



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE PROCESOS PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERACIONALES DE EMPACADO Y SELLADO DE ARÁNDANO EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Wendy Yessenia Iparraguirre Culqui

Jannys Karol Maza Rosales

Asesor:

Dr. Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico a mi hija Adrianna y a las tres mujeres más importante en mi vida, Maria mi madre, Teresa mi tía, y Orfe mi abuela. que son mi razón de seguir adelante.

Iparraguirre Culqui Wendy Yessenia

A mi padre Wilmer y mi abuelo Victor, que desde la gloria de Dios me seguirán cuidando y guiando en cada logro de mi vida, un abrazo al cielo papitos... Les quiero.

Maza Rosales Jannys karol

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi padre Wilson, mi hermana Sharon y Marilú Vigo mi madrina; por su apoyo en toda mi etapa universitaria, su entendimiento, los consejos y experiencia que me brindaron para desarrollarme profesionalmente.

Iparraguirre Culqui Wendy Yessenia

A Dios padre que me guó en mi camino, a mi madre Maria Elena, que es la mujer más valiente, fuerte y hermosa, mi hermano que siempre estuvo apoyándome emocionalmente. Les quiero.

Maza Rosales Jannys karol

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS	117
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	120
REFERENCIAS.....	124
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	15
Tabla 3.....	25
Tabla 4.....	26
Tabla 5.....	27
Tabla 6.....	27
Tabla 7.....	37
Tabla 8.....	37
Tabla 9.....	38
Tabla 10.....	39
Tabla 11.....	40
Tabla 12.....	41
Tabla 13.....	41
Tabla 14.....	42
Tabla 15.....	43
Tabla 16.....	44
Tabla 17.....	44
Tabla 18.....	45
Tabla 19.....	46
Tabla 20.....	46
Tabla 21.....	47
Tabla 22.....	48
Tabla 23.....	51
Tabla 24.....	52
Tabla 25.....	53
Tabla 26.....	54
Tabla 27.....	56
Tabla 28.....	57
Tabla 29.....	58
Tabla 30.....	59
Tabla 31.....	59
Tabla 32.....	60
Tabla 33.....	62
Tabla 34.....	63
Tabla 35.....	64
Tabla 36.....	65
Tabla 37.....	65
Tabla 38.....	66
Tabla 39.....	66
Tabla 40.....	67
Tabla 41.....	68
Tabla 42.....	69
Tabla 43.....	70
Tabla 44.....	71
Tabla 45.....	72
Tabla 46.....	72
Tabla 47.....	73
Tabla 48.....	76
Tabla 49.....	77
Tabla 50.....	78
Tabla 51.....	79
Tabla 52.....	79
Tabla 53.....	84
Tabla 54.....	84
Tabla 55.....	85
Tabla 56.....	86
Tabla 57.....	86
Tabla 58.....	88

Tabla 59.....	88
Tabla 60.....	89
Tabla 61.....	90
Tabla 62.....	91
Tabla 63.....	91
Tabla 64.....	94
Tabla 65.....	94
Tabla 66.....	95
Tabla 67.....	96
Tabla 68.....	96
Tabla 69.....	103
Tabla 70.....	106
Tabla 71.....	106
Tabla 72.....	108
Tabla 73.....	108
Tabla 74.....	109
Tabla 75.....	114
Tabla 77.....	115
Tabla 78.....	116
Tabla 79.....	116
Tabla 80.....	117
Tabla 81.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Top 10 de los fabricantes de alimentos	12
Figura 2. Volumen de producción de agroindustria	13
Figura 3. Distribución de planta de empresa agroindustrial	17
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso	18
Figura 5. DOP- Empacado	19
Figura 6. DOP- Sellado	20
Figura 7. DAP de procesos de empacado y sellado.....	22
Figura 8. Diagrama de Ishikawa para el área de producción	23
Figura 9. Diagrama de Ishikawa del área de calidad	24
Figura 10. Gráfico de Pareto para priorizar causas raíz de mayor incidencia en el problema	27
Figura 11. Composición de Las 5S	35
Figura 12. Procedimiento de desarrollo de la investigación	38
Figura 13. Composición de OEE	49
Figura 14. Representación gráfica del OEE actual de la empresa agroindustrial	57
Figura 15. Costo actuales de causas raíz de mayor impacto en las áreas de producción y calidad.....	74
Figura 16. Cronograma para implementación de plan de mantenimiento	75
Figura 17. Formato de código general para líneas de proceso	77
Figura 18. Formato para código completo de línea y componente	78
Figura 19. Tarjeta Maestra de Datos (TMD).....	81
Figura 20. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)-AMEF.....	82
Figura 21. Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) para línea Katto 01	83
Figura 22. Instrumento para análisis de vibraciones de equipos	85
Figura 23. Gráfico de control de tiempo SMED antes de mejora	87
Figura 24. Cronograma de actividades para implementación de metodología SMED.....	87
Figura 25. Gráfico de control de tiempo SMED después de mejora	90
Figura 26. Modelo de equipo celular	91
Figura 27. Cronograma de actividades para implementación de nuevo Layout.....	92
Figura 28. Nueva distribución de proceso de empacado y sellado	93
Figura 29. Cronograma de actividades para la implementación de indicadores de eficiencia	95
Figura 30. Cronograma de implementación de 5S	97
Figura 31. Nivel de implementación de primera S=Seiri en el área de calidad	98
Figura 32. Nivel de implementación de segunda S=Seiton en el área de calidad	99
Figura 33. Nivel de implementación de tercera S=Seiso en el área de calidad	100
Figura 34. Nivel de implementación de cuarta S=Seiketzu en el área de calidad	101
Figura 35. Nivel de implementación de quinta S=Shitsuke en el área de calidad	102
Figura 36. Nivel de implementación de 5S en el área de calidad.....	103
Figura 37. Representación gráfica del nivel de implementación de 5S en el área de calidad	103
Figura 38. Tarjeta roja para realizar etapa de clasificación en área de calidad	104
Figura 39. Procedimientos para clasificación de elementos en el área de calidad.....	105
Figura 40. Esquema para ordenar elementos en el área de calidad	105
Figura 41. Cronograma de ejecución de programa de capacitaciones para el área de calidad	107
Figura 42. DAP después de propuesta de mejora.....	111
Figura 43. OEE después de propuesta de mejora	112
Figura 44. OEE general de todas las líneas	113
Figura 45. Costos de causas raíz antes de mejora	117
Figura 46. Comparación de costos antes y después de la propuesta	118
Figura 47. Costo de causas raíz antes y después de mejora.....	119

