabla 2. Frecuencia en las causas	5
Tabla 3. Tabulación de datos.....	6
Tabla 4. Estratificación de las causas.....	7
Tabla 5. Alternativas de solución	8
Tabla 6. Matriz de priorización de causas a resolver	9
Tabla 7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
Tabla 8. Confiabilidad	26
Tabla 9. Confiabilidad	26
Tabla 10. Actividades por operación de la línea de mango congelado.....	39
Tabla 11. Registro de tiempos inicial del proceso de la línea de mango congelado	41
Tabla 12. Número de muestras de tiempos inicial	45
Tabla 13. Promedio de tiempos muestreados iniciales	47
Tabla 14. Cálculo inicial del tiempo estándar.....	51
Tabla 15. Identificación de las actividades externas e internas en el cambio de lote	54
Tabla 16. Rango de índice de productividad.....	56
Tabla 17. Productividad del mes de Octubre 2021	57
Tabla 18. Productividad del mes de Noviembre 2021	58
Tabla 19. Resumen de indicadores iniciales.....	59
Tabla 20. Comité de implementación del plan de mejora.....	60
Tabla 21. Temas de capacitación	62
Tabla 22. Planificación de las actividades por fase de la Metodología 5s	64
Tabla 23. Comité responsable de la Metodología 5s	64
Tabla 24. Materiales vendidos y recaudación	67
Tabla 25. Análisis de las actividades	77
Tabla 26. Actividades por operación de la línea de mango congelado.....	82
Tabla 27. Registro de tiempos actual del proceso de la línea de mango congelado	84
Tabla 28. Número de muestras actual	87

Tabla 29. Promedio actual de tiempos muestreados	89
Tabla 30. Cálculo actual del tiempo estándar	92
Tabla 31. Identificación de las actividades externas e internas en el cambio de lote	95
Tabla 32. Rango de índice de productividad.....	99
Tabla 33. Productividad del mes de Enero 2022.....	100
Tabla 34. Productividad del mes de Febrero 2022.....	101
Tabla 35. Resumen de indicadores actuales	102
Tabla 36. Flujo de caja económico	103
Tabla 37. Resumen de las pérdidas mensuales iniciales	104
Tabla 38. Resumen de las pérdidas mensuales actuales	104
Tabla 39. Inversión de la metodología 5s	104
Tabla 40. Inversión de la herramienta SMED.....	105
Tabla 41. Cronograma de actividades	106
Tabla 42. Artículos éticos de la Universidad	108
Tabla 43. Variación del Nivel de Cumplimiento Metodología 5s.....	109
Tabla 44. Variación de los tiempos de las actividades internas y externas	110
Tabla 45. Variación de la productividad	111
Tabla 46. Análisis estadístico descriptivo de la eficiencia	112
Tabla 47. Análisis estadístico descriptivo de la eficacia	113
Tabla 48. Análisis estadístico descriptivo de la productividad	114
Tabla 49. Tipos de comportamiento.....	115
Tabla 50. Prueba de normalidad - Productividad	115
Tabla 51. Estadística de muestras emparejadas - Productividad.....	116
Tabla 52. Prueba de muestras emparejadas – Productividad	116
Tabla 53. Prueba de normalidad - Eficiencia	117
Tabla 54. Estadística de muestras emparejadas - Eficiencia	117
Tabla 55. Prueba de muestras emparejadas – Eficiencia	118
Tabla 56. Prueba de normalidad - Eficacia	119
Tabla 57. Análisis de las pruebas	119
Tabla 58. Análisis estadístico de prueba Wilcoxon – Eficacia	119

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa.....	3
Figura 2. Diagrama de Pareto	7
Figura 3. Fases de la metodología 5s	18
Figura 4. Pasos para la implementación de la herramienta SMED.....	19
Figura 5. Fórmula de cálculo para el tiempo estándar.....	19
Figura 6. Fórmula de cálculo para el tiempo normal.....	20
Figura 7. Fórmula de cálculo para la productividad	20
Figura 8. Fórmula de cálculo para el nivel de cumplimiento de las 5s	22
Figura 9. Fórmula de cálculo para el tiempo de actividades internas y externas ..	22
Figura 10. Fórmula de cálculo para la eficiencia	23
Figura 11. Fórmula de cálculo para la eficiencia	23
Figura 12. Fórmula población finita de cálculo para la muestra	24
Figura 13. Resolución para hallar la muestra	24
Figura 14. Ubicación de la empresa en Google Maps	27
Figura 15. Misión y Visión de la empresa	28
Figura 16. Valores de la empresa	28
Figura 17. Organigrama de la empresa.....	29
Figura 18. Ventas de los productos de la empresa - 2021	30
Figura 19. Ventas de mango en sus diferentes presentaciones - 2021	30
Figura 20. Diagrama de operaciones de la línea de mango congelado	32
Figura 21. Cumplimiento inicial de la metodología 5S – noviembre 2021.....	37
Figura 22. Nivel de cumplimiento inicial de las 5S – enero 2022.....	38
Figura 23. Fórmula para el cálculo de muestras de observación.....	44
Figura 24. Fórmula para el cálculo de tiempos normal y estándar	51
Figura 25. Cálculo del tiempo interno inicial.....	55
Figura 26. Cálculo del tiempo externo.....	56
Figura 27. Porcentaje de tiempo de las actividades externas e internas	56
Figura 28. Resumen de indicadores iniciales	59
Figura 29. Cronograma del plan de actividades	61
Figura 30. Cronograma de capacitación.....	63

Figura 31. Cronograma de ejecución de las fases de la metodología 5S	65
Figura 32. Área de producción desorganizada	66
Figura 33. Criterio de clasificación	66
Figura 34. Pasos para ordenar.....	67
Figura 35. Trabajadores ordenando las jvas de materia prima.....	68
Figura 36. Materiales ordenados en estantes.....	68
Figura 37. Materiales de utensilios y desinfección rotulados	68
Figura 38. Cronograma de limpieza	69
Figura 39. Suciedad y desperdicios en el proceso de trozado de mango congelado	70
Figura 40. Limpieza del área de corte	70
Figura 41. Trabadores realizando sus funciones, luego de la limpieza.....	70
Figura 42. Utensilios ordenados en su respectiva caja.....	71
Figura 43. Jvas ordenadas por bloques en almacén de MP	71
Figura 44. Área de producción limpia y organizada.....	72
Figura 45. Zona de muestreo limpia y desinfectada	72
Figura 46. Cajas de mango congelado en almacén ordenados por bloques	73
Figura 47. Operarios en orden para empezar la producción	73
Figura 48. Ficha de evaluación de las 5s	74
Figura 49. Charlas de 5 min a trabajadores sobre la metodología 5s.....	75
Figura 50. Registro de seguimiento y control	75
Figura 51. Cronograma de ejecución de la herramienta SMED.....	76
Figura 52. Operario terminando de colocar la fruta en jvas	79
Figura 53. Operario terminando de colocar los trozos de fruta en las cubetas	80
Figura 54. Fórmula para el cálculo de muestras de observación.....	86
Figura 55. Fórmula para el cálculo de tiempos normal y estándar	91
Figura 56. Cumplimiento actual de las 5s – Enero 2022	97
Figura 57. Nivel de cumplimiento actual de las 5S – Enero 2022.....	98
Figura 58. Cálculo del tiempo interno inicial	98
Figura 59. Cálculo del tiempo externo	99
Figura 60. Porcentaje de tiempo de las actividades externas e internas	99
Figura 61. Resumen de indicadores actuales	102
Figura 62. Variación del nivel de cumplimiento Metodología 5s	109

Figura 63. Variación de los tiempos de las actividades internas y externas	110
Figura 64. Variación de la productividad	111

Resumen

La presente investigación titulada “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021”, tuvo como objetivo general aplicar Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021. Se utilizó herramientas de Lean Manufacturing como la Metodología 5s y SMED, asimismo, la productividad fue medida por la eficiencia y eficacia. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, de nivel explicativa, de diseño pre-experimental de preprueba/posprueba con un grupo de control. Como resultados se obtuvo que la productividad incrementó de 42.28% a 81.03%, la eficiencia incrementó de 55.06% a 85.65% y la eficacia, incrementó de 76.78% a 94.52%. En conclusión, se aceptó la hipótesis general con una significancia de 0.000. Se recomienda crear programas de incentivos o motivación, como parte de la sensibilización para que la mejora sea continua.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Metodología 5s, SMED, Productividad

Abstract

The present investigation entitled "Application of Lean Manufacturing to improve productivity in the frozen mango line of the company Agroindustrias AIB SA, 2021", had the general objective of applying Lean Manufacturing to improve the productivity of the frozen mango line in the company Agroindustrias AIB SA, 2021. The 5s Methodology and SMED were used as Lean Manufacturing tools, likewise, productivity was measured by efficiency and effectiveness. The research methodology was applied with a quantitative approach, at an explanatory level, with a pre-experimental pre-test/post-test design with a control group. As results, it was obtained that productivity increased from 42.28% to 81.03%, efficiency increased from 55.06% to 85.65% and effectiveness increased from 76.78% to 94.52%. In conclusion, the general hypothesis was accepted with a significance of 0.000. It is recommended to create incentive or motivation programs, as part of the awareness so that the improvement is continuous.

Keywords: Lean Manufacturing, 5s Methodology, SMED, Productivity

I. INTRODUCCIÓN

La agro exportación ha incrementado en las últimas décadas debido a que la población relaciona a las frutas y vegetales como una tendencia a “Comer saludable”, de acuerdo a Silva et al (2016). En el año 2020, se tuvo un crecimiento en las ventas del mango en sus diversas variedades, más en el mercado europeo que el estadounidense, llegando a exportar 1.7 millones de toneladas a estos destinos. Las exportaciones realizadas entre los años 2000 y 2017 aumentaron un 466% pasando de US\$166 millones a US\$773 millones (Manrique, 2020). Es por ello, debido a esta globalización y aumento de la demanda, que las empresas deben mejorar sus sistemas para adecuarse a este cambio.

Los exportadores, a nivel mundial, se enfrentan a diversos problemas que afectan la productividad de la empresa, tales son: procesos largos de cambio de lote (28%), madurez desuniforme (23%) y entregas a destiempo (sobre todo en países latinoamericanos) (20%), que de acuerdo a Castro y Umaña (2015) obliga a los exportadores a tomar medidas para mitigar estos factores que disminuyen la productividad. De acuerdo a un informe desarrollado por la IFC, señala que las organizaciones en el sector agrícola pueden aumentar su productividad, sin embargo, no se encuentran convencidos de ello, por lo que se enfrentan a grandes problemas en cuanto al personal reacio al cambio, falta de estandarización que conlleva a la elaboración de procedimientos, manuales, entre otros los que se necesiten, y finalmente, financiamiento (Corporación Financiera Internacional, 2019). Huerta y Sandoval (2018) señalan lo fundamental que son las metodologías para la aplicación de los sistemas agroalimentarios, así como también la estandarización del trabajo, estrategias, políticas que mejoren la productividad de las agroindustrias.

Las agroindustrias peruanas, a comparación de otros sectores, son las de mayor crecimiento obtenido durante el estado de emergencia causada por la pandemia mundial (ComexPerú, 2021). Según la Asociación de exportadores (ADEX), la exportación del mango peruano reportó un incremento del 0,8% durante el 2019 al 2020, y se alcanzó envíos por un valor de \$295 millones, de los cuales el 78% corresponden a mango fresco, 20% a mango congelado y el 2% a otras producciones del fruto (Procomer, 2020). Sin embargo, aún tienen problemas en

cuanto a productividad que no les permite avanzar incluso más a nivel mundial, por ejemplo, en Jayanca, una empresa agroexportadora de mango señaló que el principal problema que afecta la productividad es la falta de orden en el área de producción, que de acuerdo a Huerta y Sandoval (2018), se debe a la falta de implementación de una metodología y capacitación a su personal para estandarizar el trabajo de orden. Ante esto, de acuerdo a Da Silva, De Linhares y Dos Santos (2019), las empresas agroindustriales deben asegurar su permanencia en el mercado compitiendo con las empresas globales, para ello, es que debe aumentar su productividad, mejorando sus procesos a través de metodologías o herramientas y satisfaciendo las necesidades de los clientes. Es por ello, que Lean Manufacturing, es utilizada como una metodología que abarca múltiples herramientas usadas en las organizaciones para agregar valor, minimizar costos, desperdicios, reducir o eliminar lo innecesario y mejorar su calidad.

Para Agroindustrias AIB S.A., la cual se dedica al cultivo, proceso y exportación de productos alimenticios como el mango congelado, su deseo de mejorar la productividad es importante debido a los diferentes problemas encontrados en la organización. Primero, el tiempo innecesariamente largo que transcurre en el preparamiento del área y maquinaria para el ingreso de un nuevo lote de procesamiento, que equivale a 43 jivas de 18.5 kg de MP, dentro de los cuales existen actividades innecesarias que no agregan valor y existen métodos no estandarizados, ya que, muchas veces las funciones no se encuentran bien definidas. También se tiene desorden en el área, falta de capacitación y compromiso por parte del personal que influyen en el decremento de la productividad del proceso encontrada en un 42.28%, ocasionando pérdida de tiempo y costos. Debajo del 60% la empresa considerada la productividad baja, por lo que se encuentra brindando un producto con altos costos que perjudica a ésta y ocasiona que su actuación en el mercado aminore. Por lo que, con la aplicación de esta metodología se espera tener una productividad mayor al 80%, para considerarla muy buena.

Para ello, se observa en la Figura 1 al diagrama de Ishikawa para identificar las causas de la baja productividad en la organización.

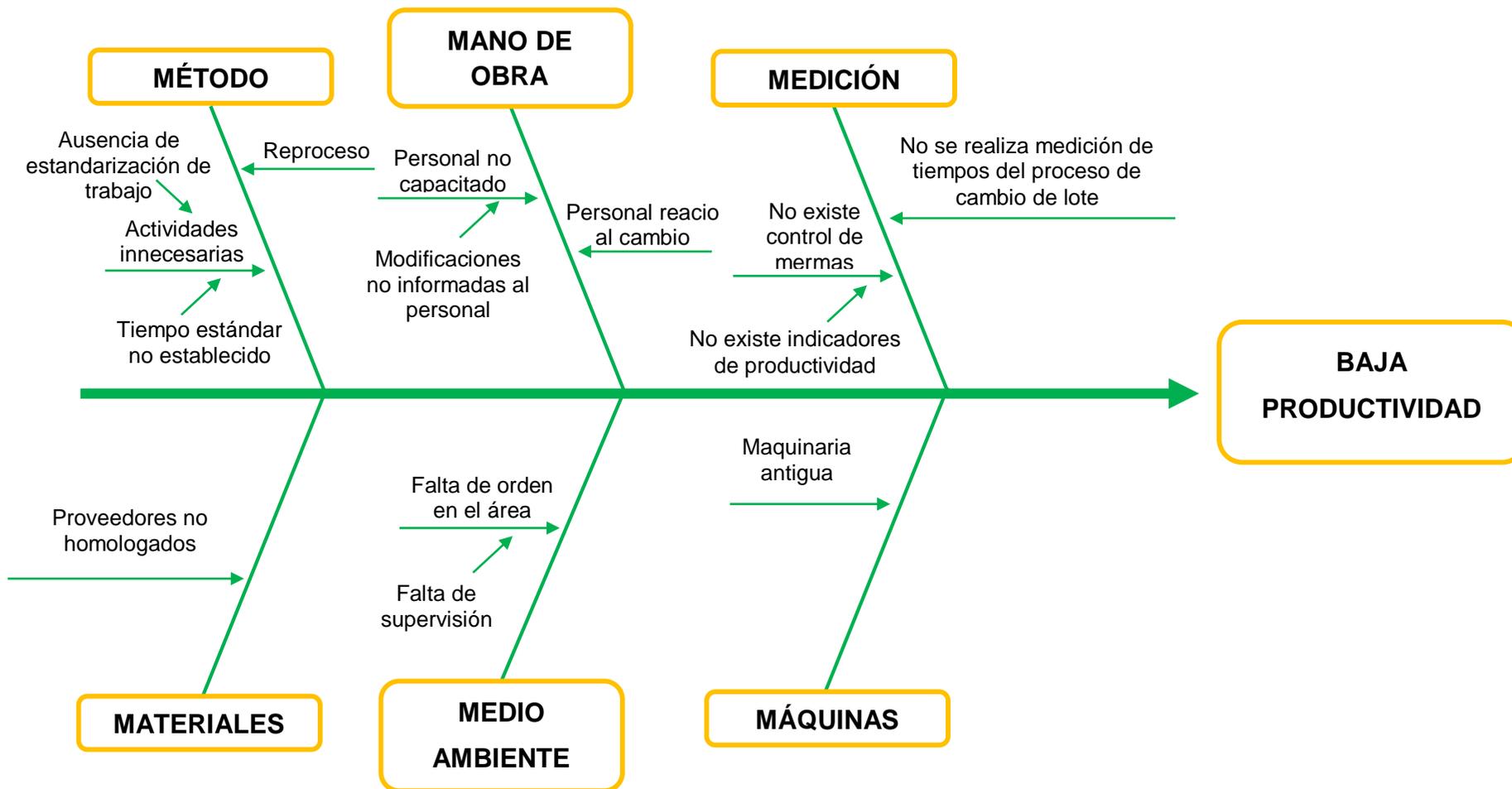


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Para un análisis a profundidad, se realizó la siguiente matriz para precisar el tipo de relación entre ellas, para luego priorizarlas, mediante Pareto. Por ello, primero se debe colocar los puntos según la escala de amplitud japonés de la siguiente manera: 9 (fuerte), 4 (media) y 1 (débil).

Tabla 1. Matriz de correlación

Causas que originan una baja productividad		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	Correlación
1	Ausencia de estandarización de trabajo	C1	9	4	9	4	1	1	4	4	4	9	9	1	1	60
2	Actividades innecesarias	C2	9	9	4	4	1	1	4	1	1	4	4	1	1	36
3	Tiempo estándar no establecido	C3	1	1	9	4	1	1	1	1	1	1	9	1	1	24
4	Reproceso	C4	9	4	1	9	4	1	1	1	4	4	1	9	1	41
5	Personal no capacitado	C5	9	9	4	9	9	4	4	9	9	4	4	1	1	68
6	Modificaciones no informadas al personal	C6	1	9	1	4	9	9	1	1	1	1	1	1	1	32
7	Personal reacio al cambio	C7	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	13
8	Falta de orden en el área	C8	9	1	1	1	9	1	4	9	1	4	1	1	1	43
9	Falta de supervisión	C9	1	1	1	4	1	1	1	9	4	9	1	1	1	35
10	No existe control de mermas	C10	1	4	1	4	4	1	1	1	4	9	1	1	1	33
11	No existe indicadores de productividad	C11	9	1	1	3	1	1	1	1	4	9	1	1	1	26
12	No se realiza medición de tiempos del proceso de cambio de lote	C12	1	4	9	4	4	1	1	1	1	1	9	1	1	30
13	Proveedores no homologados	C13	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	9	1	21
14	Maquinaria antigua	C14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	13

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se identificaron las causas con mayor correlación, en la tabla 1, como lo son: personal no capacitado, ausencia de estandarización de trabajo, falta de orden en el área, y reproceso.

Para la Tabla 2, la frecuencia será puntuada de la siguiente manera: 1 (baja), 3 (media) y 5 (alta), que al multiplicarse por el puntaje anteriormente obtenido generará la ponderación total. Cabe mencionar que este rango de puntuación fue tomado del estudio de Quintanilla (2018), quien utilizó esta escala para puntuar la frecuencia de ocurrencia de factores que afectaban la empresa, por lo que, junto con el supervisor de producción, se procedió a puntuar la siguiente tabla:

Tabla 2. *Frecuencia en las causas*

Causas que originan una baja productividad	Puntaje de correlación	Frecuencia	Ponderación total
Ausencia de estandarización de trabajo	60	5	300
Actividades innecesarias	36	1	36
Tiempo estándar no establecido	24	1	24
Reproceso	41	1	41
Personal no capacitado	68	5	340
Modificaciones no informadas al personal	32	1	32
Personal reacio al cambio	13	1	13
Falta de orden en el área	43	3	129
Falta de supervisión	35	1	35
No existe control de mermas	33	1	33
No existe indicadores de productividad	26	1	26
No se realiza medición de tiempos del proceso de cambio de lote	30	5	150
Proveedores no homologados	21	1	21
Maquinaria antigua	13	1	13

Fuente. Elaboración propia

Según la Tabla 2, la ponderación total mayor corresponde a la causa de personal no capacitado y ausencia de estandarización de trabajo con una ponderación de 340 y 300 respectivamente, mientras la menor ponderación es 13 para la causa maquinaria antigua.

En la Tabla 3, se señalan las cifras de la priorización de las causas, a través del principio de Pareto, junto con su respectivo diagrama en la Figura 2.

Tabla 3. Tabulación de datos

Causas que originan una baja productividad	Ponderación total	%	Acumulado	%	Pareto
Personal no capacitado	340	28.5%	340	28.5%	80%
Ausencia de estandarización de trabajo	300	25.1%	640	53.6%	
No se realiza medición de tiempos del proceso de cambio de lote	150	12.6%	790	66.2%	
Falta de orden en el área	129	10.8%	919	77.0%	
Reproceso	41	3.4%	960	80.5%	20%
Actividades innecesarias	36	3.0%	996	83.5%	
Falta de supervisión	35	2.9%	1031	86.4%	
No existe control de mermas	33	2.8%	1064	89.2%	
Modificaciones no informadas al personal	32	2.7%	1096	91.9%	
No existe indicadores de productividad	26	2.2%	1122	94.0%	
Tiempo estándar no establecido	24	2.0%	1146	96.1%	
Proveedores no homologados	21	1.8%	1167	97.8%	
Personal reacio al cambio	13	1.1%	1180	98.9%	
Maquinaria antigua	13	1.1%	1193	100.0%	
TOTAL	1193	100.0%			

Fuente. Elaboración Propia

Entonces, según la tabla 3 y figura 2, las causas priorizadas son: personal no capacitado, ausencia de estandarización de trabajo, no se realiza medición de tiempos del proceso de cambio y falta de orden en el área.

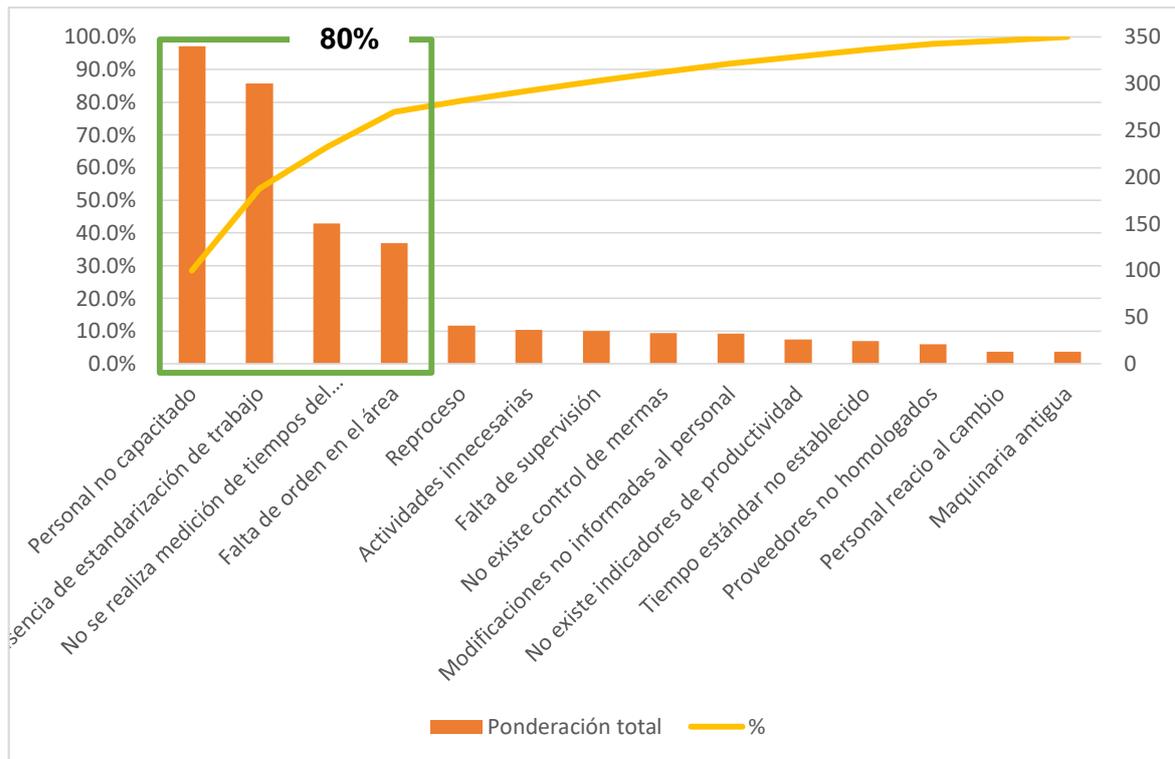


Figura 2. Diagrama de Pareto

Tabla 4. Estratificación de las causas

Causas que originan una baja productividad	Ponderación total	Áreas	Puntuación
No existe indicadores de productividad	26	Procesos	610
No se realiza medición de tiempos del proceso de cambio de lote	150		
Reproceso	41		
Actividades innecesarias	36		
Tiempo estándar no establecido	24		
Ausencia de estandarización de trabajo	300		
No existe control de mermas	33	Gestión	562
Falta de supervisión	35		
Personal no capacitado	340		
Falta de orden en el área	129		
Personal reactivo al cambio	13		
Maquinaria antigua	13		
Modificaciones no informadas al personal	32	Logística	21
Proveedores no homologados	21		

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 4, las causas fueron asignadas por áreas, donde el que lidera es la de procesos con una puntuación de 610.

Se estableció, para la Tabla 5, en coordinación con el supervisor de producción y jefe de planta, pesos de acuerdo al criterio, para de esta manera elegir la alternativa más conveniente para la empresa en mejora de la productividad.

Tabla 5. Alternativas de solución

Alternativas	Pesos de los criterios								
	50%		12%		8%		30%		Total Peso
	Solución al problema		Costos de aplicación		Facilidad de ejecución		Tiempo de ejecución		
	Calf.	Peso	Calf.	Peso	Calf.	Peso	Calf.	Peso	
Plan de producción	3	1.5	3	0.36	3	0.2	3	0.9	
Estudio de tiempos	0	0	5	0.6	5	0.4	5	1.5	2.5
Lean Manufacturing	5	2.5	3	0.36	5	0.4	3	0.9	4.16
No bueno (0), Bueno (3), Muy bueno (5)									
* Los criterios y sus pesos respectivos fueron establecidos con el supervisor de producción y jefe de planta									

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 5, se analizaron las diferentes opciones que podrían solucionar el problema de la baja productividad, al darles la puntuación respectiva, se obtuvo que la menor calificación lo tuvo estudio de tiempos, la cual es una buena herramienta debido a su costo de aplicación, sin embargo, no es suficiente ésta sola herramienta para mitigar todas las causas priorizadas del problema. La opción, Plan de producción que, aunque ayuda a aumentar la productividad, la problemática presentada en la empresa no necesita de esta herramienta en particular, además de los costos y tiempos de ejecución, es por ello, que esa opción fue descartada. La opción más aceptada con un puntaje de 4.16, fue Lean Manufacturing, ya que, abarca diferentes herramientas que ayudarán a la solución del problema.

En la Tabla 6, las causas por cada criterio de Ishikawa y por cada área, han sido clasificadas y puntuadas, para obtener la mejor solución a las causas principales, siendo la aplicación de Lean Manufacturing.

Tabla 6. Matriz de priorización de causas a resolver

Consolidación de causas por áreas	Métodos	Mano de obra	Materiales	Medición	Medio ambiente	Maquinaria	Nivel de criticidad	Total del problema	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Procesos	401	0	0	209	0	0	alto	610	51%	5	3050	1	Lean Manufacturing
Gestión	0	385	0	0	164	13	medio	562	47%	3	1686	2	Plan de producción
Logística	0	0	21	0	0	0	bajo	21	2%	1	21	3	Estudio de tiempos
Total de problemas	401	385	21	209	164	13		1193	100%				

Fuente. Elaboración propia

Ante ello se formula la siguiente pregunta: ¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. - Chincha, 2021?

Y, por consiguiente, se formulan las siguientes preguntas específicas:

¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Chincha, 2021?

¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Chincha, 2021?

Por lo que, para la resolución de este problema, se sustenta en la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing que benefició de la siguiente manera:

En el aspecto práctico, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) indican que una investigación es importante si su procedimiento de acción resuelve un problema, y efectivamente, el plan que se aplicó basado en las herramientas Lean Manufacturing en la producción de mango congelado de la empresa, solucionaron las causas que afectaban la productividad, tales como: falta de orden en el área con el uso de la metodología 5s, ausencia de estandarización en cuanto al procedimiento de cambio de lote y la no realización de medición de tiempos con el uso de la herramienta SMED, asimismo, se capacitó al personal en ambas herramientas para su correcto desarrollo y aumentar la productividad, gracias a su aplicación.

En el aspecto metodológico, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), justifican un estudio cuando el autor propone o desarrolla un nuevo método, instrumento o estrategia que permita generar una información válida y confiable. De esta manera, el presente trabajo se sustenta en el uso de las metodologías 5s y SMED, herramientas de Lean Manufacturing, las cuales ya están establecidas y desarrollada por diferentes autores, asimismo, los instrumentos utilizados fueron validados y son confiables en la medida de que otros autores puedan utilizarlo para obtener resultados.

En el aspecto económico, de acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), un trabajo de investigación debe disminuir costos o proyectar que el dinero que se invierte puede recuperarse, por tanto, este trabajo evidenció que la empresa tendrá un beneficio económico al aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, ahorrando a la empresa mensualmente un promedio de S/ 8,114.10, que son las pérdidas por no procesar los lotes programados.

Es por este motivo que, el objetivo principal es aplicar Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A - Chincha, 2021.

Para la estructura de la investigación se tendrá en cuenta los siguientes objetivos específicos: Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A.- Chincha, 2021 y Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Chincha, 2021.

Surgiendo la siguiente hipótesis: La aplicación de Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A - Chincha, 2021.

Y por consiguiente las hipótesis específicas:

La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Chincha, 2021 y La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Chincha, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Se estima a los siguientes trabajos de investigación nacionales como apoyo para la realización de este proyecto:

Escalante (2021), en su artículo titulado “Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado” tuvo por objetivo desarrollar un modelo de balance de líneas para aumentar la productividad, siguiendo una metodología cuantitativa, de diseño experimental, tipo aplicada, se basó en un modelo de 5 pasos de la teoría de restricciones (TOC), obteniendo como resultados la determinación del área con menor capacidad de procesamiento generando la restricción: área de entalle, para ello se aplicaron 2 herramientas: 5S y al detección y eliminación de las mudas, detectándose tiempos de espera, mantenimientos no programados, % alto de productos defectuosos, entre otros, desarrollando planes de acción para su mejora: programa de mantenimiento preventivo mensual y capacitación al personal, al elevar la restricción se contratan 2 operarios y se adquiere un taladro manual, lo que incrementa la capacidad del área de entalle a 1300 m² de los 800 m² iniciales y la productividad se elevó de 0.82 a 0.95. Concluyendo que, un modelo de líneas sí incrementa la productividad y este proyecto es factible, gracias al valor del ROI, el cual fue de 0.20, es decir por cada sol invertido se obtendrán S/ 0.20 de ganancia. Este artículo aporta una metodología para el cálculo de la productividad, asimismo, la utilización de la metodología 5s como punto de mejora, que es lo que se pretende realizar en el presente trabajo.

Alfaro y Moore (2020), en su artículo de investigación denominado “Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados”, tuvo por objetivo fue analizar los tiempos del proceso de batido de los productos más vendidos y establecer estrategias que reduzcan los cuellos de botella. Siguiendo una metodología explicativa y aplicada, cuantitativa, diseño pre-experimental. Como resultado se obtuvo, mediante el principio de Pareto, que los productos más vendidos eran 3: CR, CTP y Litros, y se obtuvo que el cuello de botella en CR es el llenado con un tiempo de 26.80 s, y una eficiencia de 63%, para el CTP, de igual manera, el llenado es el cuello de botella con un tiempo de 21.02 s y una eficiencia

de 64% y para Litros, el llenado con 5.42 s y eficiencia de 63%. Para lo cual, se propuso adquirir una batidora más eficiente o repotenciar la capacidad de congelado, asimismo, unir 2 máquinas batidoras por medio de una sola tubería. Concluyendo que la eficiencia con un balance de líneas puede aumentar hasta un 94%, 95% y 84% para el CR, CTP y Litro respectivamente. Este artículo abarca las dimensiones del presente estudio, lo cual, ayuda en la metodología a seguir para hallar el tiempo estándar y la eficiencia.