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Número de horas en reparación de averías por la línea de proceso	43
Ecuación 2: Cálculo del número de Batch que produce cada línea en el semestre	45
Ecuación 3: Horas al semestre en alistado de líneas en los procesos de empaclado y sellado	47
Ecuación 4: Número de horas semestrales en actividades innecesarias	48
Ecuación 5: Tiempo calendario de trabajo	49
Ecuación 6: Tiempo de trabajo programado (A)	49
Ecuación 7: Tiempo disponible (B)	50
Ecuación 8: Número de horas por sobre procesos en el área de sellado	50
Ecuación 9: Tiempo que se emplea en refrigerios y cambios de turno al semestre	50
Ecuación 10: Tiempo neto de operación (C)	51
Ecuación 11: Número de horas al semestre por velocidades reducidas de las líneas	52
Ecuación 12: Número de horas por micro paradas al semestre	53
Ecuación 13: Tiempo efectivo de operación (D)	53
Ecuación 14: Número de horas al semestre en tiempo de no calidad	54
Ecuación 15: Número de horas al semestre en reprocesos por línea	54
Ecuación 16: Cálculo de la disponibilidad	54
Ecuación 17: Cálculo del rendimiento	55
Ecuación 18: Cálculo de la calidad	55
Ecuación 19: Cálculo del OEE	55
Ecuación 20: Número de evaluaciones al semestre	58
Ecuación 21: Número de evaluaciones fuera del tiempo estándar	58
Ecuación 22: Tiempo de que se emplea en reprocesos al semestre	60
Ecuación 23: Número de pallets que se dejan de producir a causa de paradas por averías	61
Ecuación 24: Costo de oportunidad o lucro cesante	61
Ecuación 25: Salario básico de maquinista por hora	63
Ecuación 26: Sueldo bruto al día de maquinista (Incluida horas extras)	63
Ecuación 27: Costo de hora-maquina (Montacarga)	65
Ecuación 28: Número de horas hombre al semestre en sobre procesos.	65
Ecuación 29: Número de horas máquina al semestre en sobre procesos.	65
Ecuación 30: Número de horas al semestre el cambio de turnos por línea del proceso	67
Ecuación 31: Número de pallets que se dejan de producir el tiempo de cambio de turno	67
Ecuación 32: Costo de oportunidad de dejar de producir en tiempos de cambio de turno	68
Ecuación 33: Costo de no calidad (soles/semestre)	68
Ecuación 34: Cálculo del costo de tiempo improductivo por evaluaciones fuera del tiempo estándar	71
Ecuación 35: Costo por reprocesos en el semestre (Julio a diciembre de 2020)	73
Ecuación 36: Cálculo del costo de mano de obra para implementación de 5S	107

RESUMEN

El objetivo principal de la siguiente investigación fue, determinar el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de procesos sobre los costos operacionales de empaçado y sellado de arándano en la áreas de producción y calidad en una empresa agroindustrial. Se realizó un análisis de la realidad problemática interna y externa para la empresa agroindustrial. Se obtuvo los principales problemas que aquejan a la empresa dentro de las áreas de calidad y producción. Los reprocesos por validaciones y evaluaciones no conformes y el incumplimiento de pedidos de producto terminado respectivamente. A través de la herramienta de Ishikawa se determinó las causas raíz de estos problemas, siendo estas un total de 23. Con la matriz de priorización y el diagrama de Pareto se priorizó las de mayor impacto, resultando un total de 6, las cuales representan el 75.54% de los problemas. Para dar solución a la problemática dentro de la empresa se planteó seis herramientas de ingeniería: Plan de mantenimiento preventivo, SMED, diseño de nuevo Layout, manejo de indicadores de eficiencia (OEE), metodología 5S y plan de capacitación. Tras la aplicación de este conjunto de herramientas se redujeron los costos en los procesos de empaçado y sellado de arándano en un 38.69% para el primer año de su implementación. Generando un ahorro para la compañía de S/4 902 171.61. Se determinó que económicamente la propuesta de mejora es viable, porque para un periodo de 5 años, genera un VAN de S/6 062 393.66, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 78% sobre un Costo de Oportunidad del Capital (COK) del 20%. Asimismo, el indicador de Beneficio/Costo es de S/ 2.55, cada sol invertido en la mejora genera una ganancia de S/1.55.

Palabras clave: Gestión de procesos, costos operacionales.

ABSTRACT

The main objective of the following investigation was to determine the impact of the process management improvement proposal on the operational costs of packing and sealing blueberries in the production and quality areas in an agro-industrial company. An analysis of the internal and external problematic reality for the agro-industrial company was carried out. The main problems afflicting the company within the quality and production areas were obtained. Reprocesses for non-conforming validations and evaluations and non-fulfillment of finished product orders respectively. Through the Ishikawa tool, the root causes of these problems were determined, these being a total of 23. With the prioritization matrix and the Pareto diagram, those with the greatest impact were prioritized, resulting in a total of 6, which represent the 75.54% of the problems. To solve the problem within the company, six engineering tools were proposed: preventive maintenance plan, SMED, new Layout design, management of efficiency indicators (OEE), 5S methodology and training plan. After the application of this set of tools, costs in the blueberry packaging and sealing processes were reduced by 38.69% for the first year of its implementation. Generating savings for the company of S / 4 902 171.61. It was determined that the improvement proposal is economically viable, because for a period of 5 years, it generates a NPV of S / 6 062 393.66, an Internal Rate of Return (IRR) of 78% on an Opportunity Cost of Capital (COK) 20%. Likewise, the Benefit / Cost indicator is S / 2.55, each sol invested in the improvement generates a profit of S / 1.55.

Keywords: Process management, operational costs.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El sector de la agroindustria es uno de los más importantes en el mundo, debido a la contribución que día a día realizan para el planeta. La cuál consiste en proveer alimentos variados, cumplimiento con los más altos estándares de salubridad e inocuidad. Por otro lado, los beneficios que generan para la sociedad son nuevos puestos de trabajo y diversas formas de forjar ingresos económicos. En este sentido, la FAO (2013) en su revista Agroindustrias para el desarrollo. Roma. Resalta la importancia de este sector de la siguiente manera.

El desarrollo de agroindustrias competitivas es crucial para generar oportunidades de empleo e ingresos. Contribuye, además, a mejorar la calidad de los productos agrícolas y su demanda. Las agroindustrias tienen el potencial de generar empleo para la población rural, no sólo a nivel agrícola, sino también en actividades fuera de la explotación como manipulación, envasado, procesamiento, transporte y comercialización de productos alimentarios y agrícolas. Existen señales claras de que las agroindustrias están teniendo un impacto global significativo en el desarrollo económico y la reducción de la pobreza, tanto en las comunidades urbanas como rurales. (p.6)

Con la innovación y la aparición de nuevas técnicas de cultivos y procesamiento de los productos derivados de la agroindustria, este sector ha avanzado a pasos agigantados en diferentes regiones del mundo, aunque en otros, como es el caso del continente africano se ha visto relegado. Esto debido a una serie de factores, siendo los principales las condiciones climáticas y la falta de tecnologías al alcance. Como resultado del rápido crecimiento de la agroindustria en el mundo, se han consolidado poco a poco grandes grupos empresariales que hoy en día dominan las ventas.

Según la revista Atlas de la Agroindustria (2019) sostiene: “50 grupos empresariales facturan 50% de las ventas mundiales de producción de alimentos. Su participación aumenta y crecen más los más grandes.” (p.34). Poniendo en evidencia, la gran desventaja que tienen los pequeños empresarios que tratan de introducirse o mantenerse en el sector.



Figura 1. Top 10 de los fabricantes de alimentos

Fuente: Atlas de la Agroindustria (2019).

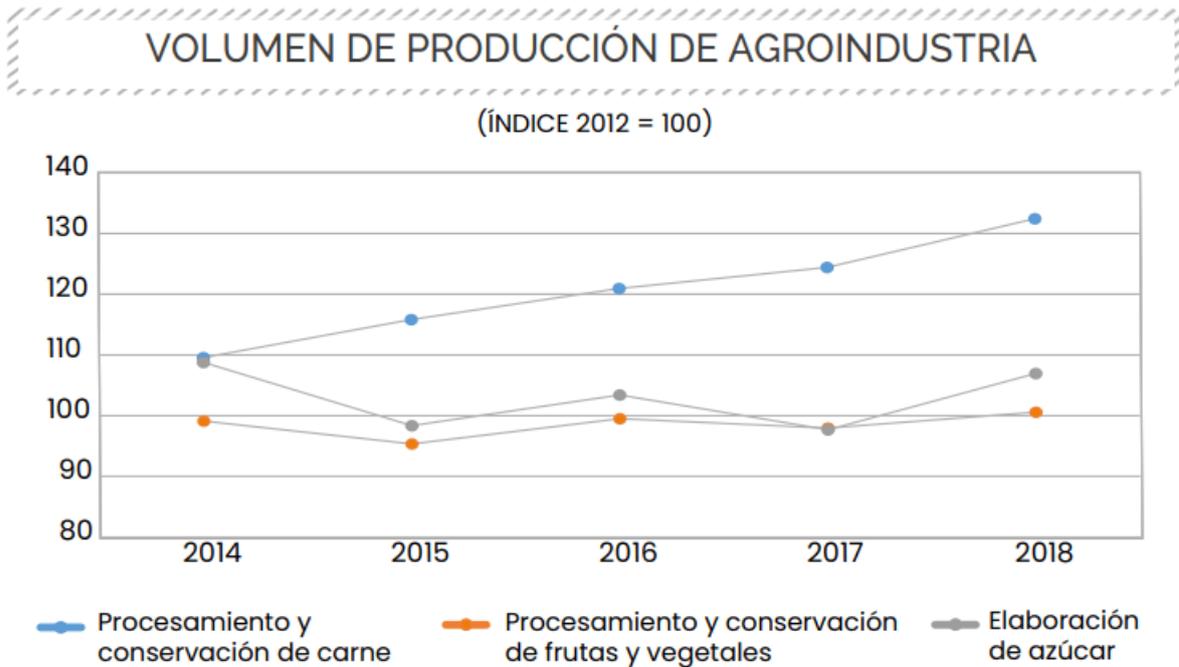
En la figura anterior se puede apreciar las 10 agroindustrias más grandes del mundo, que para el 2015 presentaban los mayores volúmenes de ventas. Se puede observar claramente que sus sedes se ubican principalmente en Norteamérica y Europa, Contrastando lo mencionado anteriormente que zonas como África se encuentran excluidas en la participación mundial.

Se puede concluir entonces que en el marco global la agroindustria tiene una importancia significativa, ya que provee de alimentos y genera un crecimiento económico. Pero, presenta un desbalance inquietante, puesto que, pocas empresas dominan el sector.

En el marco nacional, el sector de la agroindustria juega un rol destacado también. La Cámara de Comercio de Lima (2019) sostiene que: “PBI del sector agroindustrial creció

13,7% en los últimos cinco años” (p.7). Refiriéndose al periodo comprendido entre los años 2014 y 2018.

Por otro lado, la misma revista muestra una ilustración del Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP).



Fuente: INEI

Elaboración: IEDEP

Figura 2. Volumen de producción de agroindustria

Fuente: Cámara de Comercio de Lima (2019) – El aporte de la agroindustria

La generación de empleo que produce este sector en el Perú es clave para el crecimiento económico. En un informe del diario La Gestión (2019) afirma:

En el 2018, el sector de la agroindustria generó 58,248 puestos de trabajo formales, representando un crecimiento del 27.4% respecto al año anterior. Este número representa el 75% del total de trabajadores en esta actividad...A nivel de regiones, La Libertad, Piura, Lambayeque e Ica concentraron el mayor número de trabajadores con 20,434; 15,910; 12,659; y 12,254, respectivamente.

. La cadena periodística CNN en español, en un informe en su revista Fuerza en Movimiento (2016) sostiene: “Perú es un protagonista de la industria alimenticia global. Con productos

como la palta, la quinua y el arándano, empresas peruanas trabajan con innovación para impulsar la fuerza de la agroindustria.”.

Tabla 1

Empresas más importantes del Perú del Sector Agroindustrial 2020

Ranking	Empresa	Ventas 2019 (US\$ millones)
1	Louis Dreyfus Perú	418.0
2	Contilatin del Perú	392.6
3	Camposol	322.6
4	Palmas del Espino S.A. y SUB	255.6
5	Cargill Americas Perú	247.9
6	Chimú Agropecuaria	213.1
7	Sociedad Agrícola Virú	201.8
8	Molinos & Cía	199.4
9	Danper	196.9
10	British American Tobacco del Perú Holding	174.0

Fuente: Rankia.pe

En la tabla anterior se observa el top 10 de empresas con mayor participación de ventas (US\$ millones) del sector agroindustrial para el año 2020.

Según el Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN) en su revista publicada Reporte de Inteligencia de Mercados: Arándanos (2018) ubica al Perú en el segundo lugar como mayor exportador de arándanos en el 2018.