Ormeño (2020), en su tesis denominada “Mejora de proceso productivo utilizando Herramientas Lean en empresa del sector gastronómico tradicional para incrementar su productividad”, su principal objetivo fue determinar el valor de incremento de la productividad de la empresa aplicando la mejora en la producción. Como metodología se tiene que es una investigación cuantitativa aplicada de tipo explicativa y un método cuasi experimental, en una muestra probabilística de 13 órdenes de producción de cebiches de pescado. Los instrumentos para determinar los resultados fueron el diagrama de flujo de procesos, el DAP, VSM, formatos de tiempo normal, tiempo estándar, y de auditoría de 5S, obteniendo que el porcentaje de cumplimiento de la metodología 5S fue del 35%, con un tiempo de traslado de 512.7 min y, después de su implementación y una reestructuración del área, el cumplimiento de esta fue de 82% y el tiempo de traslado fue de 145.08 min. Se concluye que la productividad aumentó en un 123%. Este trabajo de investigación, aporta con la metodología paso por paso para el desarrollo del estudio de tiempos.

Chávez (2019), en su tesis titulada “Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil” cuyo objetivo fue proponer la aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad y minimizar costos. Siguiendo una metodología experimental cuantitativa, obteniendo como resultado inicial un tiempo de proceso de 8h 21min, al seguir los pasos de implementación SMED, separando las actividades internas y externas, el tiempo del proceso disminuyó a 4h 50 min, siendo esta reducción un 42.12%. En cuanto a la producción se tiene 5.25 kg por hora trabajada con un costo de 5.25 soles por kg producido. Concluyendo, después de la aplicación que se disminuyen los costos de mano de obra y se incrementa la productividad en 7.51%.

La tesis aportó la metodología paso a paso del desarrollo de la herramienta SMED, lo cual sirvió de apoyo para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Quintanilla (2018), en su tesis titulada “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017”, cuyo objetivo principal es determinar la ejecución de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el área de Investigación & Desarrollo, teniendo una metodología cuantitativa pre experimental de tipo aplicada explicativa teniendo como población 12 semanas, aplicando la observación experimental y formatos de recolección de datos. Como resultado, se obtuvo una productividad del 33% a la cual se aplicó la metodología 5S durante 30 días logrando así mejorar la productividad en un 41%, reduciendo tiempos de espera, eliminando movimientos innecesarios y llegando a mantener el orden y limpieza, concluyendo así que la Implementación de esta filosofía mejora la Productividad del área. Este trabajo de investigación, aporta con una lista de verificación para la metodología 5S, así como una propuesta de mejora basada en esta metodología.

Asimismo, se consideró los siguientes estudios internacionales:

Silveira y Andrade (2019), en su artículo titulado “Aplicación del OEE para análisis de la productividad: un estudio de caso aplicado en una línea de producción en una industria de pulpa y papel”, cuyo objetivo es implementar OEE en la producción de astillas de madera. Sigue una metodología cuantitativa descriptiva no experimental, a través de la recopilación de registros de eventos de indisponibilidad, volúmenes producidos y resultados de análisis de calidad del producto. Como resultado se tiene un indicador OEE menor a 65% considerado como ineficiente ocasionados por tiempos significativos de inactividad por mantenimientos mecánicos correctivos, en cuanto a la calidad, el resultado está por debajo del objetivo propuesto por la empresa mediante un análisis en el sistema de astillado. Concluyendo que la aplicación de medidas y OEE para la medición de la productividad de la línea de producción de astillas resultaron efectivas en cuanto a la información obtenida en el diagnóstico ayudaron a la toma de decisiones en la gestión técnica del proceso productivo. Estos autores, indagan la variable productividad desde un punto de vista

diferente, por lo cual, será útil para discutir los resultados obtenidos de este trabajo de investigación.

Tortorella, Lange, Caiado, Nascimento y Sawhney (2019), en su artículo denominado “Evaluación de la implementación Lean en las cadenas de suministro de los hoteles”, el cual, tuvo por objetivo proponer un método para evaluar el nivel de implementación de Lean en las cadenas de suministros de 6 hoteles. Siguiendo una metodología no experimental, descriptiva, donde se analizaron las entrevistas semiestructuradas obteniendo que los hoteles tienen grán interés en los beneficios del Kanban, sin embargo, no tienen conocimiento práctico. Asimismo, con los proveedores solo se tiene comunicación para las órdenes de compra y el intercambio de información está poco reforzado, además, los hoteles no realizan un control de calidad sistemático y no visualizan los procesos de calidad de sus proveedores. Concluyendo, que los hoteles se encuentran por debajo del promedio, evidenciando una pobre aplicación. Este artículo destaca la importancia de la implementación Lean y lo importante que es su aplicación en las empresas de cualquier rubro.

Carreño, Amaya y Ruiz (2018), en su artículo titulado “Herramientas Lean Manufacturing en las industrias de Tundama” realizado en la Universidad de Carabobo, Venezuela, cuyo objetivo es implementar una o más herramientas para la mejora continua en cualquier tipo de organización, siguiendo una metodología cuantitativa descriptiva a través de una encuesta, llevándose a cabo una prueba piloto en 3 compañías, y finalmente la realización de la encuesta en 10 empresas para determinar el nivel de conocimiento de Lean Manufacturing, obteniendo como resultados 366 respuestas positivas y 364 respuestas negativas, concluyendo que hay poco conocimiento del uso y manejo de Lean Manufacturing como herramienta de mejora, para que la productividad y escasez de nuevos métodos de producción se vea reflejado en la competitividad. Este artículo ahonda en la revisión literaria, confirmando lo que se quiere demostrar en la presente, el cual es que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing producen una mejora continua, asimismo, el autor aportó con la metodología de algunas herramientas del Lean Manufacturing.

Muñoz, Arteaga y Villamil (2018), en su artículo denominado “Uso y Aplicación de herramientas del Modelo de Producción Toyota: Una revisión de literatura”, su objetivo fue analizar la literatura de las herramientas de producción ajustada y las barreras en su aplicación en las PYMES manufactureras. Siguiendo una metodología cuantitativa, no experimental, descriptiva, se estudió 50 documentos que resaltaron estudios de las herramientas Lean. Como resultado se obtuvo que, los países que más estudios realizaron acerca de las herramientas Lean fueron Portugal, Reino Unido y Alemania y el 9% de estos estudios fueron desarrollados en empresas manufactureras, se analizó de igual manera que la herramienta más aplicada fue el VSM (14.2%) seguido de las 5S (13.5%), SMED (11.3%) y Kaizen (10.6%) para dar solución a las siguientes variables: calidad (17.6%), lead time (12.2%), costos (16.7%), eficiencia (8.4%), productividad (7.6%) y eficacia (3.8%), los cuales salen de las variables tradicionales que el modelo Toyota establece (Calidad, costos, tiempos de entrega, seguridad y motivación). Por último, la investigación indica que las barreras para implementar Lean en las PYMES es la falta de compromiso, de conocimiento y resistencia a Lean, por supuesto existen barreras de gestión, de la fuerza de trabajo financieras, entre otras. En conclusión, las herramientas Lean se adaptan a todos los sectores dependiendo de las necesidades de la empresa, las variables tradicionales del modelo Toyota, aunque aún son abordadas, en la actualidad, se analizan muchas otras variables diferentes, finalmente, las barreras pueden ser enfrentadas con un alto grado de compromiso y motivación, analizar la literatura acerca de Lean y empezar a implementar herramientas que no requieren inversión grande como 5S, Poka Yoke, SMED y Kanban. Este artículo es importante para apoyar la hipótesis general de este trabajo desde el punto de vista literario, así como el uso correcto de las herramientas de Lean Manufacturing.

Viteri, Matute, Viteri y Rivera (2016), en su artículo de investigación denominado “Implementación de Lean Manufacturing en una compañía de alimentos” realizado en la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador, cuyo objetivo es implementar la filosofía Lean Manufacturing en una compañía que produce productos alimenticios para la utilización eficiente de sus recursos, reduciendo costos y producir ganancias. Tiene una metodología cuantitativa de tipo aplicada, mediante

la aplicación de las herramientas 5S, JIT y VSM. Se obtuvo como resultados que el valor inicial del proceso de 164 min, después de la aplicación de las herramientas se obtuvo un tiempo de 140 min, costándole a la empresa \$5,400 con un costo beneficio de 1.70, concluyendo que la herramienta Lean puede ser adoptada y configurada a cualquier negocio de acuerdo a sus necesidades. Este artículo de investigación, es fundamental, ya que aporta en el diagnóstico situacional de la empresa como herramienta del Lean Manufacturing, por lo que, se utilizará en esta investigación.

Para la realización de este estudio, es fundamental analizar las variables de estudio, por ello, se encontró lo siguiente:

Lean Manufacturing es una filosofía dirigida al proceso continuo y organizado de reconocimiento y descarte de todos los desperdicios, que permite disminuir tiempos, para mejorar la calidad y disminuir costos, entendiéndose como desperdicio a aquellas actividades que no agregan valor. Llevada a cabo mediante un programa de actividades realizadas por todo el personal de la empresa de forma organizada (Socconini, 2019).

Lean Manufacturing, de acuerdo a Muñoz, Arteaga y Villamil (2018) fue originalmente conocida con el nombre de Toyota Production System (TPS), un estudio realizado por Taiichi Ohno, director y consultor de dicha organización, realizado en Japón, en este estudio se dio a conocer los principios en donde la producción de motores enfocaría sus esfuerzos. Según Gazoli y Da Rocha (2019), el término Lean, se hace popular en Estados Unidos, cuando existió la época dorada de fabricación de automóviles en masa, donde emergió del Programa Internacional de vehículos motorizados (IMVP), y tiene una metodología similar al ciclo Deming o Kaizen desarrollado en Japón.

Castro, Soares, Pereira y Uchoa (2019) indican que Lean Manufacturing es muy conocido por su efectividad en la mejora continua de la productividad, calidad del producto, y tiempo de entrega al cliente, y distintas compañías alrededor del mundo han gestionado la implementación del uso de esta metodología, técnicas y tecnologías para mejorar la efectividad operacional del proceso. Según Kojima, Lemos, Cardoza y Lapasin (2016), no solo mejora los procesos de producción,

además de ello, mejora continuamente los servicios brindados, la gestión administrativa, relaciones con proveedores y sindicatos.

De acuerdo a Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa (2015), Lean Manufacturing comprende distintas herramientas que son empleadas para mejorar al máximo los procesos de tal forma que los tiempos de reacción sean cortos, mejore la atención al cliente y la calidad del producto, los costos sean reducidos, las actividades que no generen valor o cualquier otro tipo de desperdicio sean eliminados. De acuerdo a Satolo, De Moura, Antikeira y Lourenzani (2016), el Lean Manufacturing se apoya en una serie de herramientas, siendo Value Stream Mapping, Just in time, 5s, TPM, Kanban, Poka Yoke, entre otros.

Para propósito de la investigación, se analizó la *metodología 5S*, que de acuerdo a Salado, Sanz y De Benito (2015), es un proceso compuesto por 5 fases, cuyos nombres japoneses empiezan con la letra S y corresponden a: 1) Seiri, implica la selección de los elementos necesarios de los innecesarios, estos deben eliminarse o reducirse, 2) Seiton, es el orden de los elementos necesarios en el puesto de trabajo, de tal forma que se encuentren rápidamente, 3) Seiso, es la limpieza y desinfección del entorno donde se realiza el proceso, 4) Seiketsu, es la estandarización de las 3 primeras S y 5) Shitsuke, consiste en mantener las S como procedimientos constantes guiados a la mejora continua. Los cuales tienen por objetivo realizar cambios con la participación de todos en la organización.

La implementación de esta metodología debe desarrollarse de manera correcta y en el momento adecuado, adoptando un enfoque sistemático, para lo cual Piñero, Vivas y Flores (2018), indican: 1) Planificar las actividades que se desarrollarán de acuerdo a las 5 fases, asimismo asignación de un comité responsable y cronograma de ejecución, 2) Ejecutar las actividades planificadas para las 5 fases que la metodología maneja y finalmente, 3) Controlar la implementación, así como mejorar los estándares.



Figura 3. Fases de la metodología 5s

Tal cual indica Sukdeo, Ramdass y Petja (2020), esta metodología consiste en la creación de una cultura de trabajo que se enfoca en el orden y la limpieza. Por lo tanto, existe una posibilidad significativa de que los desperdicios se puedan eliminar cuando se integran estas 2 técnicas: 5S y Lean Manufacturing.

Otra herramienta base para la eliminación de desperdicios es *SMED*, de acuerdo a Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017), es también conocida como single-minute Exchange of die, esta herramienta se enfoca en la disminución de tiempos de preparamiento entre los procesos y las máquinas que participan en el sistema productivo, lo cual es beneficioso para la productividad.

Para la implementación de esta herramienta, se debe tener en cuenta los siguientes pasos: 1) Desarrollar un análisis de todas las actividades del proceso, pueden ser observadas o grabadas, para de esta manera, 2) Identificar las actividades internas y externas del proceso, se llaman internas a las actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra parada y externas, a las actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra en funcionamiento. Asimismo, se identifican los tiempos estándares que cada actividad toma realizar, 3) Se debe tratar de convertir las actividades internas en externas, ya que de esta manera se gana tiempo en el proceso, a su vez, modificar, combinar o eliminar actividades con el fin de optimizar el proceso y finalmente 4) Disminuir los tiempos de las nuevas actividades a través

de medidas y procedimientos y 5) Documentar los procedimientos o medidas para estandarizarlos (Chávez, 2019).

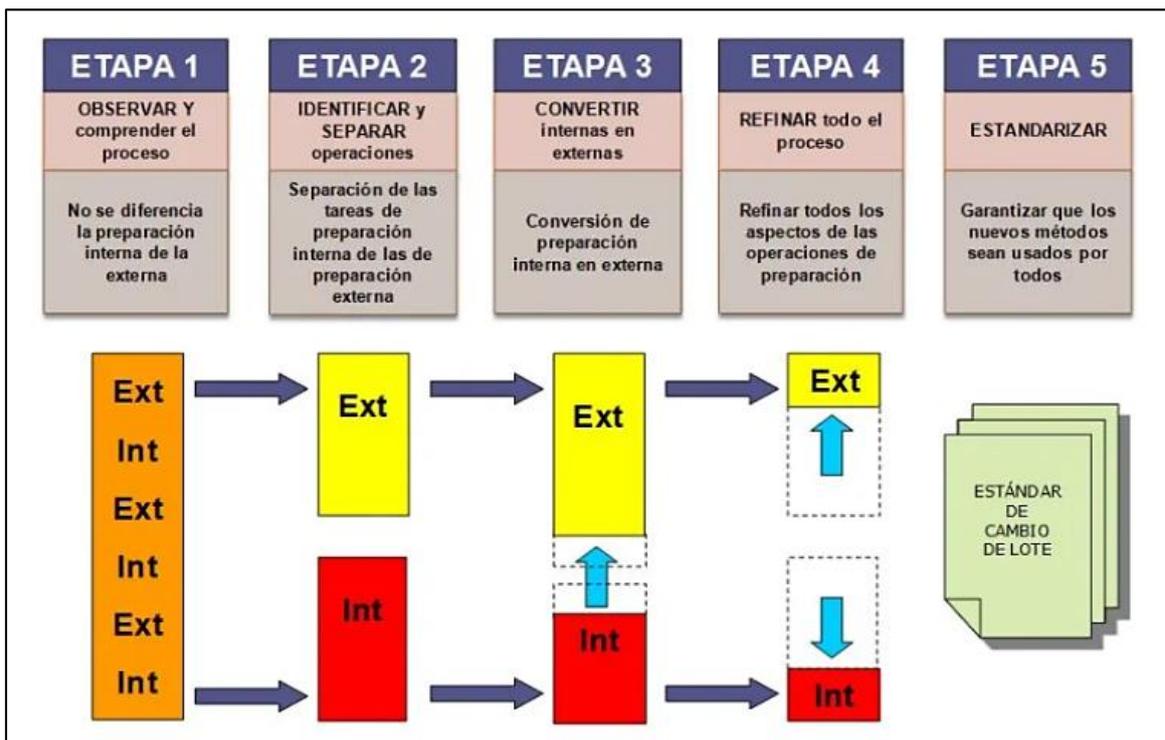


Figura 4. Pasos para la implementación de la herramienta SMED

Para hallar los tiempos estándares que exige la herramienta SMED, se realiza un estudio de tiempos, según Cardona et al (2018), el cual consiste en medir el tiempo de un trabajador en cada etapa del proceso productivo, dándonos como resultado una muestra de su desempeño que llega a generalizarse. Parte de un número limitado de observaciones, con la consideración del cansancio, demoras personales y retrasos inevitables. Miño, Moyano y Santillán (2019), indican también que tiene la función de establecer el tiempo estándar para todo el proceso de producción.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} \times (1 + \text{Suplementos})$$

Figura 5. Fórmula de cálculo para el tiempo estándar

Para el establecimiento del tiempo estándar en el estudio de tiempos, se tiene en cuenta el Sistema Westinghouse, que según Montero et al (2018), indica que es un sistema comúnmente utilizado en los trabajos de tiempos, gracias a la puntuación que brinda, basada en los aspectos de habilidad, esfuerzo, condición y regularidad.

Sirve para calificar la actividad que el trabajador realiza y ajustar el tiempo promedio observado. Asimismo, Montero et al (2018), utiliza los tiempos suplementarios, que son tiempos en los que el trabajador descansa o retrasa en la acción de la actividad por alguna condición (fatiga, ruido, etc.), para hallar el tiempo normal que deriva al tiempo estándar objetivo.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times (1 + \text{factor de calificación})$$

Figura 6. Fórmula de cálculo para el tiempo normal

Todas estas herramientas son empleadas para mejorar la productividad del proceso, definida por Ormeño (2020) como la capacidad de producción por unidad de tiempo, ya que en cuanto a la gestión Lean, la capacidad de producción es medida por la producción confirmada por el cliente. Ricardo, Medina y Abreu (2017) señalan que este es un indicador fundamental para conocer si el proceso está mejorando o no, y según Munyai, Makinde, Mbohwa y Ramatsetse (2019), contribuye significativamente a la competitividad y rentabilidad de una organización

La productividad tiene dos componentes usuales: *Eficiencia*, el cual tiene el concepto de optimizar los recursos utilizados y eliminar la existencia de desperdicios en el proceso, según Martins, Steiner y Wilhem (2018) y *Eficacia*, que es realizar las actividades planeadas haciendo uso de los recursos para alcanzar resultados, de acuerdo a Kmick, Gazolla y Da Silva Junior (2021).

Por lo tanto, Ormeño (2020) nos indica que la productividad es definida de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Figura 7. Fórmula de cálculo para la productividad

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Este estudio es de tipo aplicada, ya que, se enfocó en cubrir una necesidad a través de medios aplicados como metodología, instrumentos, tecnología, en base al conocimiento científico (CONCYTEC, 2016).

De esta manera, según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), tiene un enfoque cuantitativo, debido a que los procesos se relacionaron con conteos numéricos y métodos matemáticos.

Asimismo, la investigación es de nivel explicativa, ya que se expuso como la implementación de las herramientas Lean Manufacturing mejoraron la productividad significativamente, tratando de mitigar o reducir las causas que provocaron el problema (Ormeño, 2020).

Por otro lado, de acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), esta investigación es de diseño pre-experimental, por tener un control mínimo sobre las variables, en esta investigación se aplicó un estímulo y se observó las consecuencias de éste en un grupo de control con una temporalidad transversal, ya que se recolectaron datos en un solo momento del estudio. El diseño trabajado es de preprueba/posprueba.

$$G \longrightarrow O_1 \longrightarrow X \longrightarrow O_2$$

G = Producción de mango congelado

O₁= Productividad, antes de

O₂= Productividad, después de

X = Plan de mejora en base a Lean Manufacturing

3.2. Variables y operacionalización

Para la variable independiente: Lean Manufacturing, su definición conceptual es:

Una filosofía enfocada en el proceso continuo y organizado de reconocimiento y descarte de todos los desperdicios, permitiendo reducir tiempos, para aumentar la calidad y disminuir costos (Socconini, 2019).

En cuanto a la definición operacional, ésta se apoya en una serie de herramientas, por lo cual se utilizó las 5S y SMED.

En cuanto a las dimensiones e indicadores:

5S, que de acuerdo a Piñero, Vivas y Flores (2018), es un proceso compuesto por 5 fases, cuyos nombres japoneses empiezan con la letra S y corresponden a: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, los cuales tienen por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos en los que todos participan.

$$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

Figura 8. Fórmula de cálculo para el nivel de cumplimiento de las 5s

SMED, de acuerdo a Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017), también conocida como single-minute Exchange of die, esta herramienta se enfoca en la disminución de tiempos de preparación entre los procesos y las máquinas que participan en el sistema productivo, lo cual es beneficioso para la productividad.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de actividades internas} &= \frac{(TT - TAE)}{TT} \times 100 \\ \text{Tiempo de actividades externas} &= \frac{(TT - TAI)}{TT} \times 100 \end{aligned}$$

Figura 9. Fórmula de cálculo para el tiempo de actividades internas y externas

Para la Variable dependiente: *Productividad*, su definición conceptual es:

Según Ormeño (2020), es la capacidad de producción por unidad de tiempo, ya que en cuanto a la gestión Lean, la capacidad de producción es medida por la producción confirmada por el cliente.

En cuanto a la definición operacional, la productividad es medida por la multiplicación de la eficiencia por eficacia.

En cuanto a las dimensiones e indicadores:

Eficiencia, el cual tiene el concepto de optimizar los recursos utilizados y eliminar la existencia de desperdicios en el proceso (Ormeño, 2020).

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ programado}$$

Figura 10. Fórmula de cálculo para la eficiencia

Eficacia, que es realizar las actividades planeadas haciendo uso de los recursos para alcanzar resultados (Ormeño, 2020)

$$Eficacia = \frac{Lotes\ entrantes}{Lotes\ programados}$$

Figura 11. Fórmula de cálculo para la eficiencia

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

La población, de acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), abarca los elementos que están relacionados a criterios que el investigador especifica, que para esta investigación estuvo conformada por los 52 datos diarios de la producción de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A del año 2021, de acuerdo a los meses de temporada de materia prima.

Teniendo como criterio de inclusión los datos de producción de los meses de octubre y noviembre del año 2021. Y como criterio de exclusión, los datos de producción de días no laborables como domingos o feriados.

De esta manera, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), definen la muestra como una parte representativa de la población, de la cual se recolectarán la información. Para esta investigación se utilizó un muestreo estadístico para población finita que, de acuerdo a López y Fachelli (2016), consiste en la selección de la muestra por un medio estadístico con la finalidad de sacar una conclusión. Para ello, se utilizó la siguiente fórmula en la Figura 12:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = tamaño muestral

N = Tamaño de la población

Z = valor correspondiente a la distribución de gauss, para 5% = 1.96

p = prevalencia esperada del parámetro a evaluar =0.5

q = 1-p = 0.5

e = error de estimación = 0.05

Figura 12. Fórmula población finita de cálculo para la muestra

$$n = \frac{1.96^2 \times 52 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2(52 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{49.9408}{1.0879}$$

$n = 45.90 \approx 46 \text{ datos}$

Figura 13. Resolución para hallar la muestra

Por lo tanto, la muestra de la investigación estuvo conformada por 46 datos de producción diaria de los meses de octubre y noviembre del año 2021.

En ese sentido, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, que de acuerdo a López y Fachelli (2016), es la muestra obtenida separando la población en estratos, de los cuales se seleccionó elementos aleatorios de cada estrato, por ello, de los 2 reportes mensuales segmentados, se utilizó 23 elementos aleatorios, es decir, datos diarios de producción por reporte.

Siendo la unidad de análisis el dato diario de producción de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación, las técnicas e instrumentos que se utilizaron se presentan a continuación:

Observación directa: Es la técnica utilizada bajo el sentido de la vista para identificar las causas del problema a resolver, características de algún objeto, proceso, procedimiento, etc. (Quintanilla, 2018).

Análisis documental: Es el recojo y análisis de la información que se obtiene de libros, revistas, artículos, reportes o documentos relacionados a las variables de estudio (Juarez, 2020).

Tabla 7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variables	Dimensiones	Técnicas	Instrumentos	Fuente de verificación
Lean Manufacturing	Metodología 5S	Observación directa	Ficha de verificación de las 5S (Anexo 5)	Área de producción de la línea de mango congelado
	SMED	Observación directa	Registro de tiempos (Anexo 8)	Actividades de cambio de lote de la línea de mango pelado
Productividad	Eficiencia	Análisis documental	Registro de tiempos (Anexo 8)	Productividad de la línea de mango congelado
	Eficacia	Análisis documental	Reportes de producción (Anexo 7)	

Fuente. Elaboración propia

La validez de los instrumentos se logró en base al juicio de 3 expertos, quienes son profesores de investigación de la Universidad César Vallejo, cuyo documento de validación se encuentra en el Anexo 2. De acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), esto sirve para confirmar que el uso de los instrumentos para esta investigación son los correctos y realmente miden las variables.

La confiabilidad de un instrumento, según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se mide por el nivel de producir los mismos resultados si el instrumento es aplicado muchas veces, por lo que se dice, estos resultados son consistentes y coherentes.

En ese sentido, la confiabilidad de la ficha de verificación de las 5s estuvo dada por el autor del trabajo donde se obtuvo este instrumento. Asimismo, la confiabilidad de los reportes de producción se basa en la información que se ha recibido de la empresa según carta de autorización para el manejo de la información (anexo 3). Y en cuanto, a la confiabilidad de los registros de tiempos se aplicará el método de Test – Retest, el cual consiste en aplicar el instrumento dos veces al mismo grupo de control con un intervalo de tiempo entre el Test - Retest, y al evaluar los resultados si todos son positivos, el instrumento se considera confiable, de acuerdo a Abreu, Velásquez y Velásquez (2021).

Para determinar los resultados de la confiabilidad del instrumento se consideró los criterios de la Tabla 8, además se tomó como muestra piloto 15 observaciones (n=15) en el mes de noviembre del 2021 para constatar la confiabilidad.

Tabla 8. Confiabilidad

Valor	Criterio
R = 1,00	Correlación grande, perfecta y positiva
0,90 ≤ r <1,00	Correlación muy alta
0,70 ≤ r <0,90	Correlación alta
0,40 ≤ r <0,70	Correlación moderada
0,20 ≤ r <0,40	Correlación muy baja
r = 0.00	Correlación nula
r = -1.00	Correlación grande, perfecta y negativa

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. Confiabilidad

Correlaciones			
		REGIS_TIEMPO_ INICIAL	REGIS_TIEMPO_ FINAL
REGIS_TIEMPO_ _INICIAL	Correlación de Pearson	1	,813**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	47	47
REGIS_TIEMPO_ _FINAL	Correlación de Pearson	,813**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	47	47

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Obtenido del Programa SPSS

De esta manera, en la Tabla 9, se observa que el Test y Re-Test posee un coeficiente de correlación Rho Spearman = 0.813 y el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo cual, se puede afirmar que el instrumento a utilizado tiene una confiabilidad alta del 81%, de acuerdo a la Tabla 8.

3.5. Procedimientos

La empresa Agroindustrias AIB S.A., desde 1987, se dedica al cultivo, proceso y exportación de frutas y verduras que son distribuidos a diferentes mercados en los 5 continentes. Su dirección legal está en Av. Ricardo Palma Nro. 894 en el distrito de Miraflores, Lima, Perú, CIIU: 01123, identificada con RUC 20104420282.

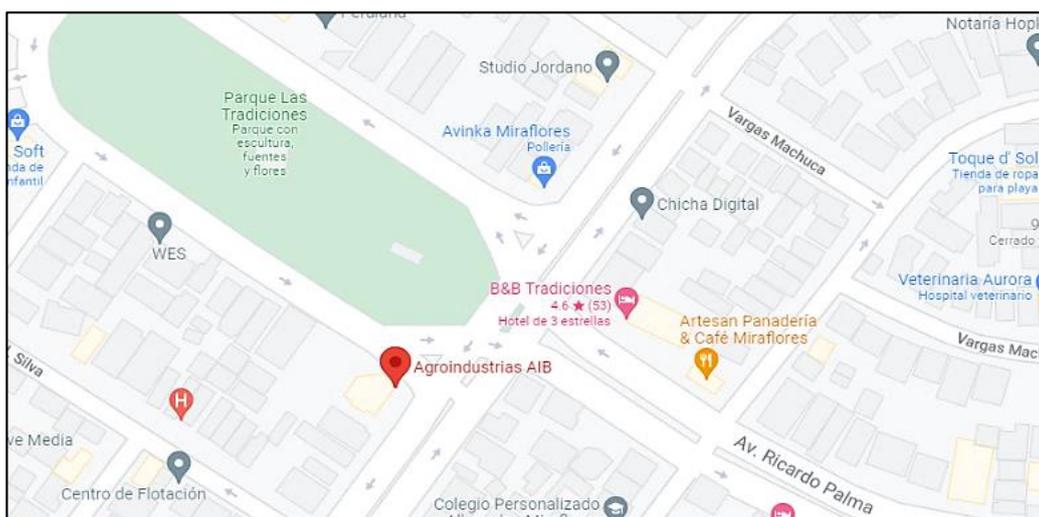


Figura 14. Ubicación de la empresa en Google Maps

La empresa cuenta con una visión, misión y valores presentadas en su página web:

<https://www.aib.com.pe/>

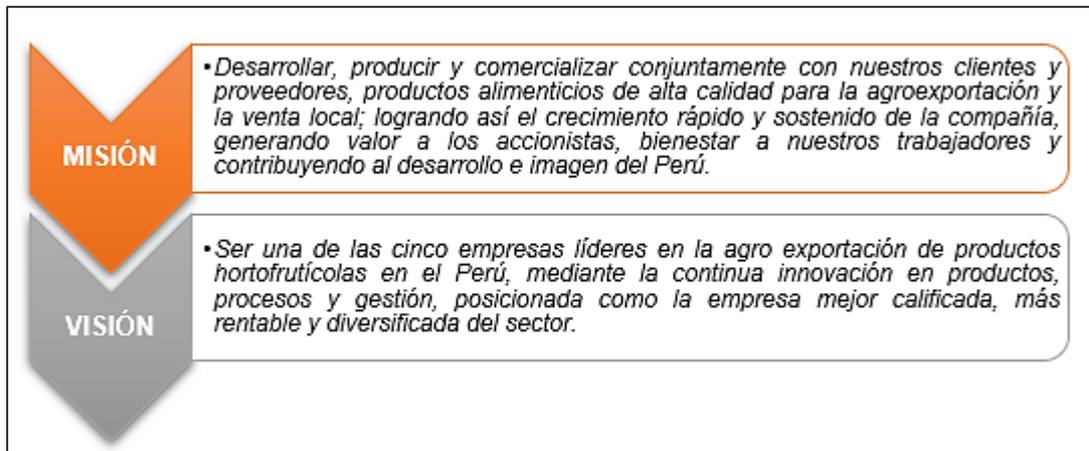


Figura 15. Misión y Visión de la empresa



Figura 16. Valores de la empresa

Las exportaciones de AIB, tienen como principal destino Estados Unidos, España, Países Bajos y Reino Unido. Los productos principales son congelados (palta, mango, espárrago, alcachofa, limón, choclo, arándano, ají amarillo, yuca, camote y mandarina), conservas (jalapeños, alcachofa, pimiento piquillo, maracuyá, pimiento morrón, espárrago y mango), frescos (espárrago, limón, uva red globe, granada y alcachofa), jugos (maracuyá, limón y mango), ingredientes (limón y pimiento piquillo) y semillas.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa en la Figura 17, en la que laboran 232 trabajadores en toda la empresa desempeñando distintas funciones.

UNIDAD: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.

Título: Organigrama General de Agroindustrias AIB S.A.

Código: AIB-G00-006-CT

Versión: 24

Página: 1/1

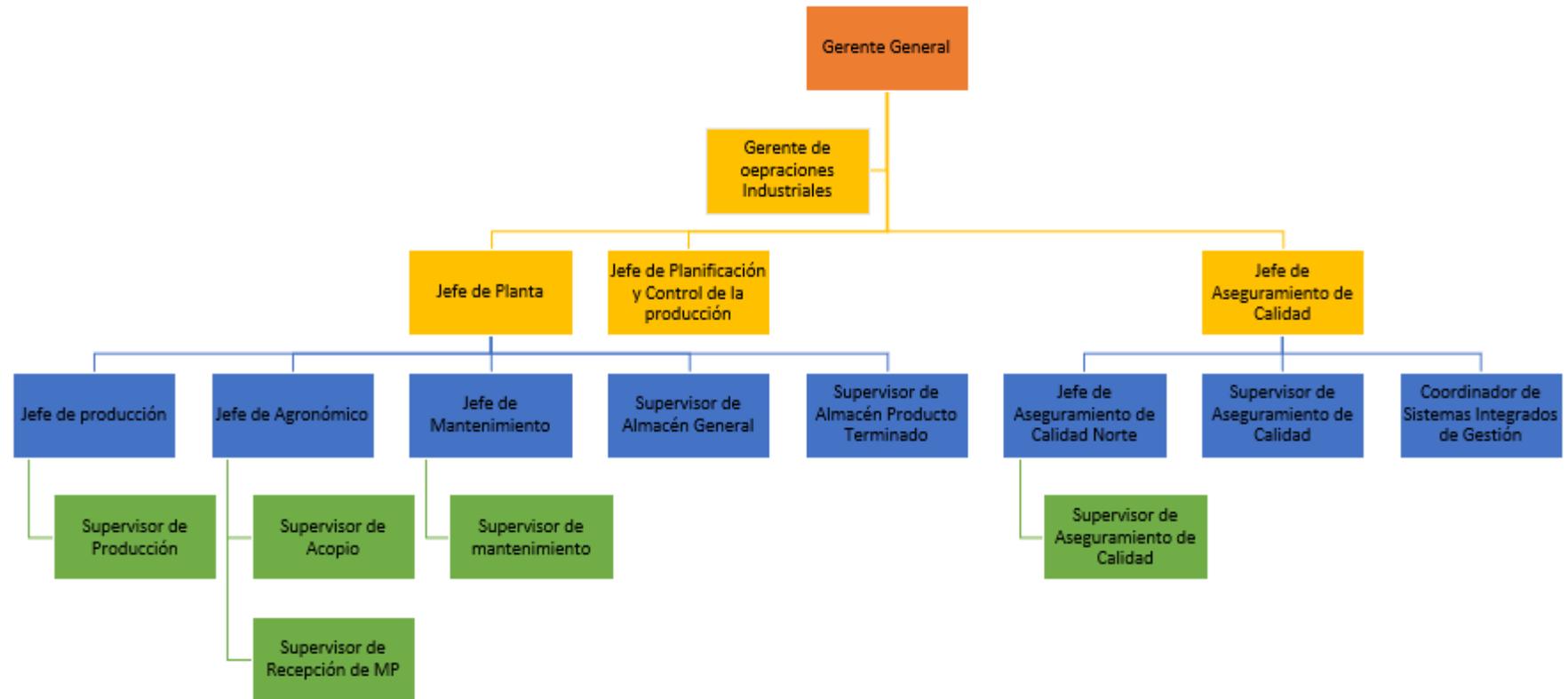


Figura 17. Organigrama de la empresa

De acuerdo a la Figura 17, el Gerente de Operaciones Industriales está a cargo del jefe de planta, jefe de planificación y control de producción y, por último, el jefe de aseguramiento de calidad. El jefe de planta, está encargado del área de producción y los respectivos almacenes.

De acuerdo a las ventas del año 2021, se tomó en cuenta la línea de producción de mango para el desarrollo de la investigación, debido a que representa el 19% de las ventas de la empresa, de acuerdo a la Figura 18.

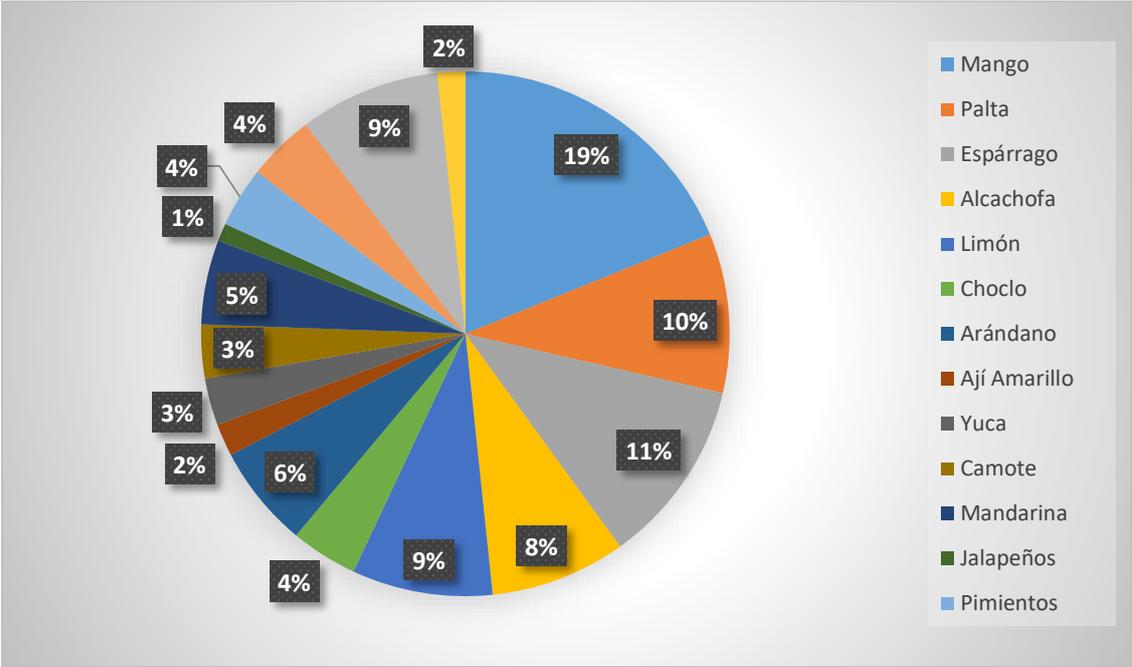


Figura 18. Ventas de los productos de la empresa - 2021

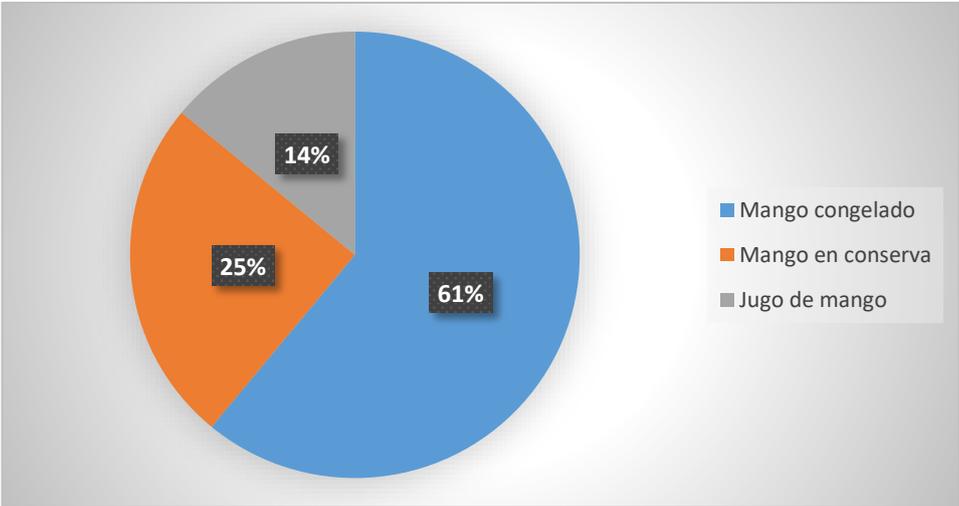


Figura 19. Ventas de mango en sus diferentes presentaciones - 2021

Asimismo, el mango se vende en diferentes presentaciones de acuerdo a la Figura 19, sin embargo, se escogió la línea de mango congelado, debido a que representa el 61% de las ventas del año 2021 de mango.

La línea de mango congelado se ubica dentro de la ejecución de la producción del organigrama, contando con un jefe de producción y supervisor de producción, y a su vez, con 65 trabajadores en el área para esa línea de producción.

La producción de la línea de mango congelado cuenta con un diagrama de flujo plasmado en el anexo 4, y se puede observar que ese diagrama de flujo contempla diferentes presentaciones, por lo que para el presente estudio se trabajó con la presentación en bolsas y con la variedad de mango Edward. Para lo cual, se describieron las actividades que solo corresponden a este proceso plasmado en el diagrama de operaciones en la Figura 20.

En la Figura 20, se muestra que el proceso de la línea de mango congelado está conformado por 16 operaciones y 5 operación – inspección.

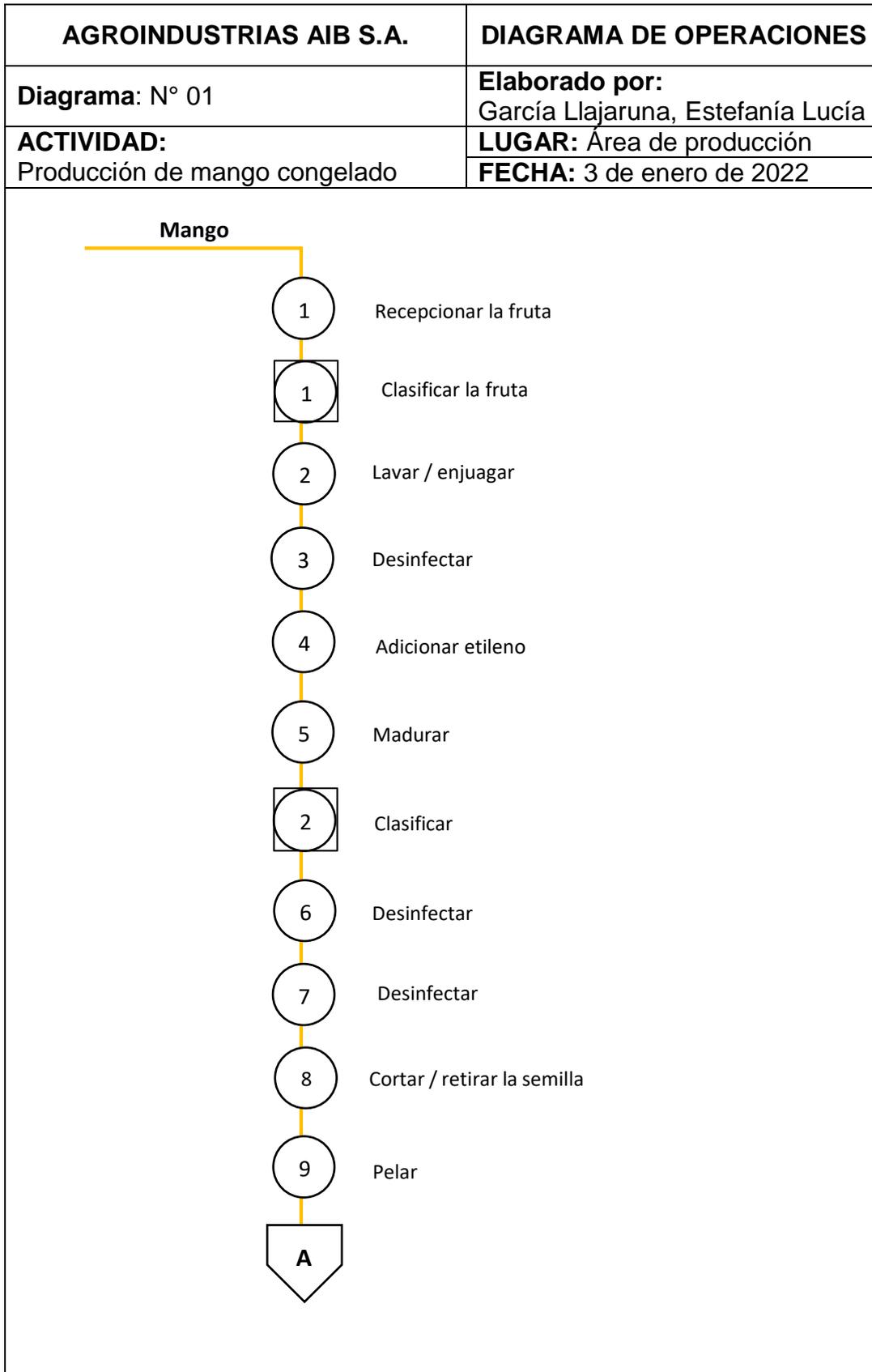


Figura 20. Diagrama de operaciones de la línea de mango congelado

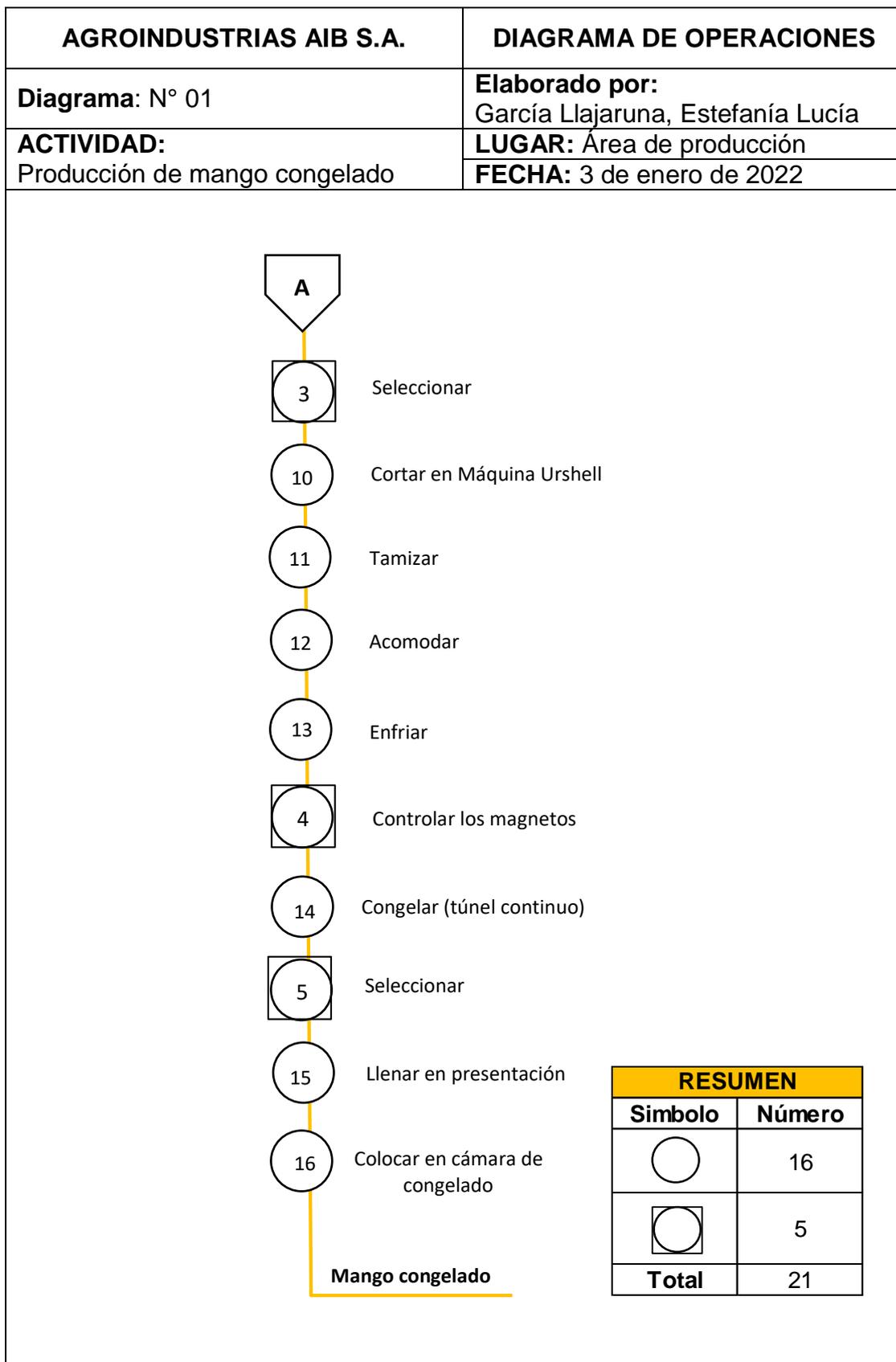


Figura 20. Diagrama de operaciones de la línea de mango congelado

A continuación, se describieron las operaciones señaladas en el DOP:

- *Recepción de la fruta:* Los trabajadores reciben el mango en el almacén de MP y cortan el pedúnculo de la fruta. La fruta es sacada del almacén por lotes que son compuestas por 43 jivas de 18.5 kg.
- *Clasificación 1:* En el área de clasificación, los trabajadores seleccionan a través del tacto la fruta según el daño: leve, daño crítico y aprovechable, mientras pasan en una faja transportadora. En esta etapa se realiza el pesado según su clasificación.
- *Lavado / enjuague:* El mango es lavado a través de una máquina de lavado por inmersión, usando detergente neutro de grado alimentario. Luego es enjuagado en otra tina con solo agua.
- *Desinfección 1:* La fruta es ingresada a una tina que contiene una solución desinfectante de ácido peracético a una concentración de 80-100 ppm, por un tiempo de 2 min.
- *Adición de etileno:* Las jivas de mango son paletizadas y pasan a unas cámaras provisionales donde se procede a la adición de etileno. Luego de ello, las jivas pasan por un tiempo de reposo de 3 horas.
- *Maduración:* Se realiza a temperatura y tiempos controlados hasta lograr su maduración.
- *Clasificación 2:* En esta etapa se retira el mango que no califica para el proceso (remaduros, deteriorados, verdes, pintos, etc.). El mango que se encuentra en óptimas condiciones pasa a la siguiente etapa.
- *Desinfección 2:* La fruta es ingresada a una tina que contiene una solución desinfectante de ácido peracético a una concentración de 80 – 100 ppm, por un tiempo de contacto de 10 minutos.
- *Desinfección 3:* La fruta es ingresada a una tina que contiene una solución desinfectante de ácido peracético a una concentración de 80 – 100 ppm, por un tiempo de contacto de 5 minutos
- *Corte / retiro de semilla:* Los mangos son cortados por la mitad con cuchillos de curvatura especial. En esta operación se retira la semilla o pepa de las mitades que la contienen.

- *Pelado:* Se procede a retirar la pulpa de las mitades de mango procedentes de la etapa anterior, esta operación se realiza con la ayuda de cucharones.
- *Selección:* En esta etapa se retiran las unidades no aceptables (Mitades con tamiz verdes o sobremaduras) y materias extrañas vegetales (restos de pepa, restos de cáscara) para ser colectados en bandejas limpias y desinfectadas.
- *Cortado por Máquina Urshell:* Las mitades son cortadas en trozos de longitud definida, esta operación se realiza con la cortadora manual y/o con la cortadora automática (Máquina Urshell). Los trozos obtenidos son desplazados hacia la siguiente etapa.
- *Tamizado:* Los trozos cortados pasan por un tamizado, donde las unidades planas, esquinas y unidades menores caen por vibración y gravedad a una jaba limpia y desinfectada.
- *Acomodo:* Los trozos tamizados son colocados en bandejas blancas desinfectadas, retirando trozos no conformes (con tamiz verde, restos de cáscara o pepa) siendo distribuidos uniformemente para ingresar al túnel de enfriado.
- *Enfriado:* Las bandejas blancas son transportados por una faja hacia el enfriador donde se bajará la temperatura por medio de aire forzado.
- *Control de magnetos:* Las bandejas blancas pasan por un magneto para retener las partículas metálicas no ferrosas que puedan estar presentes.
- *Congelado (Túnel continuo):* Etapa en la cual el producto es congelado en los túneles (estático o continuo) a temperaturas inferiores a menos 18°C durante un tiempo determinado.
- *Selección:* Los trozos de mango congelado se seleccionan retirando los defectos (fuera de las dimensiones, rotos, daños patológicos, deformes, etc.).
- *Llenado:* El mango congelado es empacado en bolsas de 10 kg, transparentes o impresas según requerimiento del cliente.
- *Cámara de congelado:* El producto es llevado de forma ordenada a la cámara de congelado a temperaturas inferiores o iguales a -18°C, siguiendo siempre un control de temperatura.

La situación actual de la empresa demuestra que el proceso tenía un tiempo innecesariamente largo que transcurre en el preparamiento del área y maquinaria para el ingreso de un nuevo lote de procesamiento, que equivale a 43 jivas de 18.5 kg de MP, dentro de los cuales existieron actividades innecesarias que no agregaban valor y la existencia de métodos no estándares, ya que, muchas veces las funciones no se encontraban bien definidas. Este problema acompañado del desorden en el área, ausencia de capacitación y compromiso por parte del personal ocasionaba que la productividad se encuentre en un 42.28%, siendo considerada por la empresa como baja.

De esta manera, para el diagnóstico de la variable independiente: Lean Manufacturing, se aplicó una ficha de evaluación de las 5S al área, mediante la observación directa y, además, el uso de un registro de tiempos para registrar los tiempos estándares de cada actividad de cambio de lote del proceso e identificar las actividades externas e internas, de acuerdo a la herramienta SMED. Asimismo, para el diagnóstico de la variable dependiente: la productividad, se utilizó la técnica de análisis documental para la medición de ambas dimensiones, eficiencia y eficacia, utilizando como instrumento el registro de tiempos y los reportes de producción respectivamente.

VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING (PRE-TEST)

Para el diagnóstico de la metodología 5s, se aplicó una ficha de evaluación de las 5S con la finalidad de detectar fallas en organización, estandarización de procedimientos de limpieza, entre otras. Este instrumento se aplicó en el área de la línea de producción de mango congelado, donde se visualizó el cumplimiento inicial del cumplimiento de las 5s (Figura 21).

	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LAS 5S			
Área:	Producción	Rangos de Resultados		
Auditado por:	Supervisor de producción	0%	20%	Malo
Fecha:	29 de noviembre de 2021	21%	40%	Regular
N° de auditoría:	1	41%	60%	Normal
Tipo de auditoría:	Interna	61%	80%	Bueno
Responsable del Registro:	García Llajaruna, Estefanía Lucía	81%	100%	Excelente
ETAPAS	ÍTEMS	NO	SI	
Seiri	Objeto o materiales ordenados	x		
	Elementos necesarios en el área de trabajo	x		
	Materias primas identificadas y clasificadas		x	
	Elementos no dañados u obsoletos	x		
Seiton	Lista de herramientas		x	
	Equipos, herramientas, etc. están en lugares asignados	x		
	Instrucciones de trabajo	x		
	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas	x		
Seiso	Lista de responsables y cronograma	x		
	Maquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc.	x		
	Pisos libres de polvo, basura, manchas.	x		
	Apariencia adecuada de los equipos y maquinarias de trabajo		x	
Seiketsu	Evidencia visual de las 3 primeras S	x		
	Formato de evaluación de las 5S	x		
	Capacitación de sensibilización	x		
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento	x		
	Auditorías internas	x		
	Compromiso y empeño	x		
TOTAL		15	3	
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO				16.67%
CRITERIO				Malo

Figura 21. Cumplimiento inicial de la metodología 5S – noviembre 2021

Se puede visualizar de la Figura 21, que el cumplimiento inicial de la metodología 5s fue del 16.67% situándose en un rango malo. A continuación, se ve el detalle del cumplimiento por fase de la metodología (Figura 22):

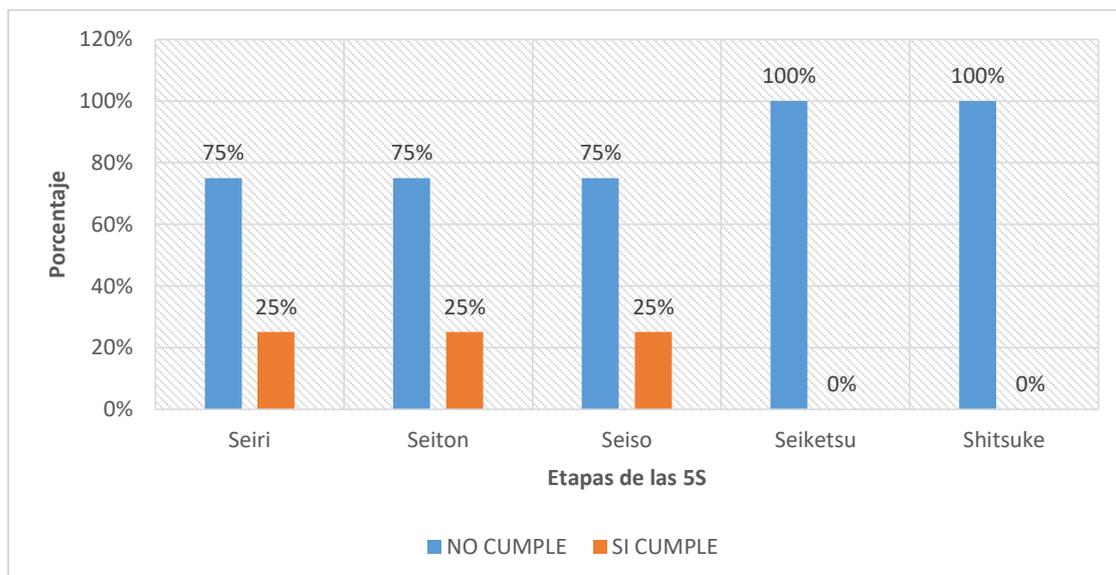


Figura 22. Nivel de cumplimiento inicial de las 5S – enero 2022

Tal cual se observa en la Figura 22, en la etapa de Seiri, Seiton y Seiso solo se cumplía el 25% y en las etapas de Seiketsu y Shitsuke, el cumplimiento era del 0%. Por lo que, se debe enfocar los esfuerzos en seleccionar y ordenar solo los materiales que sean necesarios para la producción, que se encuentren en sus lugares asignados, que exista un programa de limpieza, capacitaciones al personal y documentación para estandarizar el proceso.

Para el diagnóstico de la herramienta SMED, primero, se observó y enumeró las actividades que se realizan entre el cambio de un lote a otro, es decir las actividades de preparación y limpieza de máquinas y área que realizaban, para identificarlas en actividades internas y externas (Tabla 10).

Tabla 10. Actividades por operación de la línea de mango congelado

N°	Actividades	Actividades internas	Actividades externas
1	Apagar la faja transportadora	X	
2	Terminar de pesar las jivas clasificadas	X	
3	Limpiar la faja transportadora	X	
4	Encender la faja transportadora		X
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	X	
6	Botar el agua de la tina de lavado	X	
7	Limpiar superficialmente	X	
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	X	
9	Llenar de agua la tina de lavado	X	
10	Botar el agua de la tina de enjuague	X	
11	Limpiar superficialmente	X	
12	Llenar de agua la tina de enjuague	X	
13	Encender la tina de lavado y enjuague		X
14	Apagar la tina de desinfección	X	
15	Terminar de poner la fruta en jivas	X	
16	Botar el agua de la tina de desinfección	X	
17	Limpiar superficialmente	X	
18	Colocar el ácido peracético en el agua	X	
19	Llenar de agua la tina de desinfección	X	
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	X	
21	Encender la tina de desinfección		X
22	Apagar la faja transportadora 2	X	
23	Terminar de pesar las jivas clasificadas	X	
24	Limpiar la faja transportadora 2	X	
25	Encender la faja transportadora 2		X
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	X	
27	Terminar de poner la fruta en jivas	X	
28	Botar el agua de las tinas de desinfección	X	
29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	X	
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	X	
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	X	
32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	X	
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	X	

34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	X	
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	X	
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3		X
37	Apagar la faja transportadora 3	X	
38	Limpiar la faja transportadora 3	X	
39	Apagar la máquina Urshell	X	
40	Limpiar la máquina Urshell	X	
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	X	
42	Barrer el piso de la zona	X	
43	Trapear el piso de la zona	X	
44	Encender la máquina Urshell		X
45	Encender la faja transportadora 3		X
46	Barrer la zona de empaquetado	X	
47	Trapear la zona de empaquetado	X	
Total		39	7

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, en la Tabla 10 se observaron 47 actividades de cambio de lote, de las cuales 39 actividades fueron internas y solo 7, externas.

Después de desglosar las actividades, se observó cada actividad 26 veces durante el mes de noviembre de 2021, considerando un turno de trabajo de 10 horas, para determinar el tiempo estándar de cada una. Cabe mencionar que, la toma de tiempos se realizó desde el término de procesamiento de un lote de manera que otro lote empiece a procesarse.

Tabla 11. Registro de tiempos inicial del proceso de la línea de mango congelado

		REGISTRO DE TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE MANGO CONGELADO																										
		Número de observaciones (minutos)																										
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	T. total
1	Apagar la faja transportadora	2.3	2.1	2.0	2	2.2	2.1	1.9	2.3	2.5	2.2	2.1	1.9	2.6	2.3	2.2	2	2	2.1	2.3	2.1	2.1	2	2	2	1.9	1.9	55.1
2	Terminar de pesar las javas clasificadas	15.2	13.2	10.5	11.7	11.9	12.3	12	12.1	14.3	13.8	13.1	12.6	12.9	13.5	13.5	15.6	14.1	14.8	14.7	14.7	13.2	13	12.9	13.7	14.6	14.5	348.4
3	Limpiar la faja transportadora	5.8	5.6	5.0	5.1	5.0	5.0	7.2	7.1	5.8	5.6	5.6	5.2	8.3	6.0	6.1	6.0	5.7	5.8	5.6	5.9	6.0	6.1	5.8	5.9	6.0	6.2	153.4
4	Encender la faja transportadora	2.1	2.0	2.0	2.4	2.3	1.8	2.1	2.0	2.0	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	2.7	2.5	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.4	2.2	2.1	2.2	55.6
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2.3	2.4	2.1	2.0	2.0	2.9	2.4	2.2	2.2	2.1	2.4	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.5	1.8	2.3	2.3	2.2	2.1	2.5	2.1	2.1	2.0	57.3
6	Botar el agua de la tina de lavado	8.3	7.5	8.0	6.9	8.2	8.0	8.0	6.8	6.9	8.1	7.8	7.5	7.5	8.5	6.7	7.3	7.4	8.1	7.7	7.9	6.8	6.9	8.2	6.6	6.9	7.4	195.9
7	Limpiar superficialmente	7.2	7.1	6.8	6.7	5.7	5.8	6.0	5.8	5.6	5.2	5.0	7.1	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	7.2	7.0	7.0	5.9	5.9	7.1	6.7	7.2	5.8	166.4
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.3	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.1	2.1	2.1	1.8	2.0	2.0	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	1.8	2.0	2.0	52.0
9	Llenar de agua la tina de lavado	7.5	7.9	8.0	7.7	7.5	7.5	9.1	9.0	8.4	9.0	9.0	8.8	7.9	8.6	7.8	8.1	8.0	8.4	8.6	7.7	7.8	9.2	9.0	8.9	9.1	7.6	216.1
10	Botar el agua de la tina de enjuague	7.8	7.5	7.5	8.5	6.7	7.3	7.4	8.1	7.6	7.5	8.4	8.5	7.7	7.7	7.3	7.0	7.9	8.2	8.1	9.3	7.5	7.5	8.3	8.2	8.0	8.0	203.6
11	Limpiar superficialmente	7.1	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	7.2	7.0	7.0	5.9	6.3	6.8	6.7	5.7	5.8	6.0	5.8	5.6	5.2	5.8	6.2	5.8	5.7	5.8	5.5	6.1	161.6
12	Llenar de agua la tina de enjuague	7.8	8.1	8.0	8.4	8.6	7.7	7.8	9.2	9.0	9.9	10.5	11.1	7.5	7.9	8.0	7.7	7.5	7.5	8.2	8.5	8.3	8.1	8.0	8.0	7.9	7.7	216.8

13	Encender la tina de lavado y enjuague	2.0	2.0	2.0	2.7	2.5	2.0	2.0	2.0	2.6	2.5	2.5	2.5	2.2	2.0	2.0	2.0	1.8	2.5	2.2	2.7	2.6	2.4	2.3	2.0	2.0	2.1	58.1
14	Apagar la tina de desinfección	2.1	1.8	2.4	2.3	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9	2.6	2.3	2.2	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	1.8	2.3	2.1	2.3	2.3	2.2	2.0	2.5	56.5
15	Terminar de poner la fruta en jvas	18.2	19.4	19.8	21.1	18.7	20.0	18.9	20.2	18.6	19.8	18.9	21.0	19.5	18.7	20.6	18.4	19.1	19.4	20.5	21.0	21.1	20.9	20.7	20.7	20.6	18.9	514.7
16	Botar el agua de la tina de desinfección	7.7	7.3	7.0	7.9	8.2	8.1	9.3	7.5	7.5	8.2	8.3	7.8	7.5	7.5	7.6	7.5	8.4	8.5	7.7	7.7	8.0	8.1	8.0	7.9	7.6	8.1	205.0
17	Limpiar superficialmente	5.9	5.7	7.2	7.0	7.0	5.9	6.3	6.8	6.7	5.7	5.8	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	5.3	4.9	4.5	7.1	7.3	6.8	6.9	5.9	6.0	5.8	163.0
18	Colocar el ácido peracético en el agua	2.6	3.1	2.8	2.9	2.9	3.0	3.7	4.0	4.1	3.3	2.9	3.6	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	3.3	3.2	3.0	3.1	3.5	3.6	3.5	3.2	3.1	86.8
19	Llenar de agua la tina de desinfección	7.4	7.1	8.8	7.5	8.2	8.5	8.3	8.1	8.6	7.7	7.8	9.2	9.0	9.9	8.2	8.0	7.9	7.7	7.8	8.1	8.0	8.4	8.6	7.7	7.8	9.2	213.4
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	12.0	11.8	11.9	12.1	12.3	10.8	11.4	12.1	12.0	11.6	12.1	12.0	12.0	11.8	10.8	11.3	10.8	10.9	12.1	12.1	11.8	12.3	11.6	11.7	12.0	10.9	304.2
21	Encender la tina de desinfección	1.9	2.6	2.3	2.2	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.0	2.6	2.3	2.5	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	57.3
22	Apagar la faja transportadora 2	2.3	2.5	2.2	2.1	1.9	2.6	2.3	2.2	2	2	2.1	2.3	2.1	2.2	2.1	1.9	2.3	2.5	2.2	2.1	2.1	1.9	2.6	2.3	2.2	2.4	57.4
23	Terminar de pesar las jvas clasificadas	15.0	15.3	17.2	16.8	17.1	16.9	16.9	17.2	16.8	17.0	16.6	15.8	16.4	15.9	15.6	16.4	17.2	15.9	15.7	16.3	15.9	17.1	16.8	17.0	15.7	15.9	426.4
24	Limpiar la faja transportadora 2	5.2	8.3	6.0	6.1	6.0	5.7	5.8	5.6	5.9	6.0	5.6	5.6	5.5	5.4	6.2	6.3	8.0	6.1	6.0	6.0	5.7	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	155.6
25	Encender la faja transportadora 2	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	2.7	2.5	2.2	2.1	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	2.3	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.6	56.9
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.1	2.0	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	2.3	2.5	2.5	2.2	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.2	2.3	2.2	56.5
27	Terminar de poner la fruta en jvas	20.2	18.6	19.8	18.9	21.0	19.5	18.7	20.6	19.9	20.0	20.0	20.1	20.7	18.5	18.9	18.9	18.4	20.2	20.1	20.0	18.6	18.8	21.1	20.9	21.0	18.7	512.0