Tabla 2

Indicadores de Mercado de los Países Exportadores de Arándanos

Importadores	Importaciones 2017 (Mill. USD)	Valor unitario (USD/TN)	Crecimiento 2013-2017 (%)	Crecimiento 2016-2017 (%)	Importaciones mundiales (%)
Mundo	2431	5561	13%	7%	100.0%
Chile	462	5247	3%	-29%	19.0%
Perú	362	8402	126%	50%	14.9%
España	310	6661	20%	9%	12.7%
Países Bajos	300	8934	29%	55%	12.3%
EE. UU	191	4846	-5%	-1%	7.8%
Canadá	162	1959	-1%	-2%	6.7%
Argentina	100	6393	3%	-20%	4.1%
Marruecos	96	6196	32%	34%	4.0%
México	84	6015	0.42%	0%	0.0%

Fuente: CIEN (2018)

Con una participación en el volumen global de un 15% y con una tasa de crecimiento por año de 126% entre los años 2013 y 2017. De 2016 para 2017 Perú incrementa sus exportaciones en un 50% mientras que el líder mundial Chile, decae en un 29%.

Los productos peruanos llegan a todos los mercados del mundo en su gran variedad y excelencia. Es así pues que, La Agencia Agraria de Noticias en su revista La Agraria.pe (2020), sostiene: “La agroindustria peruana marcó récord con 559 productos diferentes exportados a 145 mercados en 2019”. Asimismo, menciona los productos agrícolas de mayor acogida en los mercados internacionales. “donde las uvas marcaron un hito con los US\$ 875 millones (8%+) en exportaciones logrados el año pasado, en tanto que los arándanos sumaron US\$ 825 millones (51%+) y nos convirtieron en el principal proveedor a nivel mundial.”

También, otro aspecto que ha promovido este cultivo en Perú viene a ser su gran adaptabilidad al clima de algunas regiones del país como son Ica, La Libertad y Lambayeque. Se concluye entonces, que en el ámbito nacional la agroindustria tiene una tendencia positiva de crecimiento, y el aporte en la generación de empleo es crucial para el crecimiento del

país. Cultivos como la uva y el arándano encabezan la lista de exportaciones agrícolas.

Ubicando al Perú como el principal proveedor de arándanos en el mundo.

La empresa objeto de estudio se encuentra ubicada en el departamento La Libertad, zona norte del Perú. Cuenta con más de 22 años en el sector de la agroindustria, con un promedio de 10 000 colaboradores y 12 000 hectáreas de cultivos. Sus principales productos son: El arándano, pimiento, alcachofa y espárrago. Esta entidad se caracteriza por su bajo nivel de rotación de personal, puesto que, a diferencia de otras agroindustrias conservan en la gran medida a sus colaboradores durante todo el año. Mientras que las demás empresas contratan sus trabajadores solo por campañas específicas. Debido al alto nivel competitivo del sector, una ventaja que presenta la compañía es la gran diversificación. Actualmente cuenta con más de 200 SKU (número de referencias) para sus productos que exporta a continentes como Norte América, Europa y Asia principalmente. Sus procesos están orientados en la elaboración tanto de productos en conserva y/o frescos, siendo esta otra ventaja competitiva que le permite apalear la alta competencia nacional como internacional.

La investigación se centra en 2 áreas del proceso en específico, las cuáles son: Empacado y sellado de arándano en fresco. Estas etapas forman parte del procesamiento que debe seguir el producto desde que ingresa a la zona de recepción desde campo y hasta que llega al almacén de producto de terminado. Las áreas que componen el proceso se distribuyen de la siguiente manera:

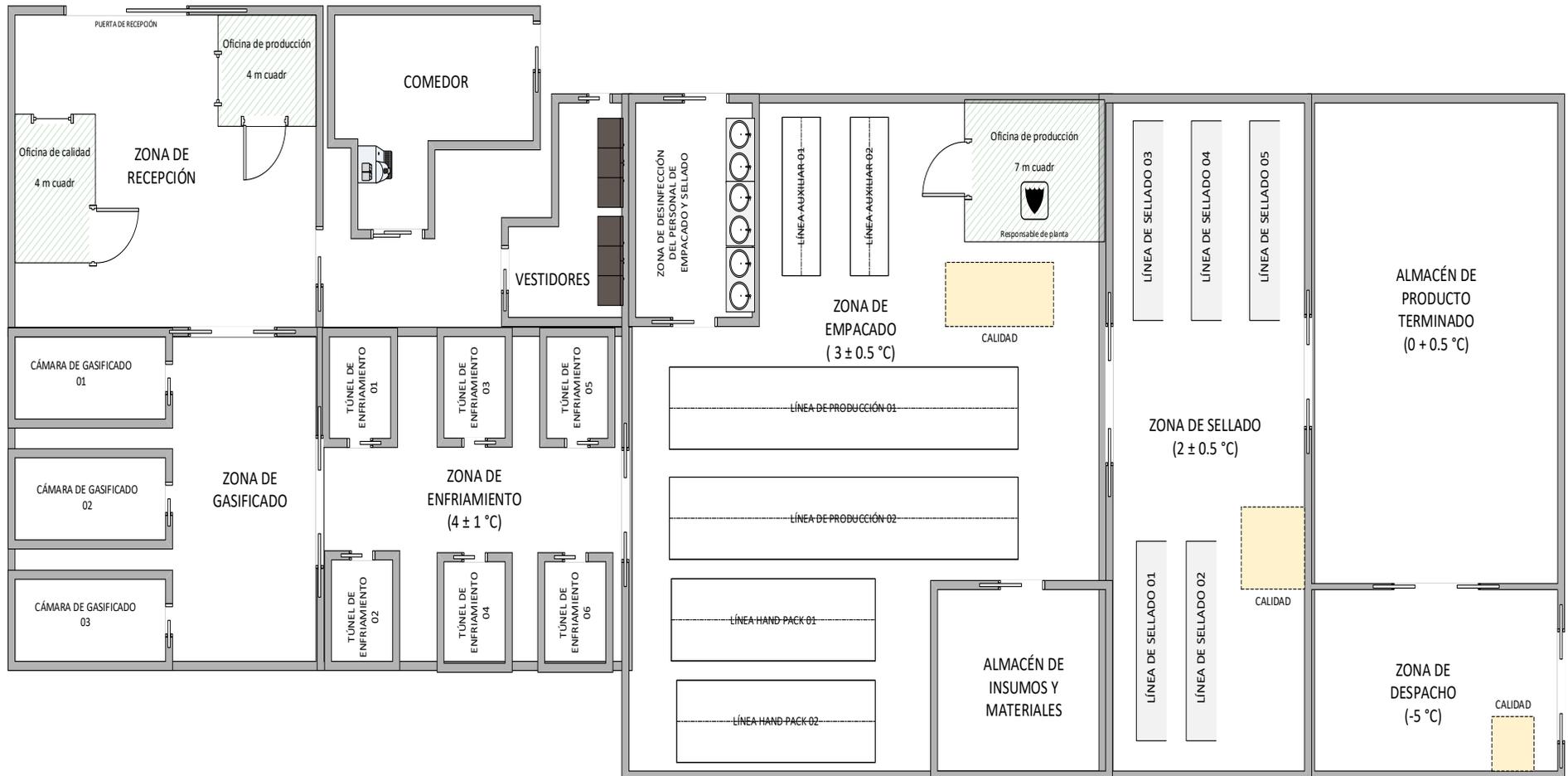


Figura 3. Distribución de planta de empresa agroindustrial

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente flujo se explica el proceso que sigue el arándano desde que ingresa a planta y es almacenado como producto terminado.

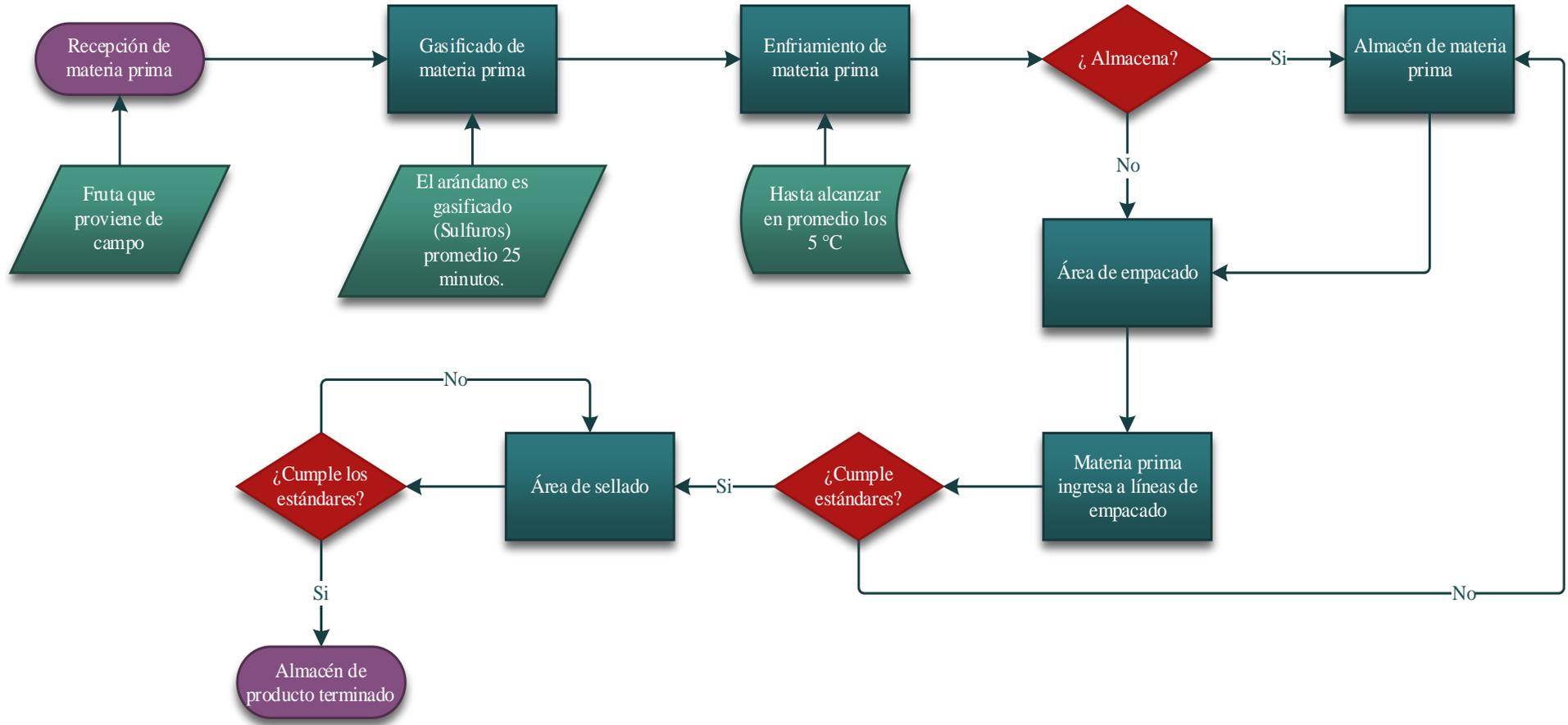
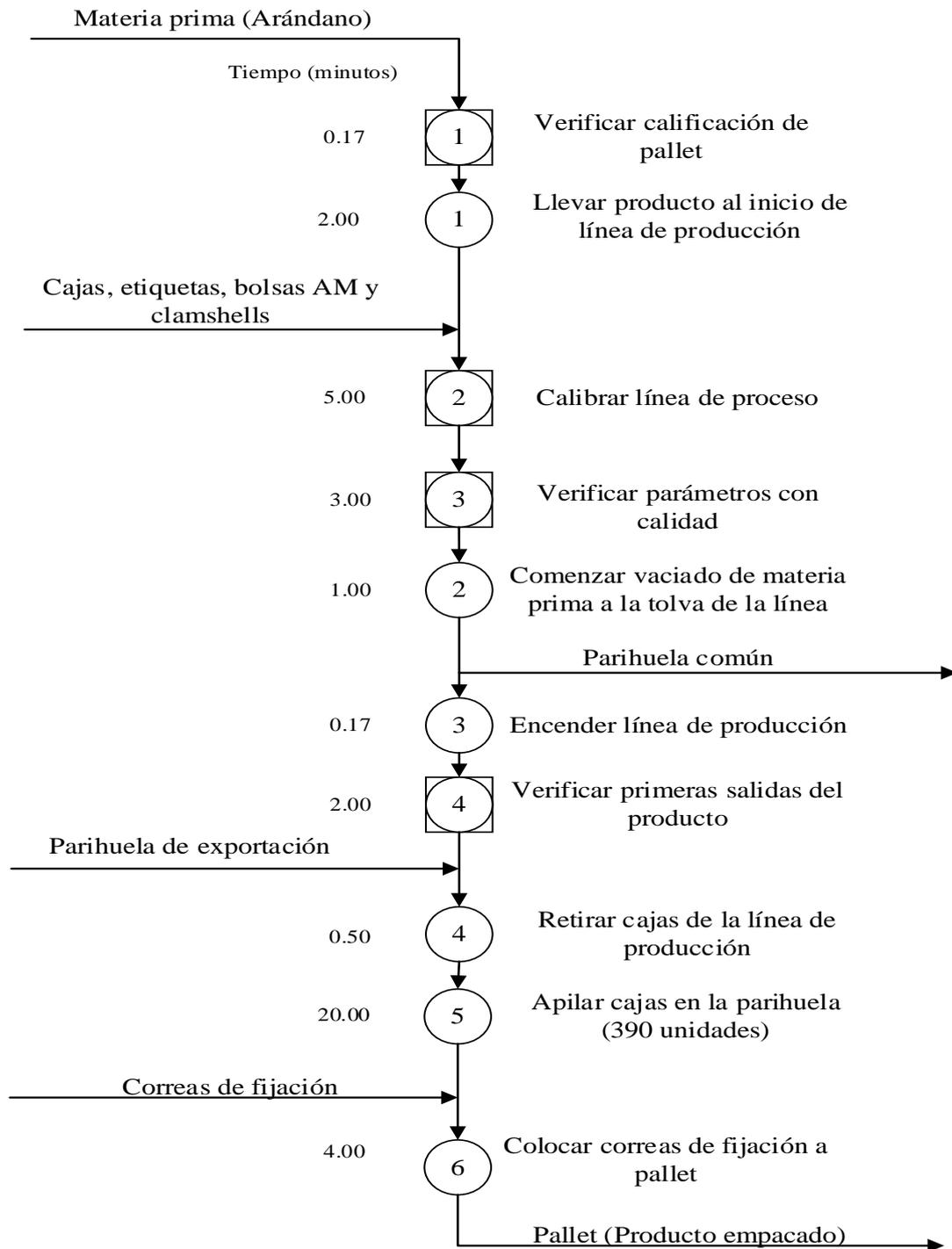