28	Botar el agua de las tinas de desinfección	7.7	8.1	7.9	8.4	8.3	8.3	7.8	7.7	7.7	7.5	7.9	8.4	7.9	7.4	7.9	8.2	7.7	7.5	7.5	7.8	7.8	8.3	7.7	7.9	8.2	7.9	205.4
29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	7.2	7.5	7.5	7.3	7.2	7.2	7.1	7.0	7.0	7.8	7.5	7.2	8.2	7.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.3	7.4	10.3	7.9	7.7	8.3	7.5	197.3
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	3.3	3.2	3.0	3.0	2.7	2.6	2.6	2.8	2.9	2.9	3.0	3.7	4.0	3.8	3.8	3.3	3.1	3.1	3.0	3.2	3.3	84.7
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	8.4	9.2	9.1	8.7	8.5	8.5	7.8	9.1	9.0	8.4	8.5	7.8	9.0	8.8	9.1	8.7	9.1	9.0	9.0	7.9	7.8	8.5	8.4	8.4	8.3	8.0	223.0
32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	8.3	7.7	8.3	7.9	7.9	7.5	7.7	7.7	8.1	7.8	8.3	8.3	7.8	8.2	7.5	8.9	8.6	7.6	7.7	8.3	7.4	8.3	7.6	8.2	7.7	8.0	207.3
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	2.8	2.8	3.1	3.1	3.0	2.7	3.3	3.5	3.5	3.2	3.1	3.1	2.6	3.2	3.1	3.0	3.0	3.1	3.0	2.7	3.0	2.8	2.8	3.1	3.0	2.6	78.2
34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	8.5	7.8	9.1	9.0	8.4	8.5	7.8	8.4	9.2	9.1	8.7	8.5	9.1	9.0	9.0	7.9	7.8	9.0	8.8	9.1	8.7	9.2	9.1	8.7	8.5	8.5	225.4
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	12.5	12.7	13.0	12.9	14.2	15.1	15.0	14.7	13.9	14.4	14.7	15.2	13.7	12.9	14.3	13.7	15.0	14.8	12.7	12.9	14.9	14.8	14.5	13.8	14.2	12.6	363.1
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.6	2.3	2.0	1.5	1.9	2.0	2.2	2.1	2.0	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.4	2.6	2.9	2.7	2.5	2.4	2.5	2.5	2.3	2.2	59.1
37	Apagar la faja transportadora 3	2.2	2.5	2.5	2.3	2.4	2.3	2.5	2.7	2.5	2.8	2.6	2.5	2.3	2.8	2.7	2.6	2.5	2.3	2.5	2.2	2.1	1.9	2.6	2.3	2.2	2.3	63.0
38	Limpiar la faja transportadora 3	7.5	6.1	6.0	6.0	5.7	5.8	5.7	6.3	8.0	6.1	6.0	6.0	8.0	6.1	6.0	6.0	5.7	5.8	5.7	5.2	8.3	6.0	6.1	6.0	5.7	5.8	161.6

39	Apagar la máquina Urshell	2.8	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	2.8	2.6	2.5	2.8	2.8	2.9	3.1	2.6	2.5	2.3	2.6	2.8	2.7	2.8	2.9	3.5	2.7	2.8	2.7	2.8	72.2
40	Limpiar la máquina Urshell	6.2	6.1	5.9	5.6	4.7	6.1	6.0	4.9	4.9	6.0	4.6	4.5	5.3	4.9	5.2	5.1	5.0	4.5	6.0	4.8	6.0	6.1	5.4	5.3	5.1	4.9	139.1
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	31.1	28.7	29.8	31.0	30.6	29.8	31.1	29.5	28.8	28.9	29.3	30.4	29.6	30.3	28.5	30.3	30.2	31.0	30.7	29.4	31.0	30.2	28.7	31.1	31.0	30.5	781.5
42	Barrer el piso de la zona	12.2	11.4	12.1	11.6	12.2	11.9	12.0	11.8	11.4	11.3	10.8	12.2	10.9	10.9	10.7	11.5	11.6	11.8	12.8	11.1	12.9	11.0	11.4	12.7	12.1	12.2	304.5
43	Trapear el piso de la zona	11.4	9.8	10.2	11.5	9.7	9.6	9.9	10.3	9.7	10.3	11.5	11.5	11.2	9.9	9.8	9.9	11.1	11.0	9.7	9.9	9.8	9.9	11.0	10.3	9.6	10.4	268.9
44	Encender la máquina Urshell	2.8	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	2.8	2.6	2.5	2.8	2.8	2.9	3.1	2.6	2.5	2.3	2.6	2.8	2.7	2.8	2.9	3.5	2.7	2.8	2.7	2.8	72.2
45	Encender la faja transportadora 3	2.0	2.3	2.1	2.2	2.4	2.1	2.0	2.1	2.1	1.9	2.0	1.9	2.1	2.1	2.2	2.3	2.1	2.0	1.9	2.3	2.5	2.5	2.5	2.6	2.1	2.3	56.6
46	Barrer la zona de empaquetado	13.1	14.2	12.8	12.9	15.1	15.0	15.1	13.8	14.4	13.9	15.0	14.7	14.9	14.7	15.1	14.6	14.8	12.9	15.1	12.7	14.9	13.6	15.1	13.9	15.0	14.7	372.0
47	Trapear la zona de empaquetado	12.5	11.2	13.1	13.0	11.5	12.7	13.3	12.9	13.1	11.7	13.0	10.8	10.9	11.2	10.9	13.0	10.7	13.1	12.6	12.5	10.8	11.8	12.4	13.1	10.9	10.9	313.6

Fuente. Elaboración propia

Una vez se obtuvo los tiempos de cada actividad, se procedió a calcular el número de muestras (Tabla 12) para obtener el promedio de los tiempos cronometrados (Tabla 13). Para calcular la muestra se utilizó la siguiente fórmula, de acuerdo a Cardona, Castrillón y Tinoco (2017):

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Figura 23. Fórmula para el cálculo de muestras de observación

Según muestreo estadístico, presentando un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de ± 5 .

Tabla 12. Número de muestras de tiempos inicial

Agroindustrias AIB S.A				
Área: Producción		Proceso: Línea de mango congelado		
Elaborado por: García Llajaruna, Estefanía Lucía				
Ítem	Actividades	$\sum x$	$\sum(x)^2$	# de muestras
1	Apagar la faja transportadora	55.1	117.6	11
2	Terminar de pesar las javas clasificadas	348.4	4706.1	13
3	Limpiar la faja transportadora	153.4	918.2	23
4	Encender la faja transportadora	55.6	119.8	12
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	57.3	127.6	16
6	Botar el agua de la tina de lavado	195.9	1484.3	9
7	Limpiar superficialmente	166.4	1077.6	19
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	52.0	104.3	5
9	Llenar de agua la tina de lavado	216.1	1805.2	8
10	Botar el agua de la tina de enjuague	203.6	1601.4	7
11	Limpiar superficialmente	161.6	1013.9	15
12	Llenar de agua la tina de enjuague	216.8	1828.3	18
13	Encender la tina de lavado y enjuague	58.1	131.7	23
14	Apagar la tina de desinfección	56.5	123.9	14
15	Terminar de poner la fruta en javas	514.7	10211.9	4
16	Botar el agua de la tina de desinfección	205.0	1622.4	5
17	Limpiar superficialmente	163.0	1037.2	23
18	Colocar el ácido peracético en el agua	86.8	293.9	23
19	Llenar de agua la tina de desinfección	213.4	1762.1	9
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	304.2	3565.2	3
21	Encender la tina de desinfección	57.3	127.4	13
22	Apagar la faja transportadora 2	57.4	127.7	13
23	Terminar de pesar las javas clasificadas	426.4	7003.8	2
24	Limpiar la faja transportadora 2	155.6	942.6	20
25	Encender la faja transportadora 2	56.9	125.6	13

26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	56.5	123.6	9
27	Terminar de poner la fruta en javas	512.0	10103.9	3
28	Botar el agua de las tinas de desinfección	205.4	1624.8	2
29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	197.3	1507.4	11
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	84.7	280.4	26
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	223.0	1917.8	4
32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	207.3	1656.3	3
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	78.2	236.6	10
34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	225.4	1959.1	4
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	363.1	5091.6	7
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	59.1	136.5	26
37	Apagar la faja transportadora 3	63.0	154.0	12
38	Limpiar la faja transportadora 3	161.6	1020.1	25
39	Apagar la máquina Urshell	72.2	201.7	10
40	Limpiar la máquina Urshell	139.1	752.5	18
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	781.5	23508.8	1
42	Barrer el piso de la zona	304.5	3575.7	4
43	Trapear el piso de la zona	268.9	2792.6	7
44	Encender la máquina Urshell	72.2	201.7	10
45	Encender la faja transportadora 3	56.6	124.3	13
46	Barrer la zona de empaquetado	372.0	5339.9	5
47	Trapear la zona de empaquetado	313.6	3805.3	10

Fuente. Elaboración propia

Tabla 13. Promedio de tiempos muestreados iniciales

		REGISTRO DE TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE MANGO CONGELADO																										
		Número de observaciones (minutos)																										
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Pro med io
1	Apagar la faja transportadora	2.3	2.1	2.0	2	2.2	2.1	1.9	2.3	2.5	2.2	2.1																2.2
2	Terminar de pesar las javas clasificadas	15.2	13.2	10.5	11.7	11.9	12.3	12	12.1	14.3	13.8	13.1	12.6	12.9														12.7
3	Limpiar la faja transportadora	5.8	5.6	5.0	5.1	5.0	5.0	7.2	7.1	5.8	5.6	5.6	5.2	8.3	6.0	6.1	6.0	5.7	5.8	5.6	5.9	6.0	6.1	5.8				5.9
4	Encender la faja transportadora	2.1	2.0	2.0	2.4	2.3	1.8	2.1	2.0	2.0	2.1	2.2	2.0															2.1
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2.3	2.4	2.1	2.0	2.0	2.9	2.4	2.2	2.2	2.1	2.4	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0											2.2
6	Botar el agua de la tina de lavado	8.3	7.5	8.0	6.9	8.2	8.0	8.0	6.8	6.9																		7.6
7	Limpiar superficialmente	7.2	7.1	6.8	6.7	5.7	5.8	6.0	5.8	5.6	5.2	5.0	7.1	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	7.2	7.0								6.4
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.3	2.0	2.0	2.1	2.0																						2.1
9	Llenar de agua la tina de lavado	7.5	7.9	8.0	7.7	7.5	7.5	9.1	9.0																			8.0
10	Botar el agua de la tina de enjuague	7.8	7.5	7.5	8.5	6.7	7.3	7.4																				7.5
11	Limpiar superficialmente	7.1	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	7.2	7.0	7.0	5.9	6.3	6.8	6.7	5.7	5.8												6.5
12	Llenar de agua la tina de enjuague	7.8	8.1	8.0	8.4	8.6	7.7	7.8	9.2	9.0	9.9	10.5	11.1	7.5	7.9	8.0	7.7	7.5	7.5									8.5

13	Encender la tina de lavado y enjuague	2.0	2.0	2.0	2.7	2.5	2.0	2.0	2.0	2.6	2.5	2.5	2.5	2.2	2.0	2.0	2.0	1.8	2.5	2.2	2.7	2.6	2.4	2.3				2.3
14	Apagar la tina de desinfección	2.1	1.8	2.4	2.3	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9	2.6	2.3	2.2	2.5													2.2
15	Terminar de poner la fruta en jvas	18.2	19.4	19.8	21.1																						19.6	
16	Botar el agua de la tina de desinfección	7.7	7.3	7.0	7.9	8.2																					7.6	
17	Limpiar superficialmente	5.9	5.7	7.2	7.0	7.0	5.9	6.3	6.8	6.7	5.7	5.8	7.3	6.8	6.9	5.9	5.7	5.3	4.9	4.5	7.1	7.3	6.8	6.9				6.3
18	Colocar el ácido peracético en el agua	2.6	3.1	2.8	2.9	2.9	3.0	3.7	4.0	4.1	3.3	2.9	3.6	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	3.3	3.2	3.0	3.1	3.5	3.6				3.3
19	Llenar de agua la tina de desinfección	7.4	7.1	8.8	7.5	8.2	8.5	8.3	8.1	8.6																		8.1
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	12.0	11.8	11.9																								11.9
21	Encender la tina de desinfección	1.9	2.6	2.3	2.2	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.4	2.3														2.2
22	Apagar la faja transportador a 2	2.3	2.5	2.2	2.1	1.9	2.6	2.3	2.2	2	2	2.1	2.3	2.1														2.2
23	Terminar de pesar las jvas clasificadas	15.0	15.3																									15.2
24	Limpiar la faja transportador a 2	5.2	8.3	6.0	6.1	6.0	5.7	5.8	5.6	5.9	6.0	5.6	5.6	5.5	5.4	6.2	6.3	8.0	6.1	6.0	6.0							6.1
25	Encender la faja transportador a 2	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	2.7	2.5	2.2	2.1														2.2
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.1	2.0	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1	2.3	2.2																		2.2
27	Terminar de poner la fruta en jvas	20.2	18.6	19.8																								19.5

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times (1 + \text{factor de calificación})$$

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} \times (1 + \text{suplemento})$$

Figura 24. Fórmula para el cálculo de tiempos normal y estándar

Tabla 14. Cálculo inicial del tiempo estándar

N°	Actividades	Tiempo promedio (min)	Westinghouse				1+FC	Tiempo Normal (min)	Tolerancia	Tiempo Estándar (min)
			H	E	CD	R				
1	Apagar la faja transportadora	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.4
2	Terminar de pesar las jivas clasificadas	12.7	0.00	0.05	0.00	0.01	1.1	13.5	0.12	15.1
3	Limpiar la faja transportadora	5.9	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.0	0.12	6.7
4	Encender la faja transportadora	2.1	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.1	0.12	2.4
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
6	Botar el agua de la tina de lavado	7.6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	7.6	0.12	8.5
7	Limpiar superficialmente	6.4	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.5	0.12	7.3
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.1	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	2.2	0.12	2.5
9	Llenar de agua la tina de lavado	8.0	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	8.3	0.12	9.3
10	Botar el agua de la tina de enjuague	7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	7.5	0.12	8.4
11	Limpiar superficialmente	6.5	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.7	0.12	7.5
12	Llenar de agua la tina de enjuague	8.5	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	8.7	0.12	9.7
13	Encender la tina de lavado y enjuague	2.3	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.3	0.12	2.6

14	Apagar la tina de desinfección	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
15	Terminar de poner la fruta en jvas	19.6	0.03	0.05	0.00	0.01	1.1	21.4	0.12	24.0
16	Botar el agua de la tina de desinfección	7.6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	7.6	0.12	8.5
17	Limpiar superficialmente	6.3	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.4	0.12	7.2
18	Colocar el ácido peracético en el agua	3.3	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	3.6	0.12	4.0
19	Llenar de agua la tina de desinfección	8.1	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	8.3	0.12	9.3
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	11.9	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	12.5	0.12	14.0
21	Encender la tina de desinfección	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
22	Apagar la faja transportadora 2	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
23	Terminar de pesar las jvas clasificadas	15.2	0.00	0.05	0.00	0.00	1.1	15.9	0.12	17.8
24	Limpiar la faja transportadora 2	6.1	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.2	0.12	6.9
25	Encender la faja transportadora 2	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.2	0.12	2.5
27	Terminar de poner la fruta en jvas	19.5	0.03	0.05	0.00	0.01	1.1	21.3	0.12	23.8
28	Botar el agua de las tinas de desinfección	7.9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	7.9	0.12	8.8
29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	7.3	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	7.4	0.12	8.3
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	3.3	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	3.5	0.12	3.9
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	8.9	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	9.1	0.12	10.2

32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	8.1	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	8.3	0.12	9.3
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	3.1	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	3.3	0.12	3.7
34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	8.6	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	8.9	0.12	9.9
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	13.6	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	14.3	0.12	16.0
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.3	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.3	0.12	2.6
37	Apagar la faja transportadora 3	2.5	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.5	0.12	2.8
38	Limpiar la faja transportadora 3	6.2	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.4	0.12	7.1
39	Apagar la máquina Urshell	2.8	0.03	0.00	0.00	0.01	1.0	2.9	0.12	3.2
40	Limpiar la máquina Urshell	5.3	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	5.7	0.12	6.4
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	31.1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	31.1	0.12	34.8
42	Barrer el piso de la zona	11.8	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	12.4	0.12	13.9
43	Trapear el piso de la zona	10.3	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	10.8	0.12	12.1
44	Encender la máquina Urshell	2.8	0.03	0.00	0.00	0.01	1.0	2.9	0.12	3.2
45	Encender la faja transportadora 3	2.1	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.1	0.12	2.4
46	Barrer la zona de empaquetado	13.6	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	14.3	0.12	16.0
47	Trapear la zona de empaquetado	12.5	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	13.1	0.12	14.7
TOTAL (min)								359.5		402.6

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se observó que el tiempo de cambio de lote, fue de 402.6 min lo que equivale a 6.71 horas. Luego de ello, se resumió en la Tabla 15, los tiempos de cada actividad interna y externa para calcular el % de los tiempos.

Tabla 15. Identificación de las actividades externas e internas en el cambio de lote

N°	Actividades	Tiempo estándar	Actividades internas	Actividades externas
1	Apagar la faja transportadora	2.4	X	
2	Terminar de pesar las jvas clasificadas	15.1	X	
3	Limpiar la faja transportadora	6.7	X	
4	Encender la faja transportadora	2.4		X
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2.5	X	
6	Botar el agua de la tina de lavado	8.5	X	
7	Limpiar superficialmente	7.3	X	
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.5	X	
9	Llenar de agua la tina de lavado	9.3	X	
10	Botar el agua de la tina de enjuague	8.4	X	
11	Limpiar superficialmente	7.5	X	
12	Llenar de agua la tina de enjuague	9.7	X	
13	Encender la tina de lavado y enjuague	2.6		X
14	Apagar la tina de desinfección	2.5	X	
15	Terminar de poner la fruta en jvas	24.0	X	
16	Botar el agua de la tina de desinfección	8.5	X	
17	Limpiar superficialmente	7.2	X	
18	Colocar el ácido peracético en el agua	4.0	X	
19	Llenar de agua la tina de desinfección	9.3	X	
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	14.0	X	
21	Encender la tina de desinfección	2.5		X
22	Apagar la faja transportadora 2	2.5	X	
23	Terminar de pesar las jvas clasificadas	17.8	X	
24	Limpiar la faja transportadora 2	6.9	X	
25	Encender la faja transportadora 2	2.5		X
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.5	X	
27	Terminar de poner la fruta en jvas	23.8	X	

28	Botar el agua de las tinas de desinfección	8.8	X	
29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	8.3	X	
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	3.9	X	
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	10.2	X	
32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	9.3	X	
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	3.7	X	
34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	9.9	X	
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	16.0	X	
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.6		X
37	Apagar la faja transportadora 3	2.8	X	
38	Limpiar la faja transportadora 3	7.1	X	
39	Apagar la máquina Urshell	3.2	X	
40	Limpiar la máquina Urshell	6.4	X	
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	34.8	X	
42	Barrer el piso de la zona	13.9	X	
43	Trapear el piso de la zona	12.1	X	
44	Encender la máquina Urshell	3.2		X
45	Encender la faja transportadora 3	2.4		X
46	Barrer la zona de empaquetado	16.0	X	
47	Trapear la zona de empaquetado	14.7	X	
Total		402.6	39	7

Fuente. Elaboración propia

Para la determinación de los tiempos de las actividades externas e internas se utilizaron las siguientes fórmulas, teniendo en cuenta TT (tiempo total), TAE (tiempo de actividades externas) y TAI (tiempo de actividades internas):

$$\% \text{ Tiempo de actividades internas} = \frac{(402.6 - 18)}{402.6} \times 100$$

$$\% \text{ Tiempo de actividades internas} = 95.5\%$$

Figura 25. Cálculo del tiempo interno inicial

$$\% \text{ Tiempo de actividades externas} = \frac{(402.6 - 384.6)}{402.6} \times 100$$

$$\% \text{ Tiempo de actividades externas} = 4.5\%$$

Figura 26. Cálculo del tiempo externo

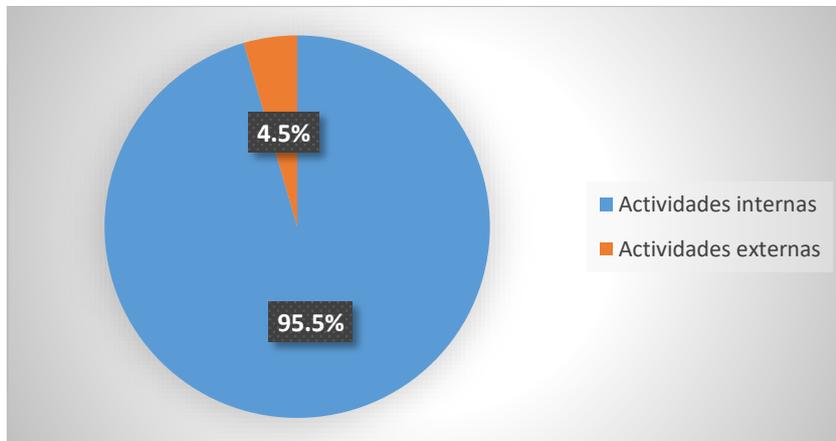


Figura 27. Porcentaje de tiempo de las actividades externas e internas

En la figura 27, las actividades internas la conformaban el 95.5% de las actividades del proceso y las actividades externas, el 4.5%. Esto indica que existía una enorme diferencia en los tiempos de preparación o cambio de un lote a otro, ya que en la mayor parte del tiempo las actividades se producían cuando las máquinas se encontraban apagadas sin poder continuar con el proceso.

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD (PRE-TEST)

Finalmente, se calculó la productividad inicial, donde se utilizó los reportes de producción (anexo 7), de los meses de octubre y noviembre del año 2021. Asimismo, la Tabla 16, indica el rango en que se encuentra la productividad, de acuerdo al rango manejado por la empresa.

Tabla 16. Rango de índice de productividad

Descripción	Rango en porcentaje
Muy baja	10% a 30%
Baja	31% a 60%
Promedio	61% a 80%
Muy buena	81% a 90%
Excelente	91% a 100%

Fuente. Obtenido de la empresa

A continuación, se detalló la productividad diaria de los meses anteriormente mencionados en Tabla 17 y 18.

Tabla 17. Productividad del mes de Octubre 2021

OCTUBRE - 2021							
Fecha	Tiempo real	Tiempo programado	Lotes entrantes	Lotes programados	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/10/2021	330.3	600.0	1.9	2.5	55.05%	76.00%	41.84%
2/10/2021	334.6	600.0	2.0	2.5	55.77%	80.00%	44.61%
4/10/2021	333.5	600.0	1.9	2.5	55.58%	76.00%	42.24%
5/10/2021	335.6	600.0	2.0	2.5	55.93%	80.00%	44.75%
6/10/2021	334.0	600.0	2.0	2.5	55.67%	80.00%	44.53%
7/10/2021	333.8	600.0	1.9	2.5	55.63%	76.00%	42.28%
8/10/2021	336.0	600.0	2.0	2.5	56.00%	80.00%	44.80%
9/10/2021	332.4	600.0	1.9	2.5	55.40%	76.00%	42.10%
11/10/2021	333.5	600.0	1.9	2.5	55.58%	76.00%	42.24%
12/10/2021	332.9	600.0	1.9	2.5	55.48%	76.00%	42.17%
13/10/2021	334.5	600.0	2.0	2.5	55.75%	80.00%	44.60%
14/10/2021	333.7	600.0	1.9	2.5	55.62%	76.00%	42.27%
15/10/2021	333.4	600.0	1.9	2.5	55.57%	76.00%	42.23%
16/10/2021	333.7	600.0	1.9	2.5	55.62%	76.00%	42.27%
18/10/2021	333.5	600.0	1.9	2.5	55.58%	76.00%	42.24%
19/10/2021	330.7	600.0	1.9	2.5	55.12%	76.00%	41.89%
20/10/2021	334.4	600.0	2.0	2.5	55.73%	80.00%	44.59%
21/10/2021	334.1	600.0	2.0	2.5	55.68%	80.00%	44.55%
22/10/2021	335.1	600.0	2.0	2.5	55.85%	80.00%	44.68%
23/10/2021	327.6	600	1.9	2.5	54.60%	76.00%	41.50%
26/10/2021	324.5	600	1.9	2.5	54.08%	76.00%	41.10%
27/10/2021	331	600	1.9	2.5	55.17%	76.00%	41.93%
28/10/2021	333.8	600.0	2.0	2.5	55.63%	80.00%	44.51%
PROMEDIO					55.48%	77.57%	43.04%

Fuente. Elaboración propia

Tabla 18. Productividad del mes de Noviembre 2021

NOVIEMBRE- 2021							
Fecha	Tiempo real	Tiempo programado	Lotes entrantes	Lotes programados	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/11/2021	329.1	600.0	1.9	2.5	54.85%	76.00%	41.69%
2/11/2021	326.3	600.0	1.9	2.5	54.38%	76.00%	41.33%
3/11/2021	327.0	600.0	1.9	2.5	54.50%	76.00%	41.42%
4/11/2021	328.5	600.0	1.9	2.5	54.75%	76.00%	41.61%
5/11/2021	325.8	600.0	1.9	2.5	54.30%	76.00%	41.27%
6/11/2021	330.6	600.0	1.9	2.5	55.10%	76.00%	41.88%
8/11/2021	332.2	600.0	1.9	2.5	55.37%	76.00%	42.08%
9/11/2021	323.9	600.0	1.9	2.5	53.98%	76.00%	41.03%
10/11/2021	329.7	600.0	1.9	2.5	54.95%	76.00%	41.76%
11/11/2021	327.6	600.0	1.9	2.5	54.60%	76.00%	41.50%
12/11/2021	331.0	600.0	1.9	2.5	55.17%	76.00%	41.93%
13/11/2021	332.5	600.0	1.9	2.5	55.42%	76.00%	42.12%
15/11/2021	323.7	600.0	1.9	2.5	53.95%	76.00%	41.00%
16/11/2021	332.3	600.0	1.9	2.5	55.38%	76.00%	42.09%
17/11/2021	331.0	600.0	1.9	2.5	55.17%	76.00%	41.93%
18/11/2021	327.8	600.0	1.9	2.5	54.63%	76.00%	41.52%
19/11/2021	325.1	600.0	1.9	2.5	54.18%	76.00%	41.18%
20/11/2021	330.4	600.0	1.9	2.5	55.07%	76.00%	41.85%
22/11/2021	324.9	600.0	1.9	2.5	54.15%	76.00%	41.15%
23/11/2021	325.2	600.00	1.9	2.5	54.20%	76.00%	41.19%
24/11/2021	324.5	600.00	1.9	2.5	54.08%	76.00%	41.10%
26/11/2021	321.2	600.00	1.9	2.5	53.53%	76.00%	40.69%
27/11/2021	329.3	600.0	1.9	2.5	54.88%	76.00%	41.71%
PROMEDIO					54.63%	76.00%	41.52%

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta el resumen de la eficacia, eficiencia y productividad (Tabla 19):

Tabla 19. Resumen de indicadores iniciales

Meses	Indicador		
	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Octubre	55.48%	77.57%	43.04%
Noviembre	54.63%	76.00%	41.52%
Promedio	55.06%	76.78%	42.28%

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 19, se observa el promedio de cada indicador en los meses de octubre y noviembre del año 2021, teniendo el mes de noviembre como el mes con las más bajas cifras, esto debido a que todos los indicadores van disminuyendo. Asimismo, la Figura 28, señala que la eficiencia promedio inicial es de 55.06%, la eficacia, 76.78% y la productividad, 42.28%. Ésta última considerada por la empresa como baja.

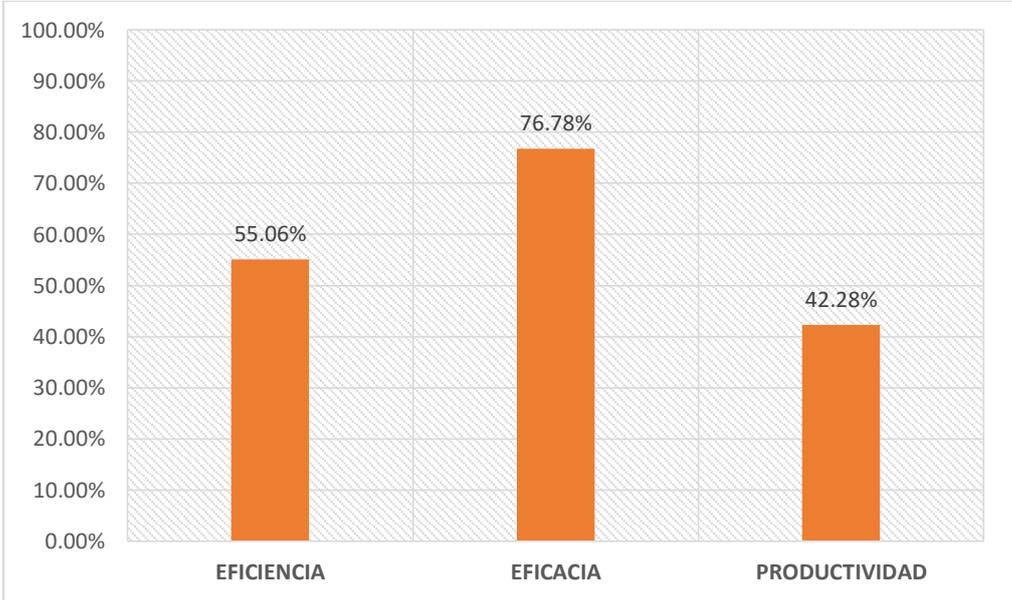


Figura 28. Resumen de indicadores iniciales

De esta manera, se realizó el diagnóstico de la empresa en base al nivel de cumplimiento de la metodología 5S y los tiempos de las actividades identificadas como internas y externas. Asimismo, la productividad histórica del promedio de 2 meses del año 2021. Todo aquello, causado por las causas identificadas en un primer momento del problema principal: baja productividad.

Por lo que, se procedió a diseñar e implementar un plan de mejora en base a las herramientas de Lean, tales como la metodología 5S y SMED. Para lo cual, se contó con la ayuda de los trabajadores de la línea de mango congelado y supervisor de producción.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA

Para el diseño del plan de mejora se conformó un comité encargado de la implementación de las actividades planificadas en este apartado. De esta manera se definieron los responsables en Tabla 20.

Tabla 20. *Comité de implementación del plan de mejora*

Comité de implementación de las herramientas Lean		
Función de comité	Responsable	Función en la empresa
Líder	Supervisor de producción	Supervisor de producción
Coordinador	Tesista	Asistente de producción
Tomador de tiempo	Tesista	Asistente de producción

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, el comité planteó las actividades que se desarrollarán para la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, plasmada en la Figura 29.