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de operaciones: Empacado

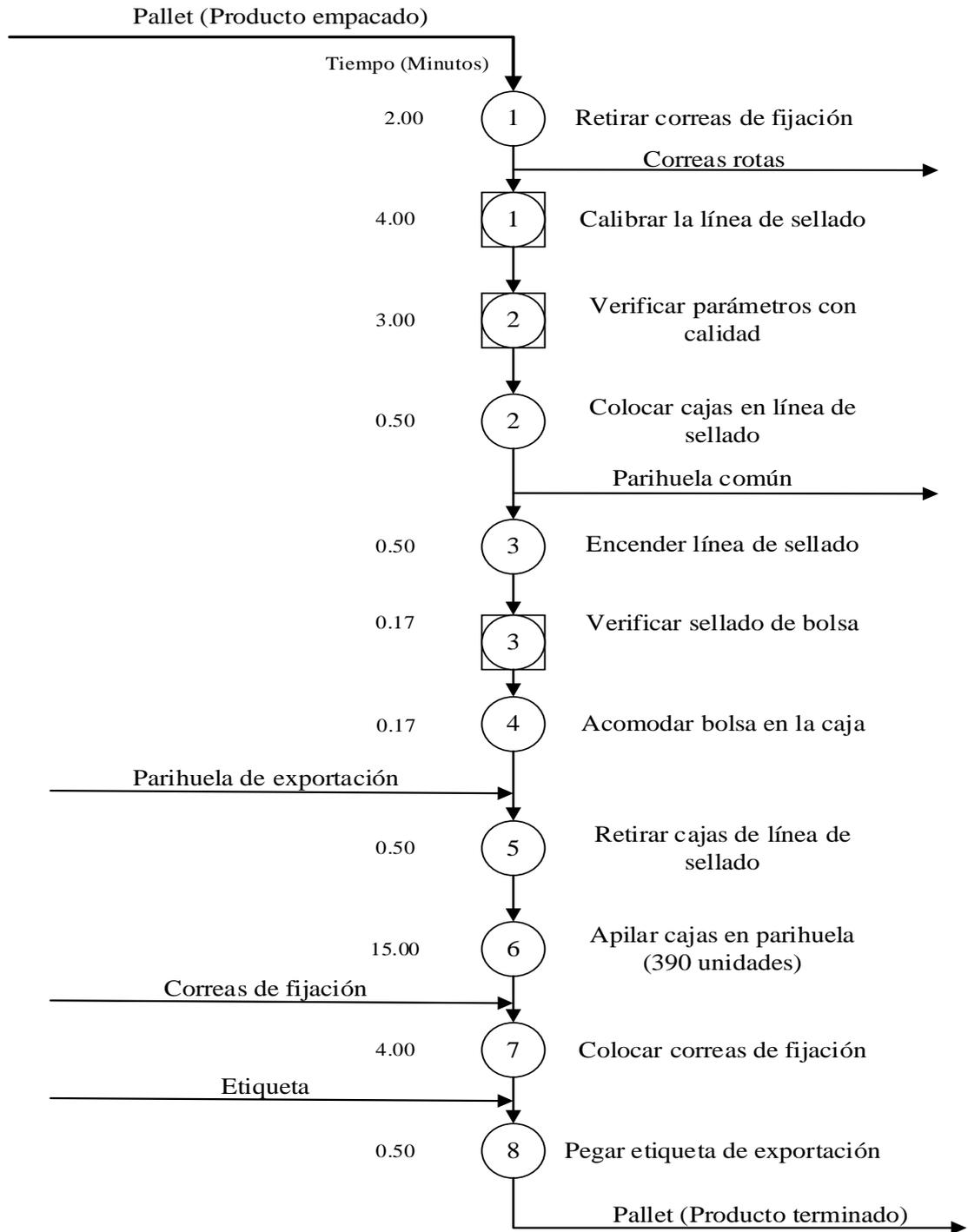


RESUMEN		
Símbolo	Tipo	Tiempo (min)
○	Operación	27.67
◻	Operación-Inspección	10.17

Figura 5. DOP- Empacado

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de operaciones: Sellado



RESUMEN		
Símbolo	Tipo	Tiempo (min)
○	Operación	23.17
◻	Operación-Inspección	7.17

Figura 6. DOP- Sellado

Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD	○	□	D	▽	⇒	Desperdicio	Tiempo (min)	Tipo de actividad
Realizar tercera y última evaluación	●						4.00	Genera valor
Ingresar información al sistema			●			Operación lenta	6.00	No genera valor
Colocar correas de fijación	●					Operación innecesaria	4.00	No genera valor
Transportar pallet a zona de sellado					●	Desplazamiento innecesario	4.00	No genera valor
Ubicar pallet al inicio de la línea de sellado	●					Operación innecesaria	0.50	No genera valor
Retirar correas de fijación	●					Operación innecesaria	2.00	No genera valor
Calibrar línea de sellado	●						4.00	Genera valor
Llevar parámetros a inspector de calidad					●	Desplazamiento	3.00	No genera valor
Revisar parámetros configurados		●					2.00	Genera valor
Validar parámetros e inicio de proceso	●						0.50	Genera valor
Regresar a línea de sellado					●	Desplazamiento	3.00	No genera valor
Dar inicio a línea de sellado	●						0.50	Genera valor
Acomodar la bolsa en las cajas	●						0.17	Genera valor
Verificar correcto sellado de bolsas			●				0.17	Genera valor
Generar etiqueta de exportación	●						2.00	Genera valor
Retirar cajas selladas de la línea	●						0.50	Genera valor
Armar pallet (390 cajas)	●						15.00	Genera valor
Colocar correas de fijación	●						4.00	Genera valor
Impregnar la etiqueta de exportación	●						0.17	Genera valor
Transportar pallet al almacén de P. Terminado					●		5.00	Genera valor

Resumen						
Símbolo	○	□	D	▽	⇒	Total
Cantidad	22	5	3	0	9	39
Tiempo Total (min)	57.51	6.34	12.00	0.00	32.00	107.85
Tiempo productivo (min)	49.51	6.34	0.00	0.00	12.00	67.85
Tiempo improductivo (min)	8.00	0.00	12.00	0.00	20.00	40.00

Figura 7. DAP de procesos de empaquetado y sellado

Fuente: Elaboración propia

A continuación, mediante el diagrama de Ishikawa se muestran las causas raíz que generan las problemáticas dentro de las áreas de producción y calidad de la empresa agroindustrial en los procesos de empaquetado y sellado de arándano.