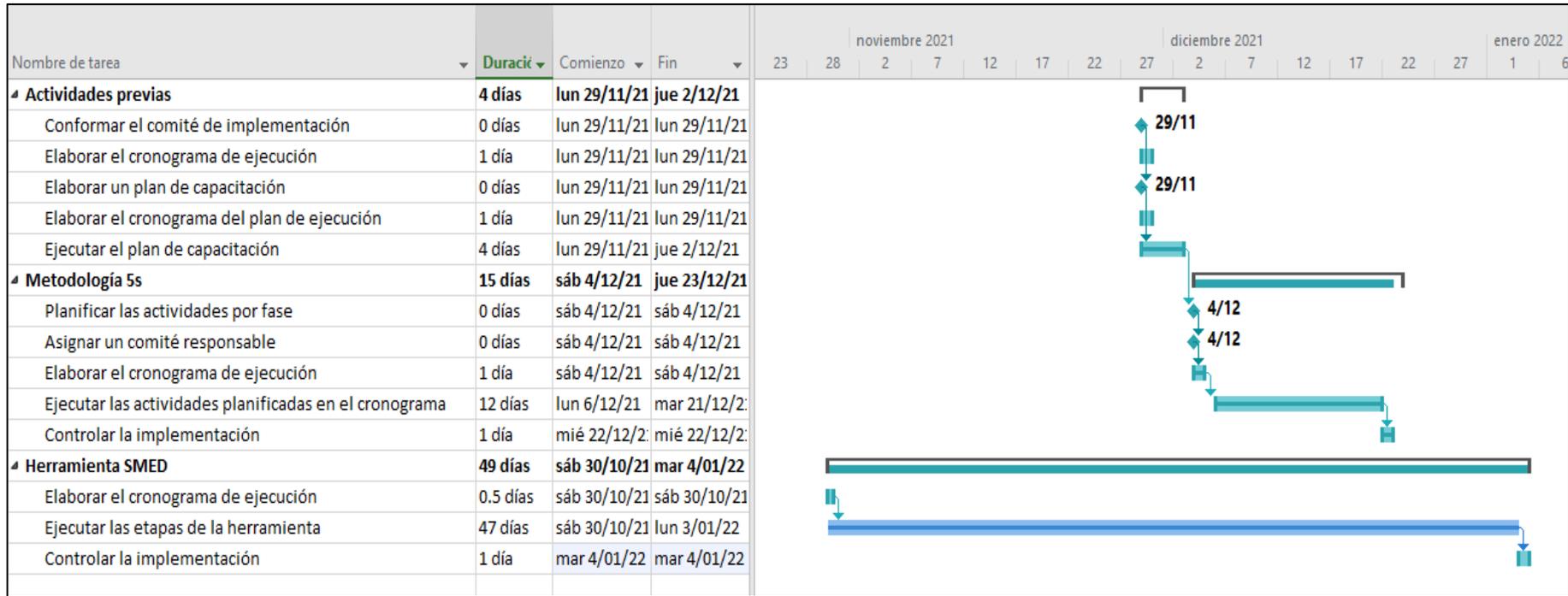


Figura 29. Cronograma del plan de actividades

De acuerdo al cronograma de la Figura 29, el paso siguiente es la elaboración de un plan de capacitación para los trabajadores, por lo cual, se plantearon los temas de capacitación para ambas herramientas del Lean Manufacturing: 5s y SMED, con sus respectivos objetivos (Tabla 21).

Tabla 21. Temas de capacitación

Temas	Objetivo	Tiempo
Objetivos del área de producción	Involucrar a los trabajadores en el cumplimiento de los objetivos del área	30 min
Introducción de la metodología 5s	Promover una cultura de limpieza y organización dentro del área	30 min
Importancia de las 5s		15 min
Etapas de las 5s		25 min
Proceso de implementación de las 5s	Explicar paso a paso a los trabajadores acerca de la implementación de las 5s, así como la medición de su cumplimiento y fechas de acuerdo al cronograma (Figura 12)	30 min
Indicadores de las 5s		15 min
Introducción de la herramienta SMED	Agilizar los tiempos de cambio de lote, y por ende, el proceso productivo.	30 min
Importancia de SMED		10 min
Proceso de implementación de SMED	Explicar paso a paso a los trabajadores acerca de la implementación, así como la medición de su cumplimiento y fechas de acuerdo al cronograma (Figura 13)	30 min
Indicadores de SMED		10 min
Charla de motivación al personal	Impulsar a los trabajadores a mantener la aplicación de las herramientas Lean.	15 min
TOTAL		240 min 4 horas

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se elaboró el cronograma de ejecución de las capacitaciones planificadas en la Figura 30.

Se definió el cronograma de capacitación, de acuerdo a la Figura 30:

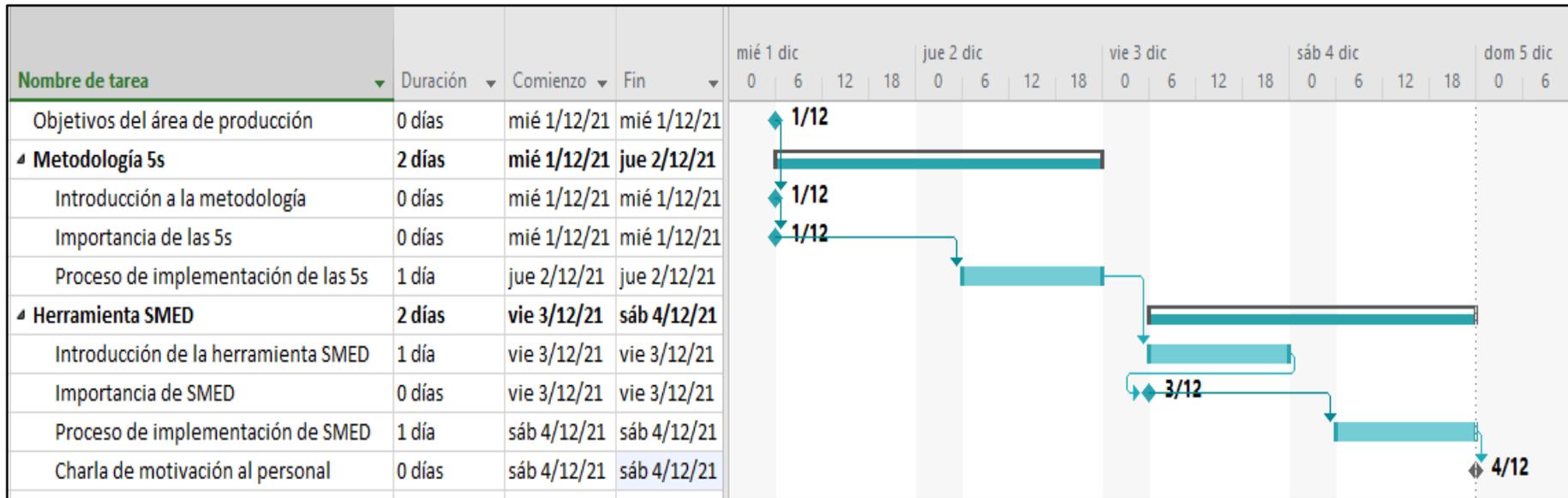


Figura 30. Cronograma de capacitación

De esta manera, se ejecutó las capacitaciones para que el personal se encuentre preparado al momento de la aplicación de las actividades impartidas por el comité a cargo del supervisor de producción y como apoyo, la asistente de producción.

Para el desarrollo de la Metodología 5s:

Primero, se planificaron las actividades a realizar para la ejecución de la Metodología 5s, las cuales son:

Tabla 22. Planificación de las actividades por fase de la Metodología 5s

Fase	Actividades
Seiri: Clasificación	Identificar los elementos necesarios e innecesarios
	Retirar los elementos necesarios
Seiton: Orden	Fijar las áreas de almacenamiento
	Ordenar lo clasificado como necesario
	Rotular todo lo ordenado
Seiso: Limpieza	Elaborar un cronograma de limpieza
Seiketsu: Estandarización	Elaborar un formato de verificación
Shiketsu: Disciplina	Colocar afiches y avisos acerca de las 5s
	Capacitación de sensibilización
	Elaboración del registro de seguimiento y control

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron 10 actividades a realizar, para lo cual, se asignó un comité responsable supervisado por el Supervisor de Producción.

Tabla 23. Comité responsable de la Metodología 5s

Fase	Actividades	Responsable
Seiri: Clasificación	Identificar los elementos necesarios e innecesarios	Operario 1 y Asistente de Producción
	Retirar los elementos necesarios	Operario 1
Seiton: Orden	Fijar las áreas de almacenamiento	Operario 2 y Asistente de Producción
	Ordenar lo clasificado como necesario	Operario 2 y Asistente de Producción
	Rotular todo lo ordenado	Operario 2
Seiso: Limpieza	Elaborar un cronograma de limpieza	Supervisor de Producción
Seiketsu: Estandarización	Elaborar un formato de verificación	Supervisor de Producción y Asistente de Producción
Shiketsu: Disciplina	Colocar afiches y avisos acerca de las 5s	Asistente de Producción
	Capacitación de sensibilización	Supervisor de Producción
	Elaboración del registro de seguimiento y control	Asistente de Producción

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se elaboró el cronograma de ejecución de las actividades planificadas para la Metodología 5s, en la Figura 31:

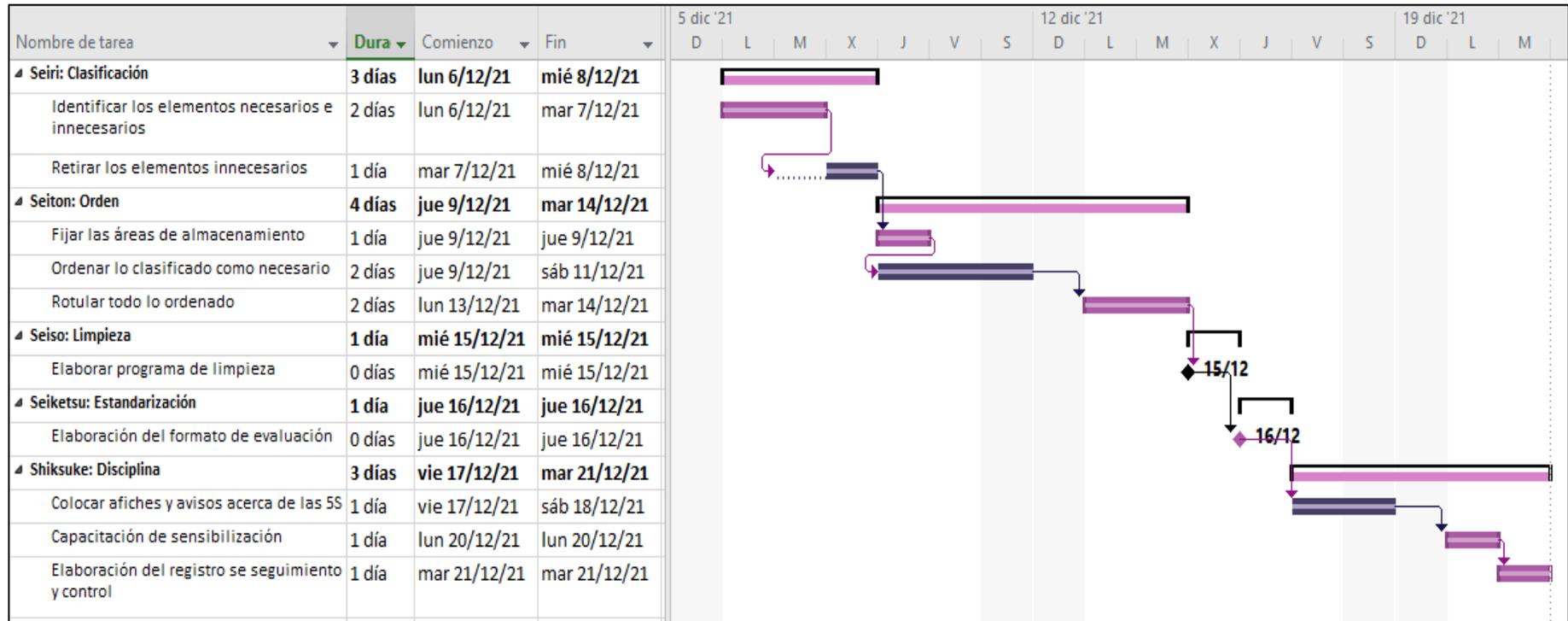


Figura 31. Cronograma de ejecución de las fases de la metodología 5S

De esta manera, se empezó con la ejecución de las fases de la metodología, una por una, por lo que se inició con la primera fase:

Primera fase: Seiri - Clasificar

Para la ejecución de esta fase se trabajó en conjunto con los operarios, ya que ellos, son los que más tiempo tienen en la empresa y, por lo tanto, conocen a detalle sus herramientas o materiales. A continuación, se muestra en la Figura 32, uno de los pasillos del área de producción desorganizada y casi sin espacio para caminar:



Figura 32. Área de producción desorganizada

Para ello, se trabajó a través de un criterio de clasificación plasmado en la Figura 33. Una vez clasificados, se trasladó a un lugar temporal para poder organizarlos.

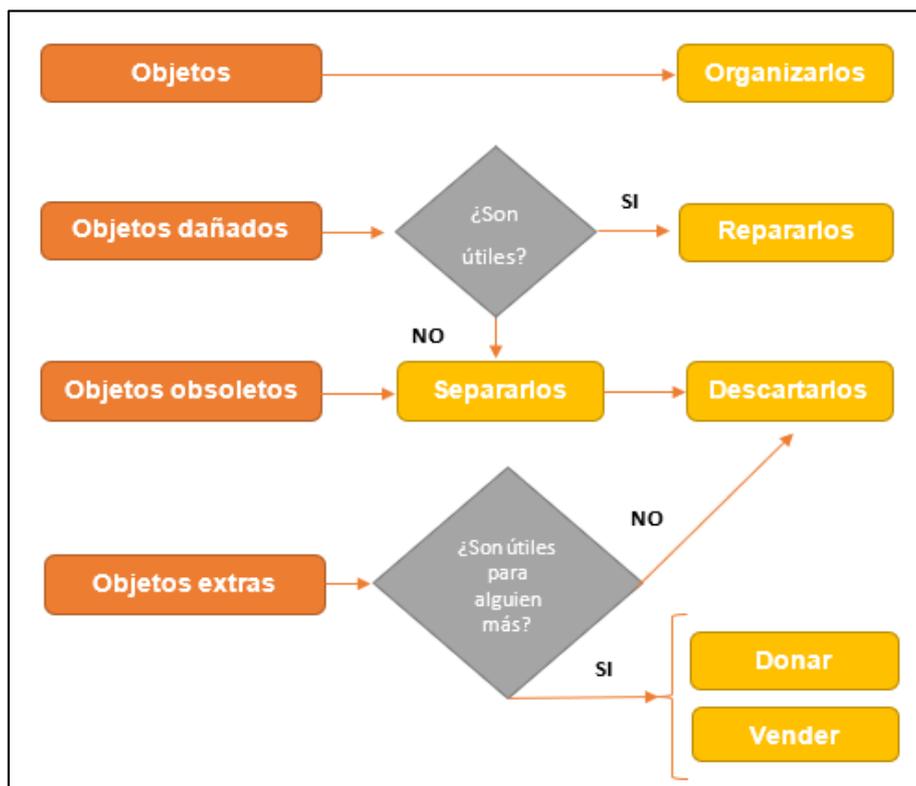


Figura 33. Criterio de clasificación

Asimismo, se identificó que existían objetos extras innecesarios que podían venderse, y eso fue lo que se realizó, se vendió los materiales de la Tabla 24 a los recicladores, y se llegó a recaudar una cantidad adicional de dinero.

Tabla 24. *Materiales vendidos y recaudación*

Materiales	Cantidad (kg)	Precio Unitario	Total
Cartón	70	S/ 0.4	S/ 28.00
Bolsas (plástico)	40	S/ 0.5	S/ 20.00
Javas (plástico)	20	S/ 0.8	S/ 16.00
Total			S/ 64.00

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 24, se logró recaudar 64 soles debido a la venta de materiales para reciclar que ya no se utilizaban en el área, el cual, es un ingreso que se obtuvo para la caja chica de la empresa.

De esta manera, en tan solo ese pasillo se recuperó 6m², y añadiendo los demás espacios, en total se recuperaron 28m², espacio que quedó libre para el tránsito.

Segunda fase: Seiton – Ordenar

Ya clasificados los materiales, se procedió a ordenar bajo las siguientes condiciones, también plasmadas en la Figura 34.

- Se contaba con estantes, cajones y el almacén de materia prima.
- Se definió que los materiales fueran ordenados en estantes y cajones, la materia prima en jvas y las jvas en su respectivo almacén.
- Una vez definidos el lugar de almacenamiento de los materiales, se rotuló los estantes y el lugar que ocupan las jvas en el almacén.

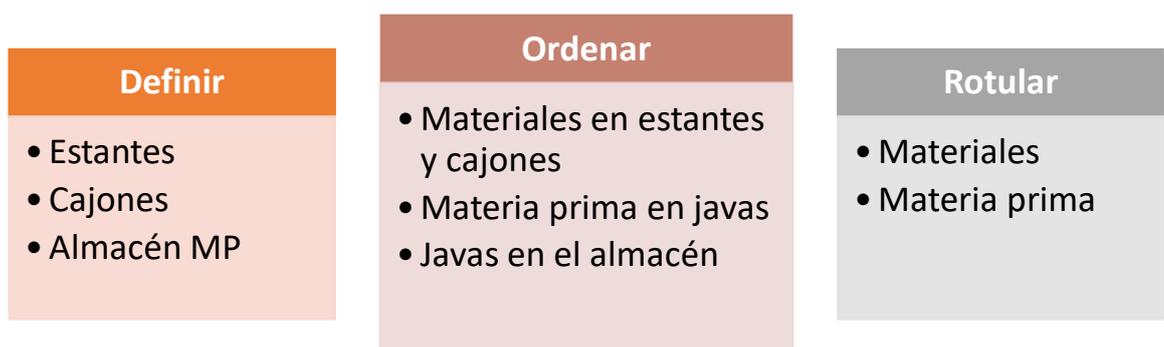


Figura 34. Pasos para ordenar



Figura 35. Trabajadores ordenando las jvas de materia prima.



Figura 36. Materiales ordenados en estantes



Figura 37. Materiales de utensilios y desinfección rotulados

Tercera fase: Seiso - Limpieza

En esta fase, se procedió a realizar una limpieza superficial del área al final de turno con la participación de todos los trabajadores, asimismo, la asistente y el supervisor de producción. Cabe mencionar, que la limpieza general y profunda se realiza de manera aparte y es llevado a cabo por el personal de limpieza, por lo que en esta fase se pretende que el área se encuentre limpio y ordenado mientras realizan sus operaciones. De esta manera, se procedió a realizar un programa de limpieza en la Figura 38:

	PROGRAMA DE LIMPIEZA				
	Área de operación	Cantidad de trabajadores	Limpieza área Horario diario	Limpieza estantes y cajones	
				Día	Horario
Recepción	4	3 min x llegada de camión (3 veces)	Lunes	08:00-08:05 am	
Clasificación 1	4	08:00-08:05 am			
Lavado/enjuague	3	08:00-08:05 am			
Desinfección	2	08:00-08:05 am			
Adición de etileno	2	08:00-08:05 am	Martes	08:00-08:05 am	
Maduración	1	08:00-08:05 am			
Clasificación	4	08:00-08:05 am			
Desinfección 2 y 3	4	08:00-08:05 am	Miércoles	08:00-08:05 am	
Corte	6	08:00-08:05 am			
Pelado	6	08:00-08:05 am	Jueves	08:00-08:05 am	
Selección	5	08:00-08:05 am			
Trozado	5	08:00-08:05 am	Viernes	08:00-08:05 am	
Tamizado/Acomodo	4	08:00-08:05 am			
Enfriado	2	08:00-08:05 am			
Control de magneto	2	08:00-08:05 am			
Congelado	2	08:00-08:05 am	Sábado	08:00-08:05 am	
Selección	4	08:00-08:05 am			
Llenado	3	08:00-08:05 am			
Almacenamiento	2	08:00-08:05 am			

Figura 38. Cronograma de limpieza



Figura 39. Suciedad y desperdicios en el proceso de trozado de mango congelado



Figura 40. Limpieza del área de corte



Figura 41. Trabajadores realizando sus funciones, luego de la limpieza.

Cuarta fase: Seiketsu – Estandarizar

En esta fase, se estandarizó la forma en que el área debe mantenerse limpia y organizada, y se establece de acuerdo a las siguientes imágenes, que en la siguiente fase son utilizadas para crear el hábito y la sensibilización:

- 1) Los utensilios deben colocarse dentro de la caja rotulada con su nombre de manera cuidadosa para mantener organizado los estantes, tal cual la Figura 42.



Figura 42. *Utensilios ordenados en su respectiva caja*

- 2) Las jvas deben mantenerse ordenadas de manera vertical y por bloques en el almacén de materia prima, tal cual la Figura 43.



Figura 43. *Jvas ordenadas por bloques en almacén de MP*

- 3) El área donde se ejecutan las operaciones de obtención de mango congelado debe quedar limpio, y sin obstáculos en medio del camino, de acuerdo a la Figura 44.



Figura 44. Área de producción limpia y organizada

- 4) La Zona de muestreo parte del área de recepción, debe encontrarse siempre sin ningún resto de mango, y la mesa limpia y desinfectada, ya que el dulce del mango puede traer insectos indeseados. (Figura 45)



Figura 45. Zona de muestreo limpia y desinfectada

- 5) El producto terminado, tales como las cajas congeladas que contienen mango congelado, deben estar ordenadas por bloques verticales, tal cual la Figura 46.



Figura 46. *Cajas de mango congelado en almacén ordenados por bloques*

- 6) Al término de la limpieza según el cronograma, los operarios deben colocarse en sus áreas para iniciar con la producción, tal cual la figura 47.



Figura 47. *Operarios en orden para empezar la producción*

Por otro lado, con el objetivo de mantener el área de producción de mango congelado limpio y ordenado de manera continua, se elaboró un registro de verificación de las 5s, el cual fue utilizado para verificar el cumplimiento de las fases, con la finalidad de identificar en cada evaluación en qué se puede seguir mejorando y evitar el desorden y la suciedad (Figura 48).

	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LAS 5S			
Área:	Rangos de Resultados			
Auditado por:	0%	20%	Malo	
Fecha:	21%	40%	Regular	
Nº de auditoría:	41%	60%	Normal	
Tipo de auditoría:	61%	80%	Bueno	
Responsable del Registro:	81%	100%	Excelente	
ETAPAS	ÍTEMS		NO	SI
Seiri	Objeto o materiales ordenados			
	Elementos necesarios en el área de trabajo			
	Materias primas identificadas y clasificadas			
	Elementos no dañados u obsoletos			
Seiton	Lista de herramientas			
	Equipos, herramientas, etc. están en lugares asignados			
	Instrucciones de trabajo			
	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas			
Seiso	Lista de responsables y cronograma			
	Maquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc.			
	Pisos libres de polvo, basura, manchas.			
	Apariencia adecuada de los equipos y maquinarias de trabajo			
Seiketsu	Evidencia visual de las 3 primeras S			
	Formato de evaluación de las 5S			
	Capacitación de sensibilización			
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento			
	Auditorías internas			
	Compromiso y empeño			
TOTAL				
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO				
CRITERIO				

Figura 48. Ficha de evaluación de las 5s

Quinta fase: Shikshuke - Disciplina

Esta fase se centra en mantener una cultura de hábitos, por lo cual, fue importante realizar actividades para crear ese hábito con respecto a la metodología 5s. De esta manera, las actividades fueron las siguientes:

- Elaboración de afiches y avisos, para que los trabajadores mantengan en su mente la metodología (anexo 9 y 10)
- Se brindó capacitaciones de sensibilización constantes para que la ejecución de las 5s se mantenga en cumplimiento, para ello se designó charlas inter diarias de 5 min al final de su turno (Figura 49).
- Se elaboró un registro de seguimiento y control para evaluar el cumplimiento de las 5s y su implementación (Figura 50).



Figura 49. Charlas de 5 min a trabajadores sobre la metodología 5s

	REGISTRO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL METODOLOGÍA 5S											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N° de auditorías												
Resultado promedio de las auditorías												
Nivel de cumplimiento												
Demuestra compromiso con la implementación												
Cumple con las normas y procedimientos												

Figura 50. Registro de seguimiento y control

Para el desarrollo de la herramienta SMED, primero, se elaboró el cronograma de ejecución:

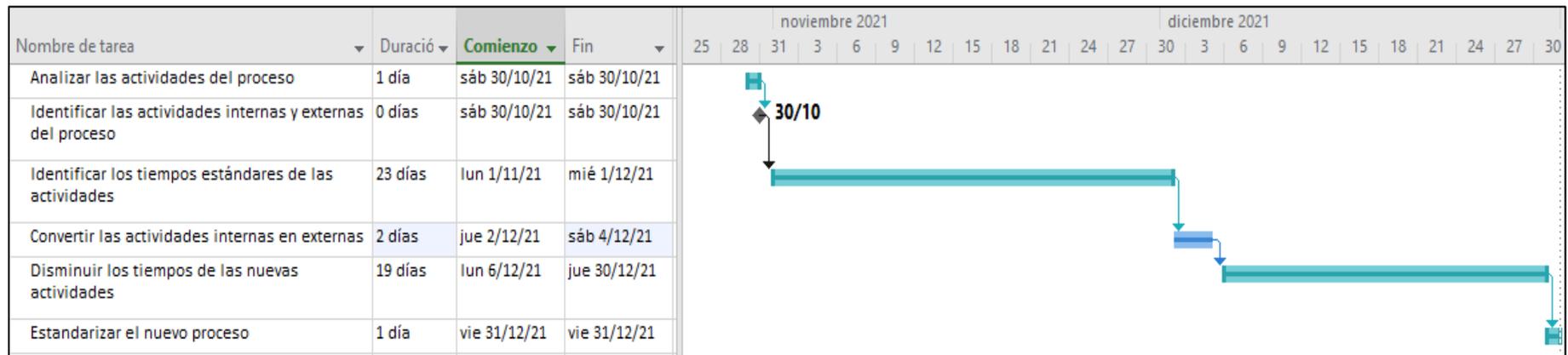


Figura 51. Cronograma de ejecución de la herramienta SMED

Los primeros 3 pasos de la aplicación de esta herramienta abarcaron verificar el estado inicial para identificar las actividades problema, lo cual fue desarrollado en el pre-test de esta herramienta. Por lo que se pasó al 4to paso: convertir las actividades internas en externas. De esta manera, en la Tabla 25, se identificó la posibilidad de eliminar, combinar o modificar las actividades para crear un nuevo procedimiento de cambio de lote estandarizado y disminuir los tiempos de las actividades internas.

Tabla 25. Análisis de las actividades

N°	Actividades	ANÁLISIS			
		Convertir a externa	Eliminar	Combinar	Modificar
1	Apagar la faja transportadora		X		
2	Terminar de pesar las jvas clasificadas	X			
3	Limpiar la faja transportadora	X			
4	Encender la faja transportadora		X		
5	Apagar la tina de lavado y enjuague				X
6	Botar el agua de la tina de lavado	X			
7	Limpiar superficialmente				
8	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado				
9	Llenar de agua la tina de lavado	X			
10	Botar el agua de la tina de enjuague	X			
11	Limpiar superficialmente				
12	Llenar de agua la tina de enjuague	X			
13	Encender la tina de lavado y enjuague				X
14	Apagar la tina de desinfección				X
15	Terminar de poner la fruta en jvas	X			
16	Botar el agua de la tina de desinfección	X			
17	Limpiar superficialmente				
18	Colocar el ácido peracético en el agua				
19	Llenar de agua la tina de desinfección	X			
20	Trapear debajo de la tina y por los costados	X			
21	Encender la tina de desinfección				X
22	Apagar la faja transportadora 2		X		
23	Terminar de pesar las jvas clasificadas	X			
24	Limpiar la faja transportadora 2	X			
25	Encender la faja transportadora 2		X		
26	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección				X
27	Terminar de poner la fruta en jvas	X			
28	Botar el agua de las tinas de desinfección	X			

29	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2				
30	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2				
31	Llenar de agua la tina de desinfección 2	X			
32	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3				
33	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3				
34	Llenar de agua la tina de desinfección 3	X			
35	Trapear debajo de las tinas y por los costados	X			
36	Encender las tinas de desinfección 2 y 3				X
37	Apagar la faja transportadora 3		X		
38	Limpiar la faja transportadora 3	X			
39	Apagar la máquina Urshell				
40	Limpiar la máquina Urshell				
41	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	X			X
42	Barrer el piso de la zona	X			
43	Trapear el piso de la zona	X			
44	Encender la máquina Urshell				X
45	Encender la faja transportadora 3		X		
46	Barrer la zona de empaquetado	X			
47	Trapear la zona de empaquetado	X			
TOTAL		23	6	0	8

Fuente. Elaboración propia

De esta manera se obtuvo que 23 actividades pasaron de ser internas a externas, 6 actividades se eliminaron, 8 actividades se modificaron y ninguna actividad se combinó.

Por lo que, a continuación, se menciona brevemente los cambios que se realizaron a las actividades que se realizaban inicialmente:

Actividades para eliminar:

- Apagar la faja transportadora 1, 2 y 3: Esta actividad se eliminó, ya que, inicialmente se apagaba para su limpieza; sin embargo, no es necesario que se encuentre apagada ya que no supone ningún riesgo al trabajador.

De hecho, es más eficiente que la faja se encuentre encendida para poder limpiarla por completo.

- Encender la faja transportadora 1, 2 y 3: Esta actividad queda eliminada, ya que al no apagarse como se hacía inicialmente para el cambio de lote, no se encendió en este nuevo procedimiento.

Actividades para convertir de internas a externas:

- Terminar de pesar las jvas clasificadas: Inicialmente, se apagaba la faja transportadora para realizar esta actividad, sin embargo, en el nuevo procedimiento esta actividad continuó realizándose con la faja encendida, por lo tanto dejó de ser una actividad interna.
- Limpiar la faja transportadora 1, 2 y 3: Esta actividad se realizaba con la faja apagada, sin embargo, al no suponer algún riesgo para el trabajador, estas actividades continuaron realizándose con la faja encendida, por lo tanto, dejaron de ser actividades internas.
- Botar el agua de la tina de lavado y botar el agua de la tina de enjuague: Estas actividades se realizaban con la máquina parada, sin embargo, pueden realizarse con la máquina encendida sin suponer algún riesgo para el trabajador, por lo tanto, dejaron de ser actividades internas.
- Llenar de agua la tina de lavado y llenar de agua la tina de enjuague: Estas actividades se realizaban con la máquina parada, sin embargo, pueden realizarse con la máquina encendida sin suponer algún riesgo para el trabajador, por lo tanto, dejaron de ser actividades internas.
- Terminar de poner la fruta en jvas: Esta actividad se desarrollaba con la máquina de desinfección apagada, sin embargo, debido a que ya no se apaga en el nuevo procedimiento, ésta fue convertida de interna a externa.



Figura 52. Operario terminando de colocar la fruta en jvas

- Botar el agua de la tina de desinfección: Esta actividad se realizaba con la máquina parada, sin embargo, puede realizarse con la máquina encendida sin suponer algún riesgo para el trabajador, por lo tanto, dejó de ser actividades internas.
- Llenar de agua la tina de desinfección 1, 2 y 3: Estas actividades se realizaban con la máquina parada, sin embargo, pueden realizarse con la máquina encendida sin suponer algún riesgo para el trabajador, por lo tanto, dejaron de ser actividades internas.
- Trapear debajo de la tina y por los costados: Esta actividad se realizaba cuando la tina de desinfección se encontraba apagada, sin embargo, esta actividad puede realizarse con la máquina encendida, una vez ya se haya limpiado.
- Botar el agua de la tina de desinfección 2 y 3: Esta actividad se realizaba con la máquina parada, sin embargo, puede realizarse con la máquina encendida sin suponer algún riesgo para el trabajador, por lo tanto, dejó de ser actividades internas.
- Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla: Esta actividad se desarrollaba con la faja transportadora apagada, sin embargo, debido a que ya no se apaga en el nuevo procedimiento, ésta fue convertida de interna a externa.



Figura 53. Operario terminando de colocar los trozos de fruta en las cubetas

- Barrer y trapear el piso de la zona: Esta actividad se realizaba cuando la faja transportadora se encontraba apagada, sin embargo, esta actividad puede realizarse con la máquina encendida, una vez ya se haya limpiado.

- Barrer y trapear la zona de empaquetado: Esta actividad se realizaba cuando la faja transportadora se encontraba apagada, sin embargo, esta actividad puede realizarse con la máquina encendida, una vez ya se haya limpiado.

Actividades para modificar:

- Apagar la tina de lavado y enjuague: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se apagaron las máquinas luego de botar el agua, para luego ser limpiadas y encendidas nuevamente.
- Encender la tina de lavado y enjuague: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se encendieron las máquinas luego de limpiarlas, para continuar con las otras actividades.
- Apagar la tina de desinfección: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se apagó la máquina luego de terminar de poner las frutas en jvas y botar el agua, para luego ser limpiada y encendida nuevamente.
- Encender la tina de desinfección: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se encendió la máquina luego de limpiarla, para continuar con las otras actividades.
- Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se apagaron las máquinas luego de botar el agua, para luego ser limpiadas y encendidas nuevamente.
- Encender las tinas de desinfección 2 y 3: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se encendieron las máquinas luego de limpiarlas, para continuar con las otras actividades.
- Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla: Esta actividad se cambió de lugar para que sea más fácil la limpieza de la faja transportadora 3.
- Encender la Máquina Urshell: Esta actividad se cambió de lugar, es decir, se encendió la máquina luego de limpiarla, para continuar con las otras actividades.