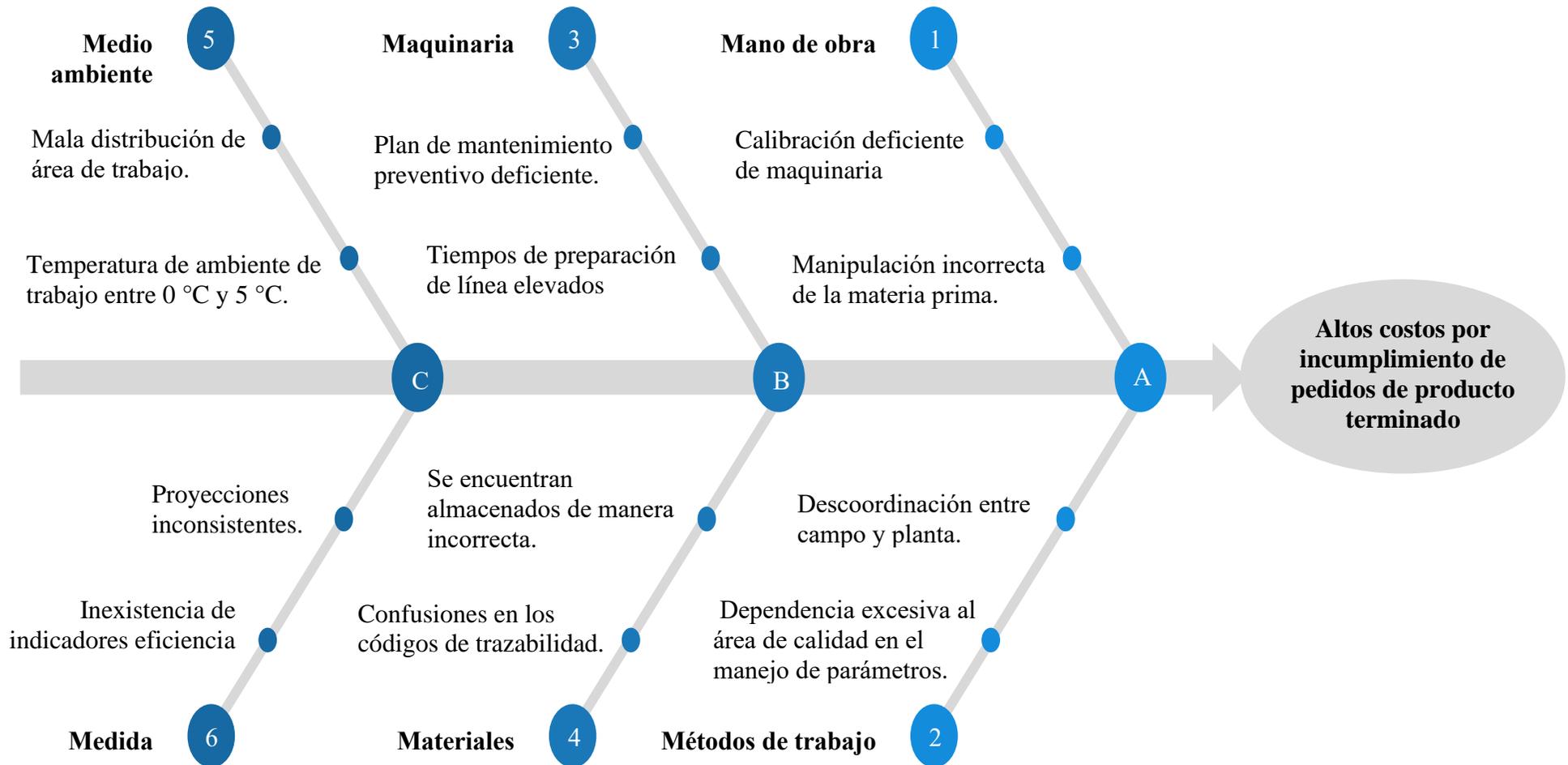


Figura 8. Diagrama de Ishikawa para el área de producción

Fuente: Elaboración propia

“Propuesta de mejora de la gestión de procesos para reducir los costos operacionales de empaclado y sellado de arándano en las áreas de producción y calidad en una empresa agroindustrial”



Figura 9. Diagrama de Ishikawa del área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Mediante la matriz de priorización se consigue determinar las causas raíz de mayor impacto en los problemas dentro de los procesos de empaqueo y sellado. Donde se ven inmersas las dos áreas sujetas a la mejora, calidad y producción. En este sentido, se califica cada causa raíz asignándole un peso de más a menos importancia.

Tabla 3

Matriz de priorización de causas raíz

Matriz de priorización de causas raíz			
Causas	C1	C2	Total
Calibración deficiente de maquinaria	1	1	2
Manipulación incorrecta de la materia prima	1	1	2
Descoordinación entre campo y planta	1	1	2
Dependencia excesiva al área de calidad	1	1	2
Plan de mantenimiento preventivo deficiente	10	10	20
Se encuentran almacenados de manera incorrecta.	1	1	2
Tiempos de preparación de líneas elevados	10	10	20
Confusiones en los códigos de trazabilidad de materiales	1	1	2
Mala distribución de área de trabajo	10	10	20
Temperatura de ambiente de trabajo 0°C a 5 °C	1	1	2
Proyecciones incorrectas	1	1	2
Inexistencia de indicadores de eficiencia	5	10	15
Pocos inspectores tienen la autorización de validar parámetros	1	1	2
Falta de capacitación	10	10	20
Proceso de validación confuso	1	1	2
No se aprecia el trabajo en equipo	1	1	2
Equipos móviles desactualizados	1	1	2
Balanzas no calibradas	1	1	2
Proceso de llenado de información a ERP es extenso	1	1	2
La información se sube al ERP a destiempo	1	1	2
Zona de trabajo del área de calidad desordenada	5	5	10
Las líneas están distantes del área de calidad	1	1	2
No se maneja indicadores en tiempo real	1	1	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Descripción de causas raíz

Causas	Descripción
Calibración deficiente de maquinaria	Maquinista configura de manera incorrecta los parámetros a trabajar
Manipulación incorrecta de la materia prima	Operarios de línea aplastan involuntariamente los clamshells en su manipulación
Descoordinación entre campo y planta	Proyecciones de cosecha no se cumple con lo que llega a planta (Kg fruta/ día)
Dependencia excesiva al área de calidad	Maquinistas deben recurrir a calidad para configurar parámetros
Plan de mantenimiento preventivo deficiente	Paradas repentinas de la línea de proceso
Tiempos de preparación de líneas elevados	En la configuración y validación de parámetros
Materiales almacenados de manera incorrecta	No se toma en cuenta la rotación o frecuencia de uso
Confusiones en los códigos de trazabilidad de materiales	Por el elevado número de materiales específicos
Mala distribución de área de trabajo	Proceso discontinuo lo que genera operaciones y desplazamientos innecesarios
Temperatura de ambiente de trabajo 0°C a 5 °C	Lo que genera mayor fatiga en los colaboradores
Proyecciones incorrectas	No se cumple lo pronosticado (kg de fruta/día)
Inexistencia de indicadores de eficiencia	No se maneja en las áreas in situ indicadores que muestren el nivel de eficiencia
Pocos inspectores tienen la autorización de validar parámetros	Solo algunos de los inspectores pueden validar lo que genera saturación
Falta de capacitación	Personal de calidad no tienen todas las mismas actividades
Proceso de validación confuso	Para validar parámetros se debe recurrir a formatos con mucha información
No se aprecia el trabajo en equipo	La falta de apoyo y enseñanza a inspectores nuevos
Equipos móviles desactualizados	Los teléfonos de trabajo son lentos
Balanzas no calibradas	Las balanzas son manipuladas incorrectamente lo que genera descalibración
Proceso de llenado de información a ERP es extenso	Subir la información al sistema ERP toma mucho tiempo
La información se sube al ERP a destiempo	algunos pallets en Producto terminado sin información en el sistema
Zona de trabajo del área de calidad desordenada	El ambiente de trabajo del área de calidad es pequeño y está desordenado
Las líneas están distantes del área de calidad	Para validar u observar algún parámetro el personal debe desplazarse
No se maneja indicadores en tiempo real	Solo los jefes manejan indicadores, pero no los supervisores que están en contacto con el proceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Criterio de calificación de causas raíz

Nivel de incidencia en el problema	Peso
Muy alto	10
Regular	05
Bajo	01

Fuente: Elaboración propia

Mediante el gráfico de Pareto se obtienen las causas más representativas, luego de haber sido evaluadas y calificadas por los autores.

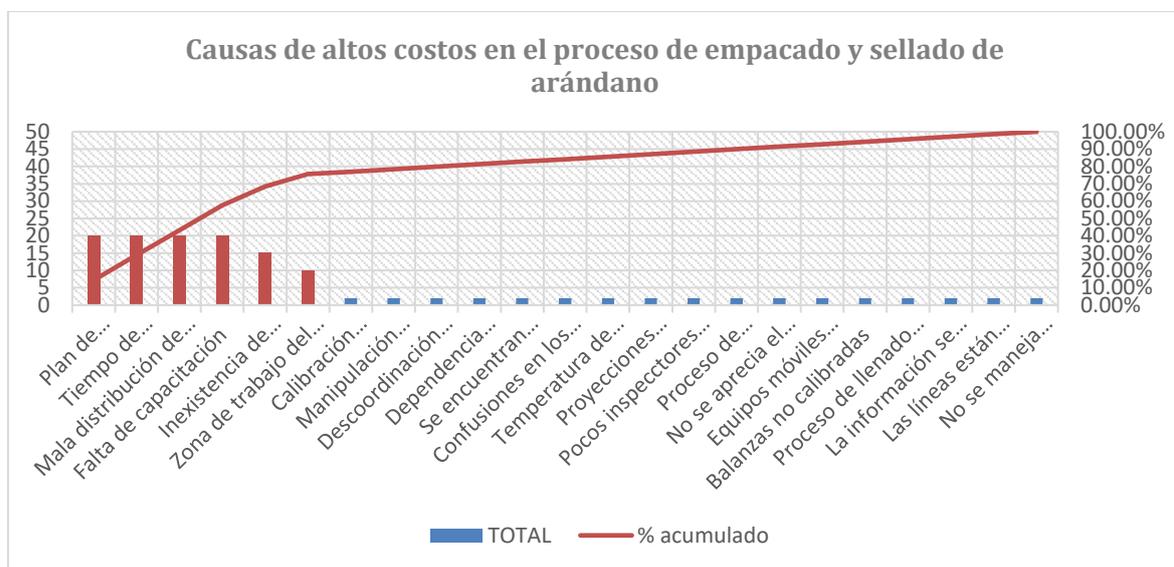


Figura 10. Gráfico de Pareto para priorizar causas raíz de mayor incidencia en el problema

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Causas raíz seleccionadas

Causas raíz	Total	% Acum.
Plan de mantenimiento preventivo deficiente	20	14.39%
Tiempos de preparación de líneas elevados	20	28.78%
Mala distribución de área de trabajo	20	43.17%
Falta de capacitación	20	57.55%
Inexistencia de indicadores de eficiencia	15	68.35%
Zona de trabajo del área de calidad desordenada	10	75.54%

Fuente: Elaboración propia

1.2. Antecedentes

A continuación, se presentan estudios previos que se han realizado tanto a nivel nacional como internacional y que guardan relación con la temática que se abarca en la presente investigación.

Se presenta la investigación realizada por **Valerio L. (2018)**, donde su estudio, se basó en **la propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para contar con la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en el área de maestranza de la empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A.** Los resultados obtenidos en esta tesis determinan que el plan de mantenimiento actual que maneja la empresa es deficiente, puesto que, de un total de 20 actividades a ejecutar en la etapa de planificación de mantenimiento tan solo se ejecutaron 6, las cuales representan un 30%. Asimismo, el autor logró determinar los requerimientos para el plan de mantenimiento preventivo, donde fue necesario realizar estrategias operacionales tales como el inventario, codificación de los equipos y determinar nivel de criticidad de las máquinas, para saber dónde aplicar el plan de mantenimiento.

En el mismo sentido, se tiene el estudio que realizó **Sánchez C. (2016)**, cuyo objetivo fue **proponer un programa de mantenimiento preventivo, para mejorar la productividad en la planta 1 de la empresa agroindustrial Gandules Inc