De esta manera, las nuevas actividades se plasmaron en la Tabla 26, identificando las actividades internas y externas

Tabla 26. *Actividades por operación de la línea de mango congelado*

N°	Actividades	Actividades internas	Actividades externas
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas		X
2	Limpiar la faja transportadora		X
3	Botar el agua de la tina de lavado		X
4	Botar el agua de la tina de enjuague		X
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	X	
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	X	
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	X	
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	X	
9	Encender la tina de lavado y enjuague		X
10	Llenar de agua la tina de lavado		X
11	Llenar de agua la tina de enjuague		X
12	Terminar de poner la fruta en jvas		X
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1		X
14	Apagar la tina de desinfección 1	X	
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	X	
16	Encender la tina de desinfección		X
17	Llenar de agua la tina de desinfección		X
18	Colocar el ácido peracético en el agua		X
19	Trapear debajo de la tina y por los costados		X
20	Terminar de pesar las jvas clasificadas		X
21	Limpiar la faja transportadora 2		X
22	Terminar de poner la fruta en jvas		X
23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3		X
24	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	X	
25	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	X	
26	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	X	
27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	X	

28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	X	
29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3		X
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2		X
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3		X
32	Trapear debajo de las tinas y por los costados		X
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla		X
34	Limpiar la faja transportadora 3		X
35	Barrer el piso de la zona de selección		X
36	Trapear el piso de la zona de selección		X
37	Apagar la máquina Urshell	X	
38	Limpiar la máquina Urshell	X	
39	Encender la máquina Urshell		X
40	Barrer la zona de empaquetado		X
41	Trapear la zona de empaquetado		X
Total		13	28

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, teniendo en cuenta los cambios en las actividades, se procedió a disminuir los tiempos de las nuevas actividades identificadas elaborando un procedimiento estándar de trabajo para el cambio de lote, el cual se encuentra en el anexo 11, observándose que actualmente existen 41 actividades según la Tabla 26.

Con los cambios que se realizaron, se procedió nuevamente a la toma de tiempos, la cual se realizó en el mes de diciembre del 2021 en un total de 21 observaciones de cambio de lote en un turno de 10 horas (Tabla 27).

Tabla 27. Registro de tiempos actual del proceso de la línea de mango congelado

		REGISTRO DE TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE MANGO CONGELADO																					
		Número de observaciones (minutos)																				T. total	
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas	6.4	6.5	6.1	6.7	8.5	8.2	8.9	7.1	7.8	6.9	6.2	6.6	6.8	6.2	6.6	7.9	6.1	6.7	7.9	7.1	6.5	147.7
2	Limpiar la faja transportadora	3.1	2.7	2.7	3.2	2.9	2.8	2.9	3.0	2.9	2.6	2.5	2.8	3.4	3.1	3.0	4.0	2.6	3.4	3.5	3.1	3.1	63.3
3	Botar el agua de la tina de lavado	6.4	6.1	6.8	6.3	6.3	6.8	7.0	6.6	7.1	6.7	6.7	7.0	6.4	5.9	6.2	6.0	6.7	7.1	6.9	6.8	6.9	138.7
4	Botar el agua de la tina de enjuague	6.4	6.6	7.2	7.0	6.8	7.1	6.9	7.0	7.0	7.2	7.1	6.4	6.9	7.0	6.7	6.4	7.0	7.1	6.5	6.8	6.3	143.4
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	1.8	1.8	2.1	1.8	1.5	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	2.5	2.2	2.1	1.8	2.0	1.8	2.0	1.9	1.8	1.8	2.0	40.1
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	6.2	6.5	6.8	6.6	6.3	6.0	7.1	7.0	7.0	6.8	7.0	7.1	7.0	6.8	6.5	6.4	6.5	6.5	6.9	7.1	7.0	141.1
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	1.6	1.8	1.9	2.2	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5	2.1	2.1	44.3
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	7.0	6.8	7.0	7.1	7.0	6.8	6.5	6.6	6.3	6.0	7.1	7.0	7.0	7.1	7.0	6.8	6.5	6.6	6.3	6.0	7.1	141.6
9	Encender la tina de lavado y enjuague	1.7	1.8	1.8	2.3	2.2	2.1	1.8	1.8	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	2.5	1.8	1.8	2.1	1.8	1.8	1.9	2.0	40.4
10	Llenar de agua la tina de lavado	7.6	9.0	7.8	7.9	9.3	7.7	9.0	8.5	8.4	8.1	8.0	7.6	8.7	9.1	7.9	8.2	9.0	8.8	7.4	7.8	9.0	174.8
11	Llenar de agua la tina de enjuague	8.5	8.2	9.1	9.0	8.8	8.4	8.5	8.5	8.7	8.8	8.4	8.2	8.1	7.8	9.0	7.9	7.8	7.5	8.1	9.1	8.9	177.3
12	Terminar de poner la fruta en jvas	9.6	9.9	7.4	10.8	10.9	9.7	9.8	11.3	10.6	11.1	10.1	9.8	11.4	12.0	11.9	9.9	10.1	7.8	12.0	11.4	9.9	217.4
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1	6.2	6.1	6.0	6.0	6.4	6.5	7.0	6.8	6.8	6.6	6.5	7.0	7.1	6.9	7.0	7.0	6.8	6.5	7.0	7.1	6.9	140.2
14	Apagar la tina de desinfección 1	1.8	2.0	1.7	1.7	2.1	1.9	2.0	2.0	1.7	1.8	2.3	2.1	2.0	1.8	1.9	1.9	1.8	2.0	1.8	1.9	2.1	40.3
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	6.5	6.8	6.8	6.9	6.8	7.0	6.7	7.2	6.9	7.0	7.1	6.8	6.5	6.5	6.9	7.1	6.7	7.0	7.0	6.9	7.1	144.2
16	Encender la tina de desinfección	2.1	2.0	1.8	2.0	2.0	2.1	2.0	1.7	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	1.6	1.9	1.9	1.8	39.6

17	Llenar de agua la tina de desinfección	7.5	8.0	8.2	8.1	8.0	8.0	8.0	7.8	7.9	7.8	7.8	7.6	7.5	7.5	8.0	8.2	7.9	8.0	7.9	8.1	8.0	165.8
18	Colocar el ácido peracético en el agua	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	3.1	2.9	3.0	2.7	2.7	2.5	2.6	2.8	2.8	3.1	2.9	3.0	2.7	2.8	3.0	60.7
19	Trapear debajo de la tina y por los costados	4.7	4.8	6.0	4.9	5.6	6.5	6.2	6.4	5.8	6.0	5.4	5.5	5.8	4.8	6.3	4.9	4.9	6.0	4.8	6.4	5.6	117.3
20	Terminar de pesar las jvas clasificadas	10.1	8.9	11.0	10.5	10.7	8.8	9.0	10.4	11.1	11.0	8.7	9.3	8.8	11.0	9.1	8.8	8.9	10.4	8.9	10.7	10.7	206.8
21	Limpiar la faja transportadora 2	3.7	3.8	4.0	4.8	4.2	4.0	3.7	3.5	3.5	4.0	3.1	3.8	3.9	3.8	3.8	4.2	4.0	3.9	3.7	3.5	3.5	80.4
22	Terminar de poner la fruta en jvas	10.5	10.2	9.8	9.9	11.0	11.1	8.7	11.0	11.2	9.7	8.9	9.6	8.8	10.2	8.6	9.9	10.1	10.0	9.3	8.7	11.0	208.2
23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3	7.1	6.8	7.0	6.8	6.9	7.2	6.7	6.5	7.0	6.8	7.1	6.2	7.0	6.5	6.8	6.5	6.5	6.9	6.9	6.8	6.8	142.8
24	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.0	2.0	1.7	1.8	2.3	2.1	2.0	1.8	2.0	1.7	1.7	2.1	1.9	2.0	2.0	2.3	2.1	2.0	1.8	1.9	1.7	40.9
25	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	6.7	7.2	6.9	7.0	7.1	6.8	6.5	6.5	6.9	6.5	6.8	6.8	6.9	6.8	7.0	6.9	6.8	7.0	6.7	7.2	7.0	144.0
26	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	6.9	6.8	7.0	6.7	7.2	7.0	7.0	7.1	6.8	6.5	6.5	6.9	6.7	7.2	6.5	6.8	6.8	6.9	6.8	7.0	7.2	144.3
27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	3.0	2.8	3.1	2.9	3.0	2.7	2.7	2.5	2.7	2.5	2.6	2.8	2.8	3.1	2.9	3.0	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	60.4
28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	2.9	3.0	3.2	3.1	2.7	2.5	2.7	2.5	2.6	2.8	2.8	3.1	2.9	3.1	2.9	3.0	2.7	2.7	2.5	2.7	2.5	58.9
29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.3	2.1	2.0	1.8	2.0	1.7	2.0	2.0	1.7	1.8	2.3	2.1	2.0	1.7	1.7	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0	41.3
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2	6.4	7.6	7.5	7.9	8.2	7.6	7.3	7.8	7.8	7.0	6.9	7.1	8.0	8.0	7.0	7.5	7.8	7.8	7.1	6.9	7.0	156.2
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3	7.6	7.3	7.8	7.8	8.0	7.9	8.1	7.9	8.1	8.0	8.0	8.0	7.5	7.8	7.8	8.1	7.9	8.2	7.6	8.3	7.6	165.3
32	Trapear debajo de las tinas y por los costados	8.2	10.4	10.7	10.9	10.5	9.1	10.9	9.4	10.9	9.1	10.4	9.8	10.3	9.7	9.6	9.5	8.3	9.7	10.6	8.8	10.7	207.5
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	16.6	17.2	21.6	19.9	18.7	21.1	19.1	17.6	19.4	19.8	18.9	17.4	20.2	17.6	16.5	20.3	16.5	17.1	19.7	20.2	16.9	392.3
34	Limpiar la faja transportadora 3	3.1	3.4	3.5	2.8	3.5	2.9	2.8	3.3	3.1	3.1	2.8	2.9	2.9	2.7	2.8	3.3	3.2	3.2	3.5	2.8	3.0	64.6

35	Barrer el piso de la zona de selección	7.3	6.2	6.9	6.7	6.4	6.8	6.9	7.3	6.5	7.1	6.5	6.8	6.8	7.4	6.9	6.6	6.7	6.7	7.3	7.1	6.9	143.8
36	Trapear el piso de la zona de selección	9.6	9.8	10.1	8.7	8.9	10.2	9.5	8.7	8.3	9.7	10.1	9.8	10.5	10.5	8.7	9.9	9.8	10.3	9.7	9.7	10.0	202.5
37	Apagar la máquina Urshell	3.1	2.7	3.3	3.0	3.0	3.1	2.8	2.6	2.8	2.9	2.3	3.1	2.5	2.5	3.3	2.5	2.8	3.4	3.1	2.6	2.8	60.2
38	Limpiar la máquina Urshell	3.4	4.1	3.7	4.0	3.5	4.1	2.6	3.9	4.0	4.1	4.0	4.0	3.6	2.9	4.1	3.0	3.9	4.1	4.0	3.8	3.4	78.2
39	Encender la máquina Urshell	2.6	2.8	2.9	2.3	3.1	2.5	2.5	3.3	2.5	2.8	3.4	3.3	3.0	3.0	3.1	2.8	2.6	3.1	2.7	3.3	3.0	60.6
40	Barrer la zona de empaquetado	9.5	11.2	11.8	8.1	12.8	11.4	10.7	11.9	9.3	9.4	9.7	9.1	11.8	11.5	10.4	9.8	11.3	11.8	9.1	11.4	10.7	222.7
41	Trapear la zona de empaquetado	9.3	10.6	8.2	8.1	8.4	10.0	9.7	9.5	10.3	8.9	10.6	8.9	8.6	8.8	8.4	8.7	10.2	8.7	10.9	9.2	10.4	196.4

Fuente. Elaboración propia

Luego de ello, se procedió a calcular el número de muestras (Tabla 28) para obtener el promedio de los tiempos cronometrados (Tabla 29). Para calcular la muestra se utilizó la siguiente fórmula, de acuerdo a Cardona, Castrillón y Tinoco (2017):

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Figura 54. Fórmula para el cálculo de muestras de observación

Según muestreo estadístico, presentando un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de ± 5.

Tabla 28. Número de muestras actual

Agroindustrias AIB S.A				
Área: Producción		Proceso: Línea de mango congelado		
Elaborado por: García Llajaruna, Estefanía Lucía				
Ítem	Actividades	$\sum x$	$\sum(x)^2$	# de muestras
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas	147.7	1052.7	21
2	Limpiar la faja transportadora	63.3	193.3	21
3	Botar el agua de la tina de lavado	138.7	918.8	5
4	Botar el agua de la tina de enjuague	143.4	980.9	3
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	40.1	77.4	18
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	141.1	950.2	4
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	44.3	94.6	19
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	141.6	957.4	4
9	Encender la tina de lavado y enjuague	40.4	78.6	18
10	Llenar de agua la tina de lavado	174.8	1462.2	8
11	Llenar de agua la tina de enjuague	177.3	1501.3	5
12	Terminar de poner la fruta en jvas	217.4	2280.2	21
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1	140.2	938.7	5
14	Apagar la tina de desinfección 1	40.3	77.8	10
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	144.2	991.0	1
16	Encender la tina de desinfección	39.6	75.1	8
17	Llenar de agua la tina de desinfección	165.8	1310.0	1
18	Colocar el ácido peracético en el agua	60.7	176.1	6
19	Trapear debajo de la tina y por los costados	117.3	663.0	19
20	Terminar de pesar las jvas clasificadas	206.8	2054.2	14
21	Limpiar la faja transportadora 2	80.4	310.2	12
22	Terminar de poner la fruta en jvas	208.2	2078.8	11

23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3	142.8	972.3	2
24	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	40.9	80.3	13
25	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	144.0	988.3	1
26	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	144.3	992.5	2
27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	60.4	174.5	8
28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	58.9	166.2	10
29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	41.3	81.9	13
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2	156.2	1166.3	6
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3	165.3	1302.4	2
32	Trapear debajo de las tinas y por los costados	207.5	2064.6	11
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	392.3	7380.4	11
34	Limpiar la faja transportadora 3	64.6	200.1	11
35	Barrer el piso de la zona de selección	143.8	986.7	3
36	Trapear el piso de la zona de selección	202.5	1960.6	7
37	Apagar la máquina Urshell	60.2	174.4	17
38	Limpiar la máquina Urshell	78.2	295.1	21
39	Encender la máquina Urshell	60.6	176.8	18
40	Barrer la zona de empaquetado	222.7	2392.1	21
41	Trapear la zona de empaquetado	196.4	1852.5	14

Fuente. Elaboración propia

Tabla 29. Promedio actual de tiempos muestreados

		REGISTRO DE TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE MANGO CONGELADO																					
		Número de observaciones (minutos)																					Promedio (min)
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas	6.4	6.5	6.1	6.7	8.5	8.2	8.9	7.1	7.8	6.9	6.2	6.6	6.8	6.2	6.6	7.9	6.1	6.7	7.9	7.1	6.5	7.0
2	Limpiar la faja transportadora	3.1	2.7	2.7	3.2	2.9	2.8	2.9	3.0	2.9	2.6	2.5	2.8	3.4	3.1	3.0	4.0	2.6	3.4	3.5	3.1	3.1	3.0
3	Botar el agua de la tina de lavado	6.4	6.1	6.8	6.3	6.3																	6.4
4	Botar el agua de la tina de enjuague	6.4	6.6	7.2																			6.7
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	1.8	1.8	2.1	1.8	1.5	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	2.5	2.2	2.1	1.8	2.0	1.8	2.0	1.9				1.9
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	6.2	6.5	6.8	6.6																		6.5
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.5	2.3	2.1	2.0	2.0	1.6	1.5	2.5	2.2	2.0	2.9	2.3	2.1	2.0	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5			2.2
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	7.0	6.8	7.0	7.1																		7.0
9	Encender la tina de lavado y enjuague	1.7	1.8	1.8	2.3	2.2	2.1	1.8	1.8	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	2.5	1.8	1.8	2.1	1.8				1.9
10	Llenar de agua la tina de lavado	7.6	9.0	7.8	7.9	9.3	7.7	9.0	8.5														8.4
11	Llenar de agua la tina de enjuague	8.5	8.2	9.1	9.0	8.8																	8.7
12	Terminar de poner la fruta en jvas	9.6	9.9	7.4	10.8	10.9	9.7	9.8	11.3	10.6	11.1	10.1	9.8	11.4	12.0	11.9	9.9	10.1	7.8	12.0	11.4	9.9	10.4
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1	6.2	6.1	6.0	6.0	6.4																	6.1
14	Apagar la tina de desinfección 1	1.8	2.0	1.7	1.7	2.1	1.9	2.0	2.0	1.7	1.8												1.9

32	Trapear debajo de las tinas y por los costados	8.2	10.4	10.7	10.9	10.5	9.1	10.9	9.4	10.9	9.1	10.4												10.0
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	16.6	17.2	21.6	19.9	18.7	21.1	19.1	17.6	19.4	19.8	18.9												19.1
34	Limpiar la faja transportadora 3	3.1	3.4	3.5	2.8	3.5	2.9	2.8	3.3	3.1	3.1	2.8												3.1
35	Barrer el piso de la zona de selección	10.3	9.2	6.9																				8.8
36	Trapear el piso de la zona de selección	9.6	9.8	10.1	8.7	8.9	10.2	9.5																9.5
37	Apagar la máquina Urshell	3.1	2.7	3.3	3.0	3.0	3.1	2.8	2.6	2.8	2.9	2.3	3.1	2.5	2.5	3.3	2.5	2.8						2.8
38	Limpiar la máquina Urshell	2.4	4.1	3.7	4.0	4.5	4.1	2.6	3.9	4.0	4.1	4.0	4.0	3.6	2.9	4.1	3.0	3.9	4.1	4.0	3.8	4.0		3.8
39	Encender la máquina Urshell	2.6	2.8	2.9	2.3	3.1	2.5	2.5	3.3	2.5	2.8	3.4	3.3	3.0	3.0	3.1	2.8	2.6	3.1					2.9
40	Barrer la zona de empaquetado	9.5	11.2	11.8	8.1	12.8	11.4	10.7	11.9	9.3	9.4	9.7	9.1	11.8	11.5	10.4	9.8	11.3	11.8	9.1	11.4	10.7		10.6
41	Trapear la zona de empaquetado	9.3	10.6	8.2	8.1	8.4	10.0	9.7	9.5	10.3	8.9	10.6	8.9	8.6	8.8									9.3
TOTAL (min)																							251.6	

Fuente. Elaboración propia

Para la determinación del tiempo estándar (Tabla 30), se calculó primero el tiempo normal, donde se tuvo en cuenta la calificación de las actividades en base al sistema Westinghouse plasmado en el anexo 6, asimismo, se consideró el puntaje de tolerancia de 12% por necesidades personales, fatiga, por trabajo de pie y monotonía. A continuación, las fórmulas:

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times (1 + \text{factor de calificación})$$

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} \times (1 + \text{suplemento})$$

Figura 55. Fórmula para el cálculo de tiempos normal y estándar

Tabla 30. *Cálculo actual del tiempo estándar*

N°	Actividades	Tiempo promedio (min)	Westinghouse				1+FC	Tiempo Normal (min)	Tolerancia	Tiempo Estándar (min)
			H	E	CD	R				
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas	7.0	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	7.1	0.12	8.0
2	Limpiar la faja transportadora	3.0	0.00	0.05	0.00	0.01	1.1	3.2	0.12	3.6
3	Botar el agua de la tina de lavado	6.4	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	6.5	0.12	7.3
4	Botar el agua de la tina de enjuague	6.7	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	6.8	0.12	7.6
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	1.9	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	1.9	0.12	2.2
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	6.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	6.5	0.12	7.3
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.2	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	2.2	0.12	2.5
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	7.0	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	7.5	0.12	8.4
9	Encender la tina de lavado y enjuague	1.9	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	2.0	0.12	2.2
10	Llenar de agua la tina de lavado	8.4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	8.4	0.12	9.4
11	Llenar de agua la tina de enjuague	8.7	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	8.9	0.12	10.0
12	Terminar de poner la fruta en jvas	10.4	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	10.7	0.12	11.9
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1	6.1	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	6.2	0.12	6.9

14	Apagar la tina de desinfección 1	1.9	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	1.9	0.12	2.1
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	6.5	0.03	0.05	0.00	0.01	1.1	7.1	0.12	7.9
16	Encender la tina de desinfección	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	2.0	0.12	2.2
17	Llenar de agua la tina de desinfección	7.5	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	7.7	0.12	8.6
18	Colocar el ácido peracético en el agua	3.0	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	3.3	0.12	3.6
19	Trapear debajo de la tina y por los costados	5.5	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	5.7	0.12	6.4
20	Terminar de pesar las jvas clasificadas	10.0	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	10.4	0.12	11.7
21	Limpiar la faja transportadora 2	3.8	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	3.9	0.12	4.3
22	Terminar de poner la fruta en jvas	10.2	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	10.3	0.12	11.5
23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3	7.0	0.00	0.05	0.00	0.00	1.1	7.3	0.12	8.2
24	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	1.9	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	2.0	0.12	2.2
25	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	6.7	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	6.8	0.12	7.6
26	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	6.9	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	6.9	0.12	7.7
27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	2.8	0.03	0.05	0.00	0.01	1.1	3.1	0.12	3.5
28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	2.8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	2.8	0.12	3.1

29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.0	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	2.0	0.12	2.3
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2	7.5	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	8.1	0.12	9.1
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3	7.5	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	7.7	0.12	8.6
32	Trapear debajo de las tinas y por los costados	10.0	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	10.2	0.12	11.5
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	19.1	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	20.6	0.12	23.1
34	Limpiar la faja transportadora 3	3.1	0.00	0.00	0.02	0.01	1.0	3.2	0.12	3.6
35	Barrer el piso de la zona de selección	8.8	0.00	0.02	0.02	0.01	1.1	9.2	0.12	10.3
36	Trapear el piso de la zona de selección	9.5	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	9.6	0.12	10.8
37	Apagar la máquina Urshell	2.8	0.00	0.00	0.00	0.01	1.0	2.9	0.12	3.2
38	Limpiar la máquina Urshell	3.8	0.00	0.02	0.00	0.00	1.0	3.8	0.12	4.3
39	Encender la máquina Urshell	2.9	0.03	0.00	0.00	0.01	1.0	3.0	0.12	3.3
40	Barrer la zona de empaquetado	10.6	0.06	0.00	0.02	0.00	1.1	11.5	0.12	12.8
41	Trapear la zona de empaquetado	9.3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	9.3	0.12	10.4
TOTAL (min)								260.1		291.3

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se observó que el tiempo de cambio de lote fue de 291.3 min, lo que equivale a 4.9 horas. Por lo que en la Tabla 31 se presentó un resumen de las actividades internas y externas y sus respectivos tiempos estándares.

Tabla 31. *Identificación de las actividades externas e internas en el cambio de lote*

N°	Actividades	Tiempo estándar	Actividades internas	Actividades externas
1	Terminar de pesar las jvas clasificadas	8.0		X
2	Limpiar la faja transportadora	3.6		X
3	Botar el agua de la tina de lavado	7.3		X
4	Botar el agua de la tina de enjuague	7.6		X
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2.2	X	
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	7.3	X	
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	2.5	X	
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	8.4	X	
9	Encender la tina de lavado y enjuague	2.2		X
10	Llenar de agua la tina de lavado	9.4		X
11	Llenar de agua la tina de enjuague	10.0		X
12	Terminar de poner la fruta en jvas	11.9		X
13	Botar el agua de la tina de desinfección 1	6.9		X
14	Apagar la tina de desinfección 1	2.1	X	
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	7.9	X	
16	Encender la tina de desinfección	2.2		X
17	Llenar de agua la tina de desinfección	8.6		X
18	Colocar el ácido peracético en el agua	3.6		X
19	Trapear debajo de la tina y por los costados	6.4		X
20	Terminar de pesar las jvas clasificadas	11.7		X
21	Limpiar la faja transportadora 2	4.3		X

22	Terminar de poner la fruta en javas	11.5		X
23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3	8.2		X
24	Apagar las tinas 2 y 3 de desinfección	2.2	X	
25	Limpiar superficialmente tina de desinfección 2	7.6	X	
26	Limpiar superficialmente tina de desinfección 3	7.7	X	
27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	3.5	X	
28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3	3.1	X	
29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2.3		X
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2	9.1		X
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3	8.6		X
32	Trapear debajo de las tinas y por los costados	11.5		X
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	23.1		X
34	Limpiar la faja transportadora 3	3.6		X
35	Barrer el piso de la zona de selección	10.3		X
36	Trapear el piso de la zona de selección	10.8		X
37	Apagar la máquina Urshell	3.2	X	
38	Limpiar la máquina Urshell	4.3	X	
39	Encender la máquina Urshell	3.3		X
40	Barrer la zona de empaquetado	12.8		X
41	Trapear la zona de empaquetado	10.4		X
Total		291.3	13	28

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 31, se observa que las actividades internas fueron 13 y las actividades externas, 28, lo que indica que disminuyeron la cantidad de actividades internas.

Finalmente, se estandarizó el procedimiento de cambio de lote plasmado en el anexo 11.

VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING (POST-TEST)

La metodología 5s se evaluó en el mes de enero para verificar el cumplimiento de la metodología, tal cual se muestra en la Figura 56.

	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LAS 5S			
Área:	Producción	Rangos de Resultados		
Auditado por:	Supervisor de producción	0%	20%	Malo
Fecha:	23 de enero de 2022	21%	40%	Regular
N° de auditoría:	2	41%	60%	Normal
Tipo de auditoría:	Interna	61%	80%	Bueno
Responsable del Registro:	García Llajaruna, Estefanía Lucía	81%	100%	Excelente
ETAPAS	ÍTEMS	NO	SI	
Seiri	Objeto o materiales ordenados		x	
	Elementos necesarios en el área de trabajo		x	
	Materias primas identificadas y clasificadas		x	
	Elementos no dañados u obsoletos		x	
Seiton	Lista de herramientas		x	
	Equipos, herramientas, etc. están en lugares asignados		x	
	Instrucciones de trabajo		x	
	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas		x	
Seiso	Lista de responsables y cronograma		x	
	Maquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc.		x	
	Pisos libres de polvo, basura, manchas.	x		
	Apariencia adecuada de los equipos y maquinarias de trabajo		x	
Seiketsu	Evidencia visual de las 3 primeras S		x	
	Formato de evaluación de las 5S		x	
	Capacitación de sensibilización		x	
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento		x	
	Auditorías internas		x	
	Compromiso y empeño		x	
TOTAL			1	17
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO				94%
CRITERIO				Excelente

Figura 56. Cumplimiento actual de las 5s – Enero 2022

Se observó que en el mes de enero se obtuvo un cumplimiento del 94%, encontrándose en el rango de Excelente, lo cual indica un crecimiento desde la evaluación inicial. Asimismo, se muestra en la Figura 57, el detalle del cumplimiento de las fases:

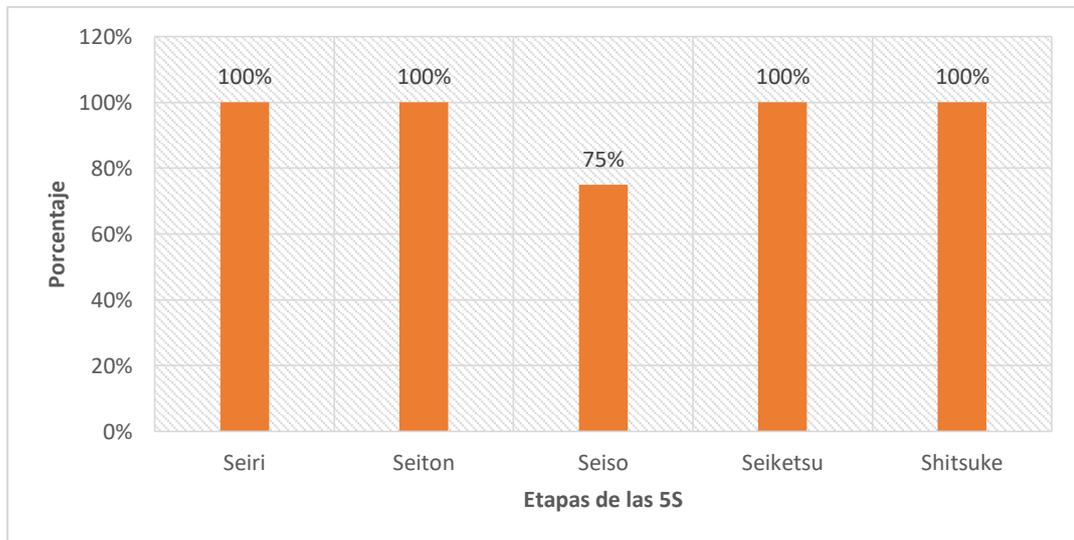


Figura 57. Nivel de cumplimiento actual de las 5S – Enero 2022

Se observó de la Figura 57, que el nivel de cumplimiento para la fase Seiri y Seiton aumentó a 100%, asimismo, la fase Seiso obtuvo un incremento a 75% y finalmente, se observó que la fase Seiketsu y Shitsuke aumentaron a 100%.

SMED

Para la determinación de los tiempos de las actividades externas e internas se utilizaron las siguientes fórmulas, teniendo en cuenta TT (tiempo total), TAE (tiempo de actividades externas) y TAI (tiempo de actividades internas):

$$\% \text{ Tiempo de actividades internas} = \frac{(291.3 - 229.2)}{291.3} \times 100$$

$$\% \text{ Tiempo de actividades internas} = 21.3\%$$

Figura 58. Cálculo del tiempo interno inicial

$$\% \text{ Tiempo de actividades externas} = \frac{(291.3 - 62.1)}{291.3} \times 100$$

$$\% \text{ Tiempo de actividades externas} = 78.7\%$$

Figura 59. Cálculo del tiempo externo

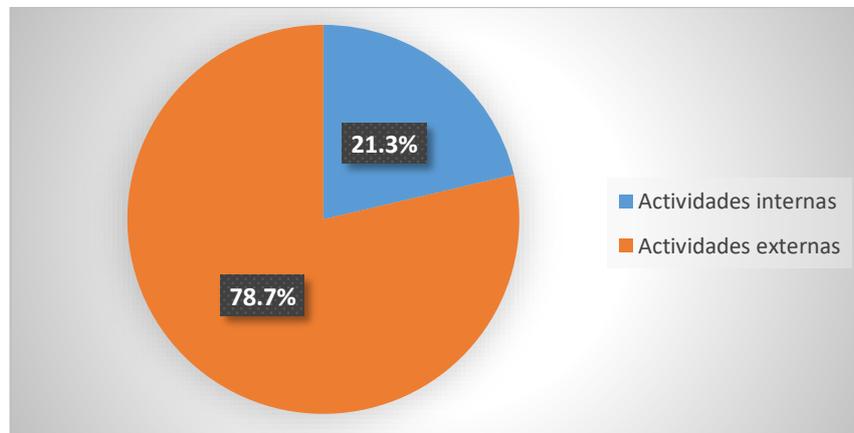


Figura 60. Porcentaje de tiempo de las actividades externas e internas

En la figura 60, las actividades internas la conforman el 21.3% de las actividades del proceso y las actividades externas, el 78.7%. Esto indica que en la mayor parte del tiempo las actividades se producen cuando las máquinas se encuentran encendidas pudiendo continuar con el flujo del proceso.

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD (POST-TEST)

Para calcular la productividad actual, se tomó los reportes de los meses enero y febrero del año 2022, se utilizó los reportes de producción (anexo 7). Asimismo, la Tabla 32, indica el rango en que se encuentra la productividad, de acuerdo al rango manejado por la empresa.

Tabla 32. Rango de índice de productividad

Descripción	Rango en porcentaje
Muy baja	10% a 30%
Baja	31% a 60%
Promedio	61% a 80%
Muy buena	81% a 90%
Excelente	91% a 100%

Fuente. Obtenido de la empresa

A continuación, se presentó el detalle mensual de la eficacia, eficiencia y productividad en las Tablas 33 y 34.

Tabla 33. Productividad del mes de Enero 2022.

ENERO - 2022							
Fecha	Tiempo real	Tiempo programado	Lotes entrantes	Lotes programados	Eficiencia	Eficacia	Productividad
3/01/2022	522.1	600.0	2.1	2.5	87.02%	84.00%	73.09%
4/01/2022	504.0	600.0	2.1	2.5	84.00%	84.00%	70.56%
5/01/2022	508.5	600.0	2.1	2.5	84.75%	84.00%	71.19%
6/01/2022	498.5	600.0	2.2	2.5	83.08%	88.00%	73.11%
7/01/2022	514.3	600.0	2.2	2.5	85.72%	88.00%	75.43%
8/01/2022	509.6	600.0	2.1	2.5	84.93%	84.00%	71.34%
10/01/2022	498.9	600.0	2.2	2.5	83.15%	88.00%	73.17%
11/01/2022	516.7	600.0	2.2	2.5	86.12%	88.00%	75.78%
12/01/2022	513.0	600.0	2.2	2.5	85.50%	88.00%	75.24%
13/01/2022	507.6	600.0	2.3	2.5	84.60%	92.00%	77.83%
14/01/2022	488.8	600.0	2.2	2.5	81.47%	88.00%	71.69%
15/01/2022	494.1	600.0	2.2	2.5	82.35%	88.00%	72.47%
17/01/2022	480.3	600.0	2.3	2.5	80.05%	92.00%	73.65%
18/01/2022	498.5	600.0	2.3	2.5	83.08%	92.00%	76.44%
19/01/2022	509.7	600.0	2.3	2.5	84.95%	92.00%	78.15%
20/01/2022	503.3	600.0	2.3	2.5	83.88%	92.00%	77.17%
21/01/2022	510.8	600.0	2.3	2.5	85.13%	92.00%	78.32%
22/01/2022	502.2	600.0	2.3	2.5	83.70%	92.00%	77.00%
24/01/2022	507.9	600.0	2.4	2.5	84.65%	96.00%	81.26%
25/01/2022	514.1	600.0	2.3	2.5	85.68%	92.00%	78.83%
26/01/2022	511.6	600.0	2.4	2.5	85.27%	96.00%	81.86%
27/01/2022	514.0	600.0	2.4	2.5	85.67%	96.00%	82.24%
28/01/2022	503.5	600.0	2.4	2.5	83.92%	96.00%	80.56%
PROMEDIO					84.29%	90.09%	75.93%

Fuente. Elaboración propia

Tabla 34. Productividad del mes de Febrero 2022.

FEBRERO - 2022							
Fecha	Tiempo real	Tiempo programado	Lotes entrantes	Lotes programados	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/02/2022	491.6	600.0	2.4	2.5	81.93%	96.00%	78.66%
2/02/2022	504.9	600.0	2.4	2.5	84.15%	96.00%	80.78%
3/02/2022	513.2	600.0	2.4	2.5	85.53%	96.00%	82.11%
4/02/2022	496.6	600.0	2.4	2.5	82.77%	96.00%	79.46%
5/02/2022	525.5	600.0	2.4	2.5	87.58%	96.00%	84.08%
7/02/2022	524.8	600.0	2.5	2.5	87.47%	100.00%	87.47%
8/02/2022	529.1	600.0	2.4	2.5	88.18%	96.00%	84.66%
9/02/2022	511.5	600.0	2.5	2.5	85.25%	100.00%	85.25%
10/02/2022	528.3	600.0	2.4	2.5	88.05%	96.00%	84.53%
11/02/2022	508.7	600.0	2.4	2.5	84.78%	96.00%	81.39%
12/02/2022	531.9	600.0	2.5	2.5	88.65%	100.00%	88.65%
14/02/2022	520.0	600.0	2.5	2.5	86.67%	100.00%	86.67%
15/02/2022	522.4	600.0	2.5	2.5	87.07%	100.00%	87.07%
16/02/2022	530.2	600.0	2.5	2.5	88.37%	100.00%	88.37%
17/02/2022	527.7	600.0	2.5	2.5	87.95%	100.00%	87.95%
18/02/2022	549.5	600.0	2.5	2.5	91.58%	100.00%	91.58%
19/02/2022	542.9	600.0	2.5	2.5	90.48%	100.00%	90.48%
21/02/2022	523.6	600.0	2.5	2.5	87.27%	100.00%	87.27%
22/02/2022	518.4	600.0	2.5	2.5	86.40%	100.00%	86.40%
23/02/2022	526.4	600.0	2.5	2.5	87.73%	100.00%	87.73%
24/02/2022	519.5	600.0	2.6	2.5	86.58%	104.00%	90.05%
25/02/2022	523.2	600.0	2.5	2.5	87.20%	100.00%	87.20%
26/02/2022	537.0	600.0	2.6	2.5	89.50%	104.00%	93.08%
PROMEDIO					87.01%	98.96%	86.12%

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, se presenta la Tabla 35, con la información resumida por mes en cuanto a los indicadores:

Tabla 35. Resumen de indicadores actuales

Meses	Indicador		
	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Enero	84.29%	90.09%	75.93%
Febrero	87.01%	98.96%	86.12%
Promedio	85.65%	94.52%	81.03%

Fuente. Elaboración propia

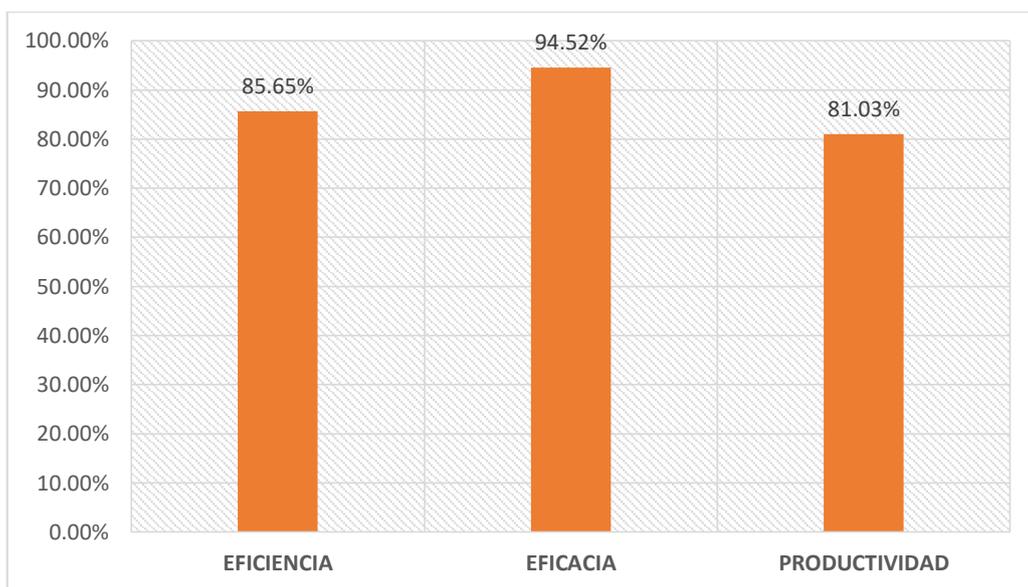


Figura 61. Resumen de indicadores actuales

De acuerdo a la Tabla 35, se observó el promedio de cada indicador en los meses de enero y febrero del año 2022, teniendo al mes de febrero con las cifras más alta por indicador. Asimismo, la Figura 61, señala que la eficiencia promedio actual es de 85.65%, la eficacia, 94.52% y la productividad, 81.03%. Ésta última considerada por la empresa como muy buena.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se planteó la Tabla 36, la cual muestra el Flujo de caja económico, en donde se aprecian los costos del pre-test y del post-test, para verificar el beneficio económico por mes que genera la aplicación del estudio de tiempos, teniendo en cuenta que el costo de oportunidad del capital bimensual fue brindando por el área de contabilidad de la empresa.

Tabla 36. Flujo de caja económico

	MES 0	MES 1	MES 2
Costos Pre-test		S/ 10,261.95	S/ 10,977.90
Lotes MP no trabajados		S/ 10,261.95	S/ 10,977.90
Costos Post-test		S/ 4,534.35	S/ 477.30
Lotes MP no trabajados		S/ 4,534.35	S/ 477.30
Beneficio		S/ 5,727.60	S/ 10,500.60
Implementación	S/ 3,119.80		
Metodología 5s	S/ 1,572.10		
SMED	S/ 1,547.70		
Inversiones tangibles	S/ 2,683.90		
Servicios de telefonía Móvil	S/ 59.90		
Materiales y útiles de oficina	S/ 2,624.00		
Inversiones Intangibles	S/ 5,410.00		
Responsable de la investigación	S/ 4,400.00		
Servicios de energía eléctrica	S/ 50.00		
Servicio de internet	S/ 110.00		
Estudios	S/ 850.00		
Inversión	-S/ 11,213.70		

Cálculos del VAN	S/ 4,294.27	BIMENSUAL
Costo de Oportunidad del capital	2.8%	
Cálculo de la TIR	26%	
Cálculo del ratio Costo/Beneficio	1.45	

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 36, se observó que se identificaron los costos del pre-test y los costos del post-test, que gracias a la aplicación de Lean Manufacturing, se obtuvo un beneficio en el primer mes de S/ 5,727.60 y en el segundo mes de S/ 10,500.60, de acuerdo a las Tablas 37 y 38, donde se detallaron los costos. En cuanto a la inversión, se tuvo en cuenta los costos de implementación de la metodología 5s (Tabla 39) y herramienta SMED (Tabla 40), inversiones tangibles e intangibles (anexo 12), los cuales son costos del investigador.

De esta manera, se calculó el VAN, el cual fue de S/4,294.27 y el TIR fue de 26%, con un costo de oportunidad del 2.8% bimensual, finalmente el costo beneficio fue de 1.45, el cual es mayor que 1 e indica que la empresa se está beneficiando de la implementación del Lean Manufacturing.

Tabla 37. Resumen de las pérdidas mensuales iniciales

MES	INDICADOR		
	Costo real x lote	Costo x lote programado	Pérdidas
Octubre	S/ 35,479.30	S/ 45,741.25	S/ 10,261.95
Noviembre	S/ 34,763.35	S/ 45,741.25	S/ 10,977.90
PROMEDIO	S/ 35,121.33	S/ 45,741.25	S/ 10,619.93

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 37, se observó que las pérdidas en promedio mensualmente son de S/ 10,619.93, debido a que no se procesan todos los lotes programados.

Tabla 38. Resumen de las pérdidas mensuales actuales

MES	INDICADOR		
	Costo real x lote	Costo x lote programado	Pérdidas
Enero	S/ 41,206.90	S/ 45,741.25	S/ 4,534.35
Febrero	S/ 45,263.95	S/ 45,741.25	S/ 477.30
PROMEDIO	S/ 43,235.43	S/ 45,741.25	S/ 2,505.83

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 38, se observó que las pérdidas en enero fueron de S/ 4,534.35 y en febrero, S/ 477.30, es decir, en promedio mensualmente se pierde S/ 2,505.83, debido a que no se procesan todos los lotes programados. Siendo una reducción significativa en comparación a las pérdidas iniciales existiendo una reducción del 76.4%.

Tabla 39. Inversión de la metodología 5s

Ítem	Cantidad	Costo	Costo Total
Papel bond (1/2 millar)	1	S/ 14.90	S/ 14.90
Folder manila (25 und)	1	S/ 0.80	S/ 0.80
Lapiceros	40	S/ 0.80	S/ 32.00
Capacitación	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Plumones de pizarra	3	S/ 6.50	S/ 19.50
Mota	1	S/ 4.90	S/ 4.90
TOTAL			S/ 1,572.10

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 39, se observó que la inversión total de la metodología 5s es de S/ 1,572.10 y en la Tabla 40, se observó la inversión total de la herramienta SMED, el cual es de S/ 1,547.70.

Tabla 40. *Inversión de la herramienta SMED*

Ítem	Cantidad	Costo	Costo Total
Papel bond (1/2 millar)	1	S/ 14.90	S/ 14.90
Folder manila (25 und)	1	S/ 0.80	S/ 0.80
Lapiceros	40	S/ 0.80	S/ 32.00
Capacitación	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
TOTAL			S/ 1,547.70

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta el cronograma de la investigación desarrollada, en la Tabla 41:

Tabla 41. Cronograma de actividades

N°	Actividades	2021								2022															
		Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Elaboración de la introducción y marco teórico	■	■																						
2	Elaboración de metodología y aspectos administrativos			■	■	■	■																		
3	Presentación del proyecto						■																		
4	Levantamiento de observaciones						■																		
5	Sustentación del proyecto							■																	
6	Elaboración del procedimiento									■	■	■	■	■	■	■	■								
7	Elaboración de los resultados y discusiones																	■	■						
8	Presentación del 1er avance del informe																			■					
9	Conclusiones y recomendaciones																				■				
10	Revisión integral del informe																					■			
11	Levantamiento de observaciones																						■		
12	Sustentación final del informe																								■

Fuente. Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

En el presente trabajo de investigación, se utilizó el análisis estadístico descriptivo y el análisis inferencial estadístico.

El análisis estadístico descriptivo, según Rendón, Villasís y Miranda (2016), se enfoca en resumir de una forma concisa y sencilla los datos obtenidos en la investigación que conforman los resultados siendo en tablas, gráficos o figuras. Generalmente, esta información es para facilitar evidencia de si la hipótesis planteada es apoyada o no.

Por lo tanto, para hacer gráficos o tablas, se utilizaron diferentes escalas cuantitativas, de acuerdo a Rendón, Villasís y Miranda (2016), se definen de la siguiente manera: Promedio o media aritmética, es la suma de las cifras dividida entre el total de cifras (representa un equilibrio en los datos) y desviación estándar o desviación típica, la cual, señala de qué manera las cifras se alejan del promedio y de los límites medidos (valor máximo y mínimo). Para ello, se utilizó el programa Excel.

El análisis inferencial estadístico, permite establecer parámetros y predecir el comportamiento a partir de una muestra estudiada. Ayuda a la contrastación de hipótesis (Ormeño, 2020). Para ello, se utilizó el programa SPSS versión 25, que según la distribución de los datos se eligió el análisis pertinente.

3.7. Aspectos éticos

Para el presente proyecto se tuvo en cuenta la metodología y reglamentos propuestos por la Universidad César Vallejo, asimismo se garantizó que los datos obtenidos para el desarrollo de la investigación son auténticos evitando todo tipo de plagio o copia, por lo cual se cumplió con el proceso de registro en Turnitin para la verificación del porcentaje de plagio o copia. Se consideró el permiso de las personas involucradas en el estudio, respetando los principios de originalidad, honestidad y autenticidad de datos, asimismo, el investigador se comprometió al respeto de los derechos de los autores que aportaron con su investigación en este trabajo. Por último, se garantizó que la estructura del trabajo de investigación y la redacción se encuentre basada en la ISO 690.

Tabla 42. *Artículos éticos de la Universidad*

N° de Artículo	Descripción
Artículo 3°	“Respeto por las personas en su integridad y autonomía”
Artículo 4°	“Búsqueda del Bienestar”
Artículo 5°	“Justicia”
Artículo 6°	“Honestidad”
Artículo 7°	“Rigor Científico”
Artículo 8°	“responsabilidad”
Artículo 9°	Responsabilidad

Fuente. Obtenido de la Universidad César Vallejo

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo estadístico

Variable independiente: Lean Manufacturing

Para el análisis descriptivo de esta variable, se procedió a comparar los resultados antes y después de la aplicación del plan basado en las herramientas de Lean Manufacturing: Metodología 5s y SMED.

Metodología 5s:

Esta dimensión es medida por el nivel de cumplimiento de las actividades obtenidas de las fases de la metodología:

Tabla 43. Variación del Nivel de Cumplimiento Metodología 5s

	CUMPLIMIENTO 5s					Total
	Seiri	Seiton	Seiso	Seiketsu	Shitsuke	
ANTES	25%	25%	25%	0%	0%	16.67%
DESPUES	100%	100%	75%	100%	100%	94%
Incremento	75%	75%	50%	100%	100%	77.78%

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 43, se observa que el cumplimiento de las 5s antes de la aplicación del plan basado en las herramientas de Lean Manufacturing fue de 16.67%, siendo Seiketsu y Shitsuke las fases con menor cumplimiento; por lo que después de la aplicación, el cumplimiento se incrementó en un 77.78%, obteniendo 94% de cumplimiento.

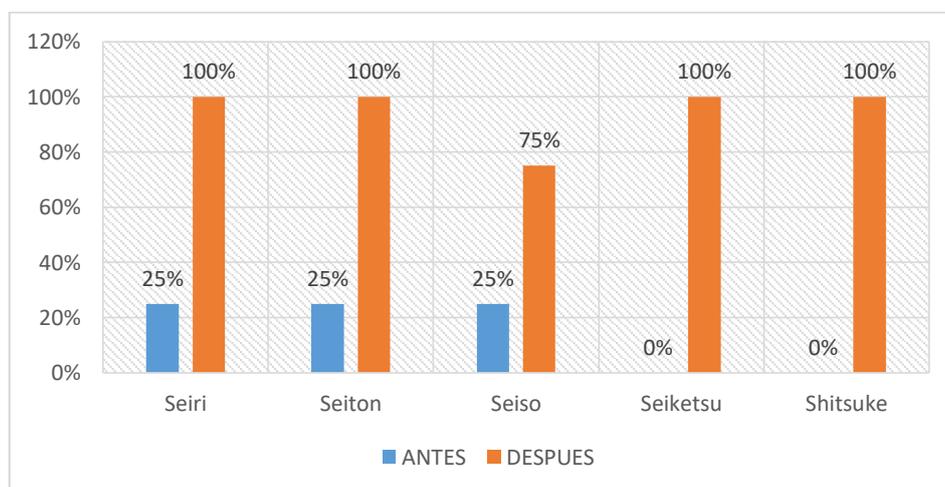


Figura 62. Variación del nivel de cumplimiento Metodología 5s

SMED:

Esta dimensión es medida por el porcentaje de los tiempos de las actividades internas y externas:

Tabla 44. Variación de los tiempos de las actividades internas y externas

	Actividades Externas	Actividades Internas
ANTES	4.5%	95.5%
DESPUES	78.7%	21.3%
Incremento	74.2%	

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 44, el % del tiempo externo de las actividades antes de la aplicación del plan basado en las herramientas de Lean Manufacturing era 4.5%, el cual se vio beneficiado después de la aplicación, incrementando en un 74.2%, siendo que actualmente el 78.7% del tiempo las actividades son externas, es decir, se mantiene el flujo de la producción, ya que las máquinas se encuentran encendidas.

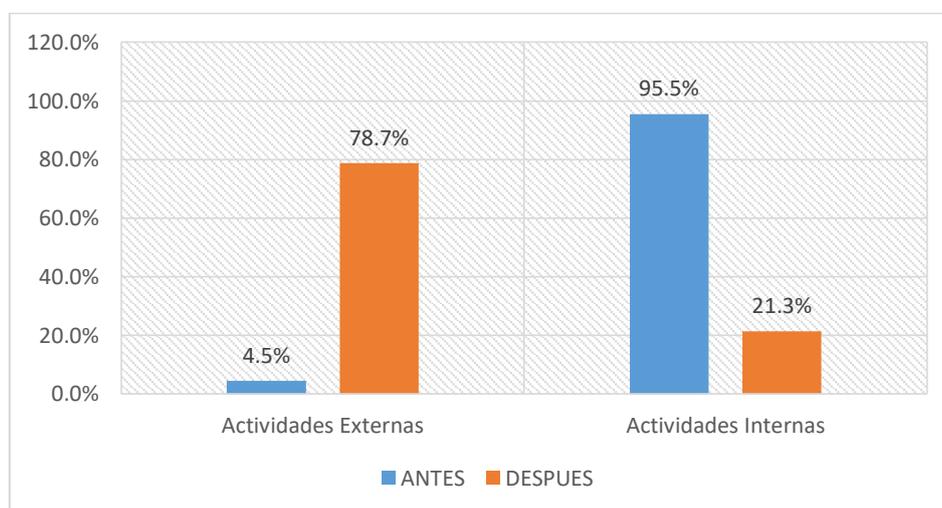


Figura 63. Variación de los tiempos de las actividades internas y externas

Variable dependiente: Productividad

Para el análisis descriptivo de esta variable, se procedió a comparar los resultados antes y después de la aplicación del plan basado en las herramientas de Lean Manufacturing, considerando la eficacia y la eficiencia.

Tabla 45. Variación de la productividad

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
ANTES	55.06%	76.78%	42.28%
DESPUES	85.65%	94.52%	81.03%
Incremento	30.59%	17.74%	38.75%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 45, se observó que la eficiencia era de 55.06%, la eficacia, 76.78% y la productividad 42.28%, de esta manera, luego de la aplicación del plan basado en las herramientas de Lean Manufacturing, estos indicadores incrementaron: eficiencia a 85.65%, eficacia a 94.52% y productividad a 81.03%, incrementando la eficiencia, eficacia y productividad en un 30.59%, 17.74% y 38.75% respectivamente.

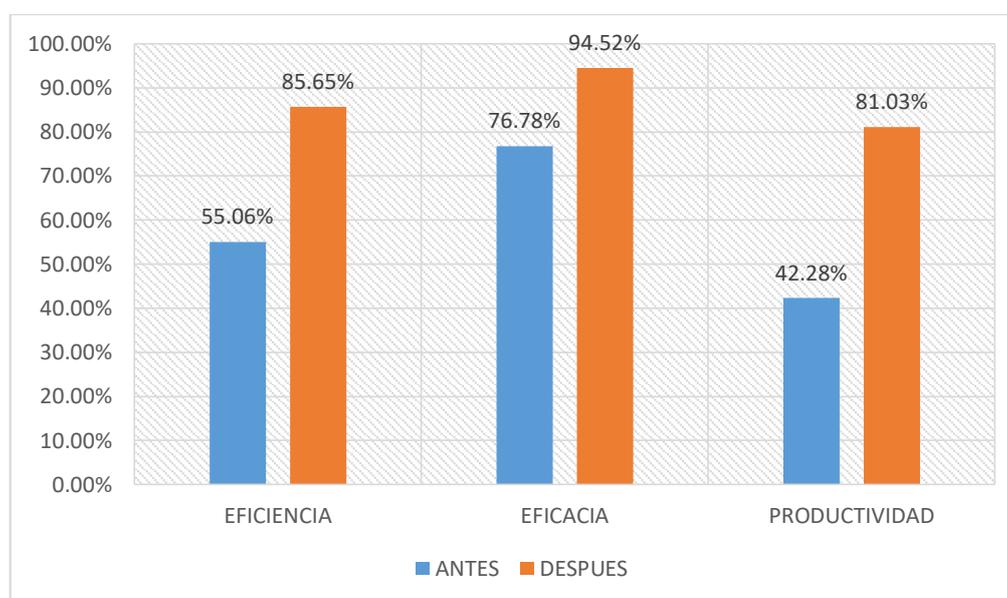


Figura 64. Variación de la productividad

Para esta variable y sus indicadores, también se procesó la información en el programa SPSS, obteniéndose lo siguiente:

Eficiencia:

En la Tabla 46, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficiencia, en donde la media de los valores pre-test fue 55.05%, con una desviación estándar de 0.08 y en el post-test, la media de los valores fue de 85.64% con una desviación estándar de 0.25. Asimismo, se visualizó una asimetría negativa para el pre-test y

post-test, es decir, la mayoría de datos se aglomeran en valores menores que la media señalada y en cuanto a la curtosis, en el pre-test es positiva, lo que indica que hay una mayor concentración de datos en torno a la media, y en el post-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media. De esta manera, se observa que existe un incremento promedio de 30.59% gracias a la aplicación del plan basado en las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 46. *Análisis estadístico descriptivo de la eficiencia*

		Estadístico	Desviación Error	
Pre test Eficiencia	Media	55,0596	,08441	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	54,8845	
		Límite superior	55,2346	
	Media recortada al 5%	55,0787		
	Mediana	55,0400		
	Varianza	,164		
	Desviación estándar	,40484		
	Mínimo	54,08		
	Máximo	55,68		
	Rango	1,60		
	Rango intercuartil	,50		
	Asimetría	-,787	,481	
	Curtosis	,297	,935	
Post test Eficiencia	Media	85,6496	,25779	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	85,1149	
		Límite superior	86,1842	
	Media recortada al 5%	85,6766		
	Mediana	85,6800		
	Varianza	1,528		
	Desviación estándar	1,23631		
	Mínimo	82,93		
	Máximo	87,81		
	Rango	4,88		
	Rango intercuartil	1,96		
	Asimetría	-,324	,481	
	Curtosis	-,107	,935	

Fuente. Obtenido de Programa SPSS

Eficacia:

En la Tabla 47, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficacia, en donde la media de los valores pre-test fue 76.78%, con una desviación estándar de

0.20 y en el post-test, la media de los valores fue de 94.52% con una desviación estándar de 0.61. Asimismo, se visualizó una asimetría positiva para el pre-test y post-test, es decir, la mayoría de datos se encuentran por encima del valor de la media aritmética y en cuanto a la curtosis, en el pre-test y post-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media. De esta manera, se observa que existe un incremento promedio de 17.74% gracias a la aplicación del plan basado en las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 47. Análisis estadístico descriptivo de la eficacia

			Estadístico	Desviación Error
Pre Eficacia	test	Media	76,7826	,20810
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	76,3510
	Límite superior		77,2142	
	Media recortada al 5%		76,7585	
	Mediana		76,0000	
	Varianza		,996	
	Desviación estándar		,99802	
	Mínimo		76,00	
	Máximo		78,00	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		2,00	
	Asimetría		,477	,481
	Curtosis		-1,951	,935
Post Eficacia	test	Media	94,5217	,61878
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	93,2385
	Límite superior		95,8050	
	Media recortada al 5%		94,4686	
	Mediana		94,0000	
	Varianza		8,806	
	Desviación estándar		2,96755	
	Mínimo		90,00	
	Máximo		100,00	
	Rango		10,00	
	Rango intercuartil		4,00	
	Asimetría		,148	,481
	Curtosis		-,696	,935

Fuente. Obtenido de Programa SPSS

Productividad:

En la Tabla 48, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la productividad, en donde la media de los valores pre-test fue 42.28%, con una desviación estándar de 0.15 y en el post-test, la media de los valores fue de 81.02% con una desviación estándar de 0.66. Asimismo, se visualizó una asimetría positiva para el pre-test, lo que indica que la mayoría de datos se encuentran por encima del valor de la media aritmética y en el post-test, negativa, lo que indica que la mayoría de datos se aglomeran en valores menores que la media señalada y en cuanto a la curtosis, en el pre-test y post-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media. De esta manera, se observa que existe un incremento promedio de 38.74% gracias a la aplicación del plan basado en las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 48. *Análisis estadístico descriptivo de la productividad*

		Estadístico	Desviación Error	
Pre test Productividad	Media	42,2813	,15148	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	41,9672	
		Límite superior	42,5955	
	Media recortada al 5%	42,2823		
	Mediana	42,0900		
	Varianza	,528		
	Desviación estándar	,72648		
	Mínimo	41,10		
	Máximo	43,44		
	Rango	2,34		
	Rango intercuartil	1,26		
	Asimetría	,130	,481	
	Curtosis	-1,406	,935	
Post test Productividad	Media	81,0278	,66930	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	79,6398	
		Límite superior	82,4159	
	Media recortada al 5%	81,0085		
	Mediana	80,3600		
	Varianza	10,303		
	Desviación estándar	3,20984		
	Mínimo	75,67		
	Máximo	86,82		
	Rango	11,15		

	Rango intercuartil	4,42	
	Asimetría	-,030	,481
	Curtosis	-,809	,935

Fuente. Obtenido de Programa SPSS

4.2. Análisis inferencial estadístico

A continuación, se contrastó la hipótesis a través de un análisis estadístico inferencial, teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $\rho_v \leq 0.05$, la muestra no contiene una distribución normal, tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_v > 0.05$, la muestra contiene una distribución normal, tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 49. *Tipos de comportamiento*

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T Student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Abreu, Velasquéz y Velasquéz (2021)

Análisis de la Hipótesis General

Ha: La aplicación de Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021.

Ho: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora significativamente la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021.

Tabla 50. *Prueba de normalidad - Productividad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Productividad	,186	23	,037	,921	23	,069
Post test Productividad	,128	23	,200*	,957	23	,411

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Obtenido de programa SPSS

De acuerdo a la Tabla 50, la significancia de la productividad pre test y post test es mayor a 0.05, y según la regla de decisión presenta un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el T student, considerando un $\alpha = 5\%$ con una confiabilidad del 95%, para la Tabla 51 y 52.

Tabla 51. Estadística de muestras emparejadas - Productividad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre test Productividad	42,2813	23	,72648	,15148
	Post test Productividad	81,0278	23	3,20984	,66930

Fuente. Obtenido de programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

En ese sentido, según la Tabla 51, la productividad en el pre test es de 42.28% y en el post test, 81.02%. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 52. Prueba de muestras emparejadas – Productividad

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre-test Productividad – Post-test Productividad	-38,74	3,419	,71301	-40,225	-37,2678	-54,34	22	,000

Fuente. Obtenido de programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Según la Tabla 52, el nivel de significancia es de 0.00 por lo que, debido a la regla de decisión, la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa, el cual es que la aplicación de Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021.

Análisis de las Hipótesis específicas

Eficiencia:

Ha: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021

Ho: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021

Tabla 53. Prueba de normalidad - Eficiencia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Eficiencia	,132	23	,200*	,942	23	,199
Post test Eficiencia	,098	23	,200*	,977	23	,852

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Obtenido de programa SPSS

De acuerdo a la Tabla 53, la significancia de la eficiencia pre test y post test es mayor a 0.05, y según la regla de decisión presenta un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el T student, considerando un $\alpha = 5\%$ con una confiabilidad del 95%, para la Tabla 54 y 55.

Tabla 54. Estadística de muestras emparejadas - Eficiencia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 2	Pre test Eficiencia	55,0596	23	,40484	,08441
	Post test Eficiencia	85,6496	23	1,23631	,25779

Fuente. Obtenido de programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

En ese sentido, según la Tabla 54, la eficiencia en el pre test es de 55.05% y en el post test, 85.64%. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 55. Prueba de muestras emparejadas – Eficiencia

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
Inferior	Superior									
Par 1	Pre-test Eficiencia – Post-test Eficiencia	-30,59	1,37	,28616	-31,183	-29,9965	-106,8	22	,000	

Fuente. Obtenido de programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Según la Tabla 55, el nivel de significancia es de 0.00 por lo que, debido a la regla de decisión, la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa, el cual es que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021

Eficacia:

H_a: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021

H₀: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021

Tabla 56. Prueba de normalidad - Eficacia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Eficacia	,392	23	,000	,622	23	,000
Post test Eficacia	,169	23	,087	,933	23	,128

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Obtenido de programa SPSS

De acuerdo a la Tabla 56, la significancia de la eficacia pre test es menor a 0.05, presentando un comportamiento no paramétrico y la del post test es mayor a 0.05, presentando un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el estadígrafo de Wilcoxon, considerando un $\alpha = 5\%$ con una confiabilidad del 95%, para la Tabla 57 y 58.

Tabla 57. Análisis de las pruebas

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Eficacia_Pretest	23	76,7826	,99802	76,00	78,00
Eficacia_Postest	23	94,5217	2,96755	90,00	100,00

Fuente. Obtenido de programa SPSS

En ese sentido, según la Tabla 57, la eficacia en el pre test es de 76.78% y en el post test, 94.52%. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 58. Análisis estadístico de prueba Wilcoxon – Eficacia

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficacia_Postest - Eficacia_Pretest
Z	-4,217 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente. Obtenido de programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Según la Tabla 58, el nivel de significancia es de 0.00 por lo que, debido a la regla de decisión, la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa, el cual es que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficacia en la línea de mango congelado de la empresa Agroindustrias AIB S.A. 2021.

V. DISCUSIÓN

En esta investigación se estableció y comprobó que la aplicación de Lean Manufacturing, enfocado en un plan basado en la Metodología 5s y SMED, mejora significativamente la productividad de la línea de mango congelado, a través de sus indicadores eficiencia y eficacia, en la empresa Agroindustrias AIB S.A; ya que la productividad pasó de ser baja (42.3%) a ser muy buena (81.03%). de esta manera, se constató que la hipótesis general fue aceptada con un nivel de significancia 0.000. Asimismo, Ormeño (2020) en su trabajo de investigación titulado “Mejora de proceso productivo utilizando herramientas de Lean en empresa del sector gastronómico tradicional para incrementar su productividad” confirma que la aplicación de herramientas Lean en un proceso incrementa la productividad, sin embargo, las herramientas Lean utilizadas fueron Metodología 5s y Estudios de tiempos y movimientos, a diferencia de las herramientas utilizadas en la presente y la productividad, se enfocó en 1 sola dimensión: la productividad total, siendo que la productividad se incrementó en un 123%, siendo su indicador el número de unidades por minuto. Por otro lado, en la investigación de Quintanilla (2018) titulada “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017”, se utilizó como herramienta de mejora solo la metodología 5s y midió la productividad con los mismas dimensiones que la presente investigación, por lo que, cuando se contrastó la hipótesis, ésta fue aceptada con una significancia de 0.000, indicando que la implementación de Lean Manufacturing mejora la productividad ya que estuvo en un 33% y mejoró a un 41% en promedio. En la investigación de Chávez (2019) titulada “Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil”, utilizó una de las herramientas de Lean Manufacturing como método de mejora, SMED, en la cual incrementó la productividad un 8.8% aproximadamente, y Juarez (2020) en su investigación titulada “Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en la empresa de agua de mesa Las Magnolias – Las Lomas, Piura”, utilizó como herramientas de mejora el Just in time, Kaizen y La Metodología 5s para que la productividad, medida por el tiempo de producción entre las unidades producidas, incrementara un 16.9%. De esta manera, se observó en la investigación de Quintanilla (2018) y

Chávez (2019) que al utilizar solo 1 herramienta es posible mejorar el problema, sin embargo, el beneficio no es significativo en comparación con la investigación de Juárez (2020) y la presente, donde sí se utilizaron varias herramientas Lean para mejorar el problema y el beneficio fue significativo.

En la presente investigación, los resultados de la estadística inferencial indican que la hipótesis específica 1 de la investigación fue aceptada con una significancia de 0.000, la que señala que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la línea de mango congelado, ya que pasó de ser un 55.1% a incrementar a un 85.6%, de esta manera, Quintanilla (2018) en su investigación titulada “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017” enfoca la productividad en eficiencia y eficacia, donde señala que la eficiencia incrementó de un 33.1% a un 40.8%, por lo que su hipótesis, también, fue aceptada con una significancia menor a 0.05. Por otro lado, Alfaro y Moore (2020) en su artículo de investigación denominado “Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados”, contrastó la hipótesis, la cual indica que, el estudio de tiempos incrementa la eficiencia del proceso siendo aceptada con una significancia de 0.000 y aunque se utilizó un método distinto de mejora, no se encuentra alejado de la presente investigación en la que se implementa la herramienta SMED donde también se aplica parte del estudio de tiempos dentro de su ejecución.

En la presente investigación, los resultados obtenidos de la estadística inferencial indican que la hipótesis específica 2 fue aceptada con una significancia de 0.000, la que señala que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficacia en la línea de mango congelado, ya que pasó de ser un 76.8% a incrementar a un 94.5%, de esta manera, Quintanilla (2018) en su investigación titulada “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017” enfoca la productividad en eficiencia y eficacia, sin embargo su eficacia se mantuvo durante la aplicación ya que inicialmente era del 100% y se mantuvo así, por lo que la hipótesis específica no se contrastó. Se pudo observar

que, aunque la eficacia ya era buena, fue necesario aplicar una herramienta Lean para mejorar la productividad, ya que fue medida también por la eficiencia, la cual era baja.

VI. CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones:

Se concluye que la aplicación de Lean Manufacturing incrementó la productividad de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021, ya que la productividad pasó de ser baja (42.3%) a ser muy buena (81.03%).

Se concluye que la aplicación de Lean Manufacturing incrementó la eficiencia de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021, ya que la eficiencia era de 55.1% e incrementó a un 85.6%, lo que quiere decir que actualmente se utiliza el 85.6% del tiempo total para la producción.

Se concluye que la aplicación de Lean Manufacturing incrementó la eficacia de la línea de mango congelado en la empresa Agroindustrias AIB S.A, 2021, ya que la eficacia era de 76.8% e incrementó a un 94.5%, lo que quiere decir que actualmente ingresa el 94.5% de los lotes programados.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda añadir un Value Stream Mapping para visualizar el panorama general de la situación de la empresa, identificando las fuentes de desperdicios, para de esta manera, permita a los grupos de interés entender el proceso productivo global y con ello, planificar y aplicar más actividades de mejora. Esta herramienta podría utilizarse como un apoyo más para la selección de otras herramientas de Lean Manufacturing de acuerdo a los problemas identificados.

Se recomienda crear programas de incentivos o motivación, para que los trabajadores puedan desarrollar las actividades eficientemente y no tener la idea de “carga de trabajo”.

Se recomienda añadir la aplicación de un balance de líneas para mejorar el flujo de producción a través de una distribución adecuada, para mejorar la capacidad de producción de la línea de mango congelado, aprovechando el estudio de tiempos que se realizó para la herramienta SMED.

REFERENCIAS

- ALFARO, A. y MOORE, R. Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados. *Revista Industrial Data* [en línea]. Junio 2020, Vol. 23 nro 1. [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/816/81664593007/81664593007.pdf>
- ARRIETA, Juan [et al]. Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyecto de grado [en línea] Colombia: Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technoogy. 3-5 de agosto de 2015. Disponible en: http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf
- Assessment of Lean implementation in Hotels's supply chains por Luz Tortorella [et al]. *Production* [en línea]. Julio 2019. Vol. 29 nro 44. [Fecha de consulta: 3 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3967/396757942017/396757942017.pdf>
- CARDONA, M., CASTRILLÓN, O. y TINOCO, H. Determinación del Método Óptimo de Operaciones de Ensamble Bimanual con el Algoritmo de Dijkstra –(o de Caminos Mínimos). *Información tecnológica* [en línea] Agosto 2017. Vol 28 nro 4. [Fecha de consulta: 5 de enero de 2022]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0718-07642017000400015&lng=es&tlng=es
- CARREÑO, D. y AMAYA, L. y RUIZ, E. Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama. *Ingeniería Industrial* [en línea]. Diciembre 2018, Vol. 6 nro. 21. [Fecha de consulta: 31 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535004/215058535004.pdf>
- CASTRO, J. y UMAÑA, G. Poblaciones e identificación de los hongos causantes de mohos poscosecha en el pedúnculo de la piña, en dos zonas de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* [en línea] Junio 2015, Vol. 39 nro 3 [Fecha de consulta: 15 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/436/43642604005/html/index.html>

CASTRO, F., SOARES, P., PEREIRA, C. y UCHOA, F. Effect of the motivational factor on lean manufacturing performance: the case of a multinational consumer goods company. *Gestao & Producao* [en línea]. Agosto 2019. Vol. 26 nro 3. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/gp/a/7tB3GVFYpj5yWMy7H3cD5hM/?format=pdf&lang=en>

CHÁVEZ, D. Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil. Tesis (Ing. Industrial). Arequipa – Perú: Universidad Católica de Santa María. 2019. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/9773/44.0665.11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ComexPerú. Mypes concentran el 79% del total de empresas exportadoras. 30 de abril de 2021. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/mypes-concentran-el-79-del-total-de-empresas-exportadoras>.

CONCYTEC. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica – Reglamento RENACYT. Lima, 2016. 12 pp.

CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL. Investing in Women along Agribusiness Value Chains [en línea]. 2019. Disponible en: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/gender+at+ifc/priorities/entrepreneurship/investing+in+women+along+agribusiness+value+chains

DA SILVA, R., DE LINHARES, A. y DOS SANTOS, R. Lean Manufacturing in a hospital Product Manufacturer: Implementation and evaluation in the perception of Managers. 2019. *Revista de Administracao da Universidade Federal de Santa* [en línea] Marzo 2019, Vol. 12 nro 1. [Fecha de consulta 5 de Diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2734/273460034007/273460034007.pdf>

ESCALANTE, O. Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data* [en línea] Julio

2021, Vol. 24 nro 1. [Fecha de consulta 13 de enero de 2022]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/816/81668400011/81668400011.pdf>

Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017 por Luis Montero [et al]. Revista Científica EPIgmalión [en línea]. Junio 2018, Vol. 1. [Fecha de consulta: 5 de enero de 2022]. Disponible en:
https://www.unjfsc.edu.pe/facultades/ing_indust_sistema/Epigmalion/contenidos/Vol1Num1-Articulo06.pdf

Frequency of Healthy eating habits among students of a public university in Northeastern Brazil por Silva [et al]. Revista Brasileira em Promocao da Saúde [en línea]. Junio 2016, Vol. 29. nro 2. [Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/408/40848190011.pdf>

GAZOLI, A. y DA ROCHA, W. Productivity Improvement through the Implementation of Lean Manufacturing in a Medium-Sized Furniture Industry: a case study. South African Journal of Industrial Engineering [en línea], Brazil 2019. Vol. 30 nro 4. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2021]. Disponible en:
http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-78902019000400013&lang=es

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A, 2018. [Fecha de consulta: 21 de enero de 2022].

HUERTA, M. y SANDOVAL, A. Sistemas de calidad como estrategia de ventaja competitiva en la agroindustria alimentaria. Agricultura, sociedad y desarrollo [en línea], Enero-Marzo 2018. Vol. 15 nro 1. [Fecha de consulta: 21 de enero de 2022]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/3605/360559614002/360559614002.pdf>

Implementation of lean manufacturing in a food enterprise por Viteri, J [et al]. Enfoque UTE [en línea] 2016. Vol. 7 nro 1. [Fecha de consulta: 1 de

diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/5722/572261583001/572261583001.pdf>.

JUAREZ, A. Aplicación de Lean manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en la empresa de agua de mesa "Las Magnolias"-Las Lomas-Piura. Tesis (Ing. Industrial). Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura. 2020. Disponible en:
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2336/INDU-JUA-ORD-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KMICK, R., GAZOLLA, M. y DA SILVA JUNIOR, R. Comparative analysis of the effectiveness and efficiency of three waterproofing systems. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. [en línea] Enero-Abril 2021, Vol. 11 nro 1. [Fecha de consulta 21 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/4276/427664856003/427664856003.pdf>

KOJIMA, M., LEMOS, S., CARDOZA, E. y LAPASINI, G. Introduction of Lean Manufacturing Philosophy by Kaizen event: Case Study on a Metalmechanical Industry. Independent Journal of Management & production [en línea]. Marzo 2016, Vol. 7 nro 1. [Fecha de consulta: 05 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449544488010>

MANRIQUE, R. La gran expansión del consumo de mango. Redagrícola. 15 de mayo de 2020. Disponible en: <https://www.redagricola.com/pe/la-gran-expansion-del-consumo-de-mango/>.

MARTINS, L., STEINER, M. y WILHEM, V. Paraná's Credit Unions: an analysis of their efficiency and productivity change. Ingeniería e Investigación [en línea] Septiembre-diciembre 2018, Vol. 38 nro 3. [Fecha de consulta: 5 de enero de 2022]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/643/64358742008/64358742008.pdf>

Metodología para determinar tiempos de implantación de Prosopis alba en Santiago del Estero por Cardona, G. [et al]. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales. Julio 2018. Vol. 26 nro 2. [Fecha de consulta: 07 de diciembre de

- 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/481/48163262003/48163262003.pdf>
- MIÑO, G., MOYANO, J. y SANTILLÁN, C. Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. Ingeniería Industrial [en línea]. Agosto 2019, Vol. 40 nro 2. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2021]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200110&lang=es
- MUÑOZ, D., ARTEAGA, W. y VILLAMIL, D. Uso y Aplicación de herramientas del Modelo de Producción Toyota: Una revisión de literatura. Revista Politécnica [en línea] Noviembre 2018. Vol. 14 nro 27. [Fecha de consulta: 13 de enero de 2022]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/6078/607866319009/html/>
- ORMEÑO, P. Mejora de proceso productivo utilizando Herramientas Lean en empresa del sector gastronómico tradicional para incrementar su productividad. Tesis (Ing. Industrial y comercial). Lima- Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. 2020. Disponible en:
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10367/1/2020_Orme%C3%B1o%20Clausen.pdf
- PIÑERO, E., VIVAS, F. y FLORES, L. Programa 5S' para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería Industrial [en línea] Venezuela 2018. Vol. 6 nro 20. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/215057003009.pdf>
- Procomer. Estados Unidos se mantiene como el principal mercado de destino para el mango peruano. 15 de junio de 2020. Disponible en:
https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/estados-unidos-se-mantiene-como-el-principal-mercado-de-destino-para-el-mango-peruano/.
- QUINTANILLA, E. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos

de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017. Tesis (Ing. Industrial). Lima - Perú: Universidad César Vallejo. 2018. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23293/M%c3%ado_EEG.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RENDÓN, M., VILLASÍS, M. y MIRANDA, M. Estadística descriptiva. Revista Alergia México [en línea], Diciembre 2016, Vol. 63 nro 4. [Fecha de consulta 4 de enero de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009>

RICARDO, H., MEDINA, A. y ABREU, R. Model for process improvement in contribution to the integration of systems. Ingeniería Industrial [en línea] Enero-Abril 2018, Vol. 39 nro 1. [Fecha de consulta: 12 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3604/360458872003/360458872003.pdf>

SALADO, C., SANZ, P. y DE BENITO, J. Lean Manufacturing learning through Minecraft: application to the 5S tool. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao [en línea] 2015, Vol. 1 nro 16. [Fecha de consulta: 5 de enero de 2022] Disponible en: http://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952015000400006&lang=es

SARRIA, M., FONSECA, G. y BOCANEGRA, C. Modelo metodológico de implementación de lean Manufacturing. Revista EAN [en línea], Diciembre 2017, Vol. 1 nro 83. [Fecha de consulta: 6 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/206/20654574004/20654574004.pdf>

SATOLO, E., DE MOURA, L., ANTIQUEIRA, G. y LOURENZANI, W. Lean Production Assessment in a sugarcane agribusiness: a case study in Brazil. Independent journal of Management & Production [en línea], Septiembre 2016, Vol. 7 nro 3. [Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449546894013>

SILVEIRA, D. y ANDRADE, J. Application of OEE for productivity analysis: a case study of a production line from the pulp and paper industry. DYNA. Revista de la Facultad de Minas. 86. nro 211. 2019 [Fecha de consulta: 30 de

noviembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/496/49663345001/49663345001.pdf>

Simulation-aided value stream mapping for productivity progression in a steel shaft manufacturing environment por Munyai, T. [et al]. South African Journal of Industrial Engineering [en línea]. Mayo 2019. Vol. 30 nro 1. [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.za/pdf/sajie/v30n1/12.pdf>

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing. Paso a paso [en línea]. 1 ed. Barcelona : Marge Books, 2019 [Fecha de consulta: 02 de diciembre de 2021]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjyhfGilMP0AhXgGbkGHZ_dCqYQ6AF6BAgJEA#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false.
ISBN: 978-84-17903-04-6.

SUKDEO, N., RAMDASS, L. y PETJA, G. Application of 7S methodology: a systematic approach in a bucket manufacturing organisation. South African Journal of Industrial Engineering [en línea]. Diciembre 2020. Vol. 31 nro 4. [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2021]. Disponible en:
http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-78902020000400016&lang=es

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de las variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Lean Manufacturing	Filosofía enfocada en el proceso continuo y sistemático de reconocimiento y descarte de todos los desperdicios, permitiendo reducir tiempos, para aumentar la calidad y disminuir costos, entendiéndose como desperdicio a aquellas actividades que no agregan valor (Socconini, 2019).	Lean Manufacturing se apoya en una serie de herramientas, por lo cual se utilizará las 5S y SMED	5S	$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$	Razón
			SMED	$\text{Tiempo de actividades internas} = \frac{(TT - TAE)}{TT} \times 100$	
				$\text{Tiempo de actividades externas} = \frac{(TT - TAI)}{TT} \times 100$	
Productividad	Es la capacidad de producción por unidad de tiempo, ya que en cuanto a la gestión Lean, la capacidad de producción es medida por la producción confirmada por el cliente (Ormeño, 2020).	La productividad es medida por la multiplicación de la eficiencia por eficacia.	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$	Razón
			Eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Lotes entrantes}}{\text{Lotes programados}}$	

Nota. Elaboración propia

Anexo 2. Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Lean Manufacturing	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: 5S <i>Nivel de cumplimiento</i> $= \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$	X		X		X		
2	Dimensión 2: SMED <i>Tiempo de actividades internas</i> $= \frac{(TT - TAE)}{TT} \times 100$ <i>Tiempo de actividades externas</i> $= \frac{(TT - TAI)}{TT} \times 100$	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Dimensión 1: Eficiencia <i>Eficiencia</i> $= \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia <i>Eficacia</i> = $\frac{\text{Lotes entrantes}}{\text{Lotes programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____-

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Molina Vílchez Jaime Enrique DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP 100497

10 de enero 2022

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Lean Manufacturing							
1	Dimensión 1: 5S $\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$	X		X		X		
2	Dimensión 2: SMED $\text{T tiempo de actividades internas} = \frac{(TT - TAE)}{TT} \times 100$ $\text{T tiempo de actividades externas} = \frac{(TT - TAI)}{TT} \times 100$	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad							
3	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Lotes entrantes}}{\text{Lotes programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ -

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Rodriguez Alegre Lino

CIP 25095

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo Mg Administrac. CIP 25095

10 de enero 2022

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Firma del Experto Informante.

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Lean Manufacturing							
1	Dimensión 1: 5S $\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$	X		X		X		
2	Dimensión 2: SMED $\text{T tiempo de actividades internas} = \frac{(TT - TAE)}{TT} \times 100$ $\text{T tiempo de actividades externas} = \frac{(TT - TAI)}{TT} \times 100$	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad							
3	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Lotes entrantes}}{\text{Lotes programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ -

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Sunohara Ramírez, Percy DNI: 40608759

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

07 de marzo de 2022

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Firma del Experto Informante.

Anexo 3. Carta de autorización de la empresa



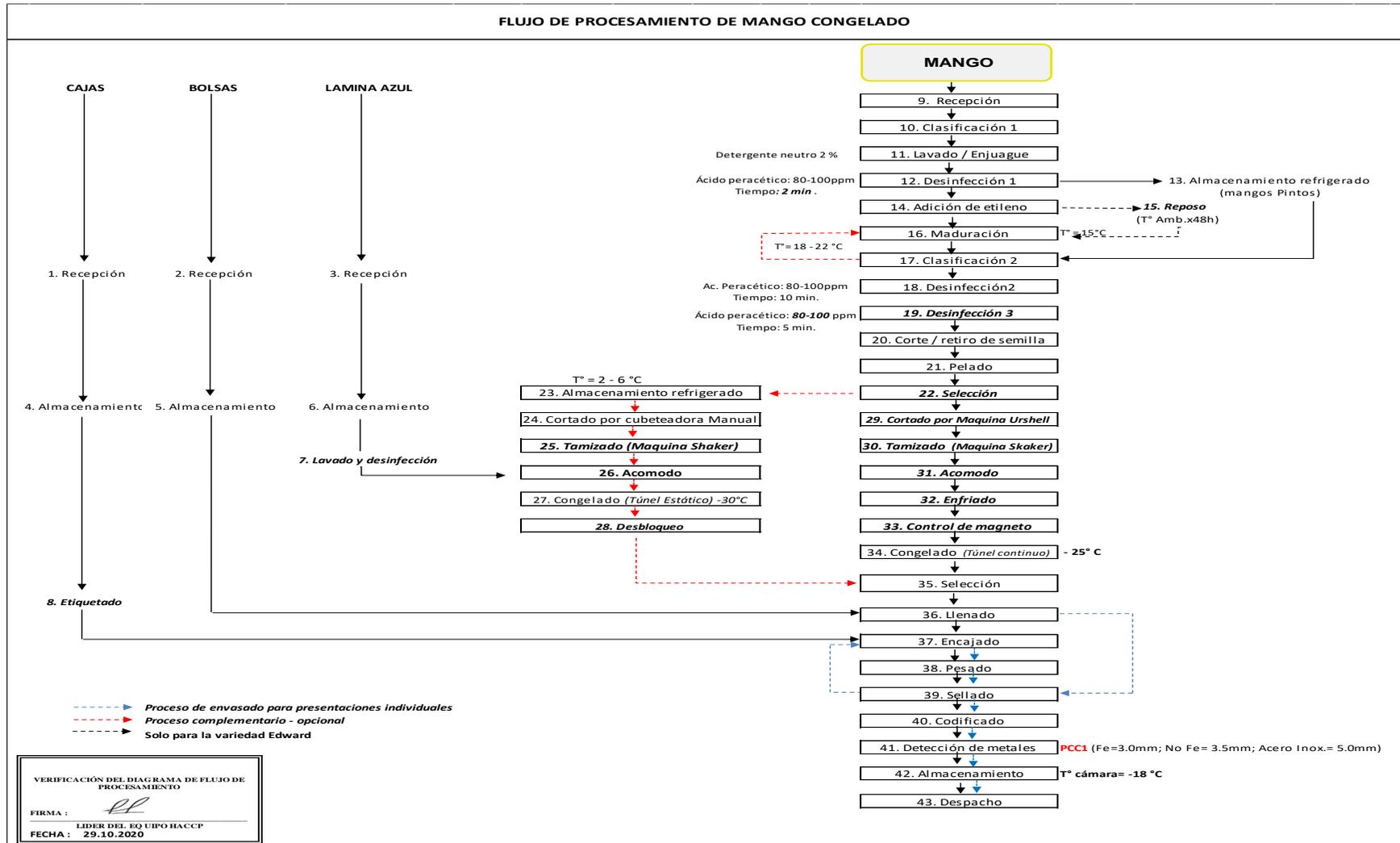
Chincha 30 de diciembre del 2021

Yo Hector Urteaga trevejo..... identificado con DNI
08184637....., representante legal de la empresa Agroindustrias AIB S.A; expreso mi
autorización a Estefanía Lucia García Llajaruna identificada con DNI 42248211. En el
uso del nombre de la empresa que represento y de la información obtenida de los
indicadores del trabajo de investigación que está llevando a cabo sobre "Aplicación de
Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mango congelado de
la empresa Agroindustrias AIB S.A"

AGROINDUSTRIAS AIB S.A.

Ing. HÉCTOR URTEAGA TREVEJO
JEFE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Anexo 4. Diagrama de flujo de la línea de mango congelado



Fuente. Obtenido de la empresa

Anexo 5. Ficha de verificación de las 5S

	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LAS 5S			
Área:		Rangos de Resultados		
Auditado por:		0%	20%	Malo
Fecha:		21%	40%	Regular
N° de auditoría:		41%	60%	Normal
Tipo de auditoría:		61%	80%	Bueno
Responsable del Registro:		81%	100%	Excelente
ETAPAS	ÍTEMS	NO	SI	
Seiri	Objeto o materiales ordenados			
	Elementos necesarios en el área de trabajo			
	Materias primas identificadas y clasificadas			
	Elementos no dañados u obsoletos			
Seiton	Lista de herramientas			
	Equipos, herramientas, etc. están en lugares asignados			
	Instrucciones de trabajo			
	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas			
Seiso	Lista de responsables y cronograma			
	Maquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc.			
	Pisos libres de polvo, basura, manchas.			
	Apariencia adecuada de los equipos y maquinarias de trabajo			
Seiketsu	Evidencia visual de las 3 primeras S			
	Formato de evaluación de las 5S			
	Capacitación de sensibilización			
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento			
	Auditorías internas			
	Compromiso y empeño			
TOTAL				
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO				
CRITERIO				

Fuente. (Quintanilla, 2018)

Anexo 6. Sistema Westinghouse y Puntaje de tiempo suplementario

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Superior
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Buena
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Media
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Ideales
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelentes
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buenas
0.00	D	Medias	0.00	D	Medias
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptables
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobres

Fuente. Montero et al (2018)

SUPLEMENTOS	
Suplementos Constantes	
Por necesidades Personales	5%
Por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Por trabajo de pie	2%
Por postura anormal	0
Uso de fuerza	0
Mala iluminación	0
Condiciones atmosféricas	0
Concentración intensa	0
Nivel de ruido (Continuo)	0
Tensión mental	0
Monotonía	1%
Tedio	0
Total, Tolerancia	12%

Fuente. Montero et al (2018)

Anexo 8. Registro de tiempos

		REGISTRO DE TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE MANGO CONGELADO																											
		Número de observaciones (minutos)																											
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	T. total	
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													

Fuente. Elaboración propia

Anexo 9. Afiches de sensibilización de la metodología 5s - Fases

METODOLOGÍA 5S



METODOLOGÍA 5S

OBJETIVOS DE LAS 5S

 <p>REDUCE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y COSTOS</p>	 <p>MENOS ERRORES EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO O LÍNEA DE PRODUCCIÓN, MEJORANDO LA CALIDAD.</p>	 <p>DISMINUYEN LOS RETRASOS POR LA UBICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS O RECURSOS, MEJORANDO EL TIEMPO DE RESPUESTA Y ENTREGA.</p>
--	--	---

BENEFICIOS DE LA 5S

 <p>APOYA A LA PRODUCTIVIDAD PERSONAL</p>	 <p>OPTIMIZA EL TIEMPO</p>	 <p>ESTACIONES DE TRABAJO SON MÁS SEGUROS Y LIMPIOS</p>
 <p>ELIMINA TODAS LAS DISTRACCIONES</p>	 <p>MEJORA LA CALIDAD DEL TRABAJO</p>	 <p>IDENTIFICA LAS ANOMALIAS</p>
 <p>IDENTIFICA Y REDUCE LOS DESECHOS</p>	 <p>REDUCE COSTOS</p>	 <p>DISMINUYE EL ERROR HUMANO</p>

Anexo 11. Procedimiento estándar de trabajo para el cambio de lote

	PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO CAMBIO DE LOTE	Código: AP-PET-01
		Versión: 01
		Fecha: 07/02/2022
		Página: 1/6
1. OBJETIVO		
<p>La presente establece las actividades a realizar para cada cambio de lote en el proceso de producción de la línea de mango congelado.</p>		
2. RESPONSABILIDAD Y ALCANCE		
<p>Este procedimiento es realizado por los operarios, personal de apoyo y supervisor del área de producción.</p> <p>Contempla las actividades de cambio de lote que se presentan en el proceso de producción de la línea de mango congelado de la empresa.</p> <p>Su ámbito de desarrollo se enfoca en el mejoramiento y estandarización de las actividades de cambio de lote con la finalidad de que el proceso sea más productivo.</p>		
3. CONDICIONES BÁSICAS		
<ul style="list-style-type: none">• Todas las actividades descritas en el documento se desarrollan dentro del área de producción de la línea de mango congelado.• El personal asignado a cada actividad descrita debe estar calificado y autorizado para el desarrollo de las mismas.• EL término de las actividades descritas en el documento debe ser autorizada por el Supervisor de Producción.• El área de trabajo debe estar adecuadamente limpia e iluminada.• Los equipos utilizados para el desarrollo de las actividades deben estar en buenas condiciones para su uso.• Para situaciones de emergencia, el personal debe detener las actividades desarrolladas en el área de producción, apagar los equipos y desplazarse a una zona segura fuera del área, en los puestos debidamente señalizados, cumpliendo el protocolo de seguridad.		
1		

4. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

N°	Actividades	Responsable	Procedimiento
1	Terminar de pesar las jivas clasificadas	3 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios recolectan la fruta clasificada en jivas y las colocan en la balanza. El supervisor de producción registra los pesos de cada java según su clasificación. La actividad se realiza mientras la faja transportadora se encuentra encendida.
		Supervisor de producción	
2	Limpiar la faja transportadora	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo, con el uso de una franela mojada, limpiará la faja transportadora mientras ésta se encuentra encendida. El personal de apoyo se asegura que toda la faja transportadora se encuentre completamente limpia.
3	Botar el agua de la tina de lavado	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo se asegurará que la máquina se encuentre completamente sin agua.
4	Botar el agua de la tina de enjuague	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo se asegurará que la máquina se encuentre completamente sin agua.
5	Apagar la tina de lavado y enjuague	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios encenderán la tina de lavado y la tina de enjuague, cerciorándose que estén correctamente apagadas
6	Limpiar superficialmente la tina de lavado	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario limpia la máquina de lavado con el uso de una franela por toda la superficie.
7	Colocar el detergente neutro en la tina de lavado	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al manual de operaciones, dosificará el detergente y lo colocará en el mezclador de la máquina de lavado.
8	Limpiar superficialmente la tina de enjuague	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario limpia la máquina de enjuague con el uso de una franela por toda la superficie

9	Encender la tina de lavado y enjuague	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios encenderán la tina de lavado y la tina de enjuague, cerciorándose que estén correctamente encendidas
10	Llenar de agua la tina de lavado	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo se asegurará que la máquina se encuentre completamente llena
11	Llenar de agua la tina de enjuague	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo se asegurará que la máquina se encuentre completamente llena
12	Terminar de poner la fruta en javas	3 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo termina de colocar las frutas de la máquina de desinfección a las javas.
13	Botar el agua de la tina de desinfección	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario se asegurará que la máquina se encuentre completamente sin agua.
14	Apagar la tina de desinfección 1	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario apagará correctamente la tina de desinfección
15	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 1	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario limpia la máquina de desinfección con el uso de una franela por toda la superficie
16	Encender la tina de desinfección 1	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario encenderá correctamente la tina de desinfección
17	Llenar de agua la tina de desinfección 1	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo se asegurará que la máquina se encuentre completamente llena
18	Colocar el ácido peracético en el agua	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al manual de operaciones, dosificará el ácido peracético y lo colocará en la máquina de desinfección
19	Trapear por debajo de la tina y los costados	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de un trapeador, recorrerá el área donde se encuentra la máquina para limpiar el piso.

20	Terminar de pesar las jvas clasificadas	3 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios recolectan la fruta clasificada en jvas y las colocan en la balanza. El supervisor de producción registra los pesos de cada java según su clasificación. La actividad se realiza mientras la faja transportadora se encuentra encendida.
		Supervisor de producción	
21	Limpiar la faja transportadora 2	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo, con el uso de una franela mojada, limpiará la faja transportadora mientras ésta se encuentra encendida. El personal de apoyo se asegura que toda la faja transportadora se encuentre completamente limpia.
22	Terminar de poner la fruta en jvas	3 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo termina de colocar las frutas de la máquina de desinfección a las jvas.
23	Botar el agua de las tinas de desinfección 2 y 3	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios se asegurarán que las máquinas se encuentren completamente sin agua
24	Apagar las tinas de desinfección 2 y 3	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios se asegurarán que las máquinas se encuentren correctamente apagadas.
25	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 2	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo limpia la máquina de desinfección con el uso de una franela por toda la superficie
26	Limpiar superficialmente la tina de desinfección 3	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo limpia la máquina de desinfección con el uso de una franela por toda la superficie.

27	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 2	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al manual de operaciones, dosificará el ácido peracético y lo colocará en la máquina de desinfección
28	Colocar el ácido peracético en la tina de desinfección 3.	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo al manual de operaciones, dosificará el ácido peracético y lo colocará en la máquina de desinfección
29	Encender las tinas de desinfección 2 y 3	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> Los operarios se asegurarán que las máquinas se encuentren correctamente apagadas.
30	Llenar de agua la tina de desinfección 2	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario se asegurará que la máquina se encuentre completamente llena
31	Llenar de agua la tina de desinfección 3	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario se asegurará que la máquina se encuentre completamente llena
32	Trapear por debajo de la tina y los costados	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de un trapeador, recorrerá el área donde se encuentra la máquina para limpiar el piso.
33	Terminar de colocar los trozos de fruta en las cubetas de malla	3 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo y el operario colocan los trozos de la fruta que corre por la faja transportadora a unas cubetas para su próximo proceso. Se aseguran que no quede ningún trozo en la faja.
		1 operario	

34	Limpiar la faja transportadora 3	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo, con el uso de una franela mojada, limpiará la faja transportadora mientras ésta se encuentra encendida. El personal de apoyo se asegura que toda la faja transportadora se encuentre completamente limpia.
35	Barrer el piso de la zona de selección	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de una escoba, recorrerá el área donde se encuentra la faja para limpiar el piso.
36	Trapear el piso de la zona de selección	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de un trapeador, recorrerá el área donde se encuentra la faja para limpiar el piso.
37	Apagar la Máquina Urshell	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario se asegurará que las máquinas se encuentren correctamente apagadas.
38	Limpiar la Máquina Urshell	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario limpia la máquina Urshell con el uso de una franela mojada por toda la superficie.
39	Encender la Máquina Urshell	1 operario	<ul style="list-style-type: none"> El operario se asegurará que las máquinas se encuentren correctamente encendidas.
40	Barrer la zona de empaquetado	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de una escoba, recorrerá el área para limpiar el piso.
41	Trapear la zona de empaquetado	1 personal de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> El personal de apoyo con el uso de un trapeador, recorrerá el área para limpiar el piso.

Supervisor de producción

Asistente de producción

Anexo 12. Inversión de tangibles e intangibles

Rubros	Aportes Monetarios / No Monetarios			
	Código clasificador MEF	Involucrados	Cantidad Unitaria	Cantidad
Recursos humanos (No Monetario)				

	Código clasificador MEF	Items	Parte I	Total
			Costo Unitario S/. Parte I	Costo Total S/.
	TIEMPO EMPLEADO DE ESTEFANÍA GARCÍA	Responsable de Proyecto	4400	4,400.00
			Total	4,400.00
Equipos y Bienes Duraderos	Código clasificador MEF	Items	Costo Unitario S/. Parte I	Costo Total S/.
	2.3.22 SERVICIOS BÁSICOS, COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSIÓN			
	2.3.22.21 SERVICIO DE TELEFONIA MÓVIL	1 celular	59.9	59.90
	2.3.15.1 MATERIALES Y ÚTILES DE OFICINA	1 Laptop	2499	2,499.00
			Total	2,558.90
Materiales e insumos, asesorías especializadas y servicios, gastos operativos	2.3 BIENES Y SERVICIOS			
	2.3.1 COMPRA DE BIENES			
	2.3.15 MATERIALES Y ÚTILES			
	2.3.15.1 MATERIALES Y ÚTILES DE OFICINA	Impresiones	40	40.00
		útiles de oficina	30	30.00
		Copias	10	10.00
		Otros	45	45.00
	2.3.22 SERVICIOS BÁSICOS COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSIÓN			
	2.3.22.1 SERVICIOS DE ENERGIA ELÉCTRICA AGUA Y GAS			
	2.3.22.11 SERVICIOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Electricidad	50	50.00
	2.3.22.2 SERVICIO DE TELÉFONIA E INTERNET			
	2.3.22.23 SERVICIO DE INTERNET	Internet	110	110.00
	2.3.27 SERVICIOS PROFESIONALES Y TÉCNICOS			
	2.3.27.2 SERV. DE CONSULTORIA Y SIMILARES DESARROLLADO POR PERSONAL NATURALES			
2.3.27.29 ESTUDIOS	Matrícula académica	100	100.00	
	Pensión académica	750	750.00	
		Total	850.00	
Leyenda de colores	Tangibles		Total acumulado	8,093.90
	Intangibles			

Fuente. Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mango congelado de Agroindustrias AIB S.A. Chincha, 2021.", cuyo autor es GARCIA LLAJARUNA ESTEFANIA LUCIA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 31 de Marzo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE DNI: 06019540 ORCID 0000-0001-7320-0618	Firmado digitalmente por: MVILCHEZJA el 18-04- 2022 23:03:11

Código documento Trilce: TRI - 0293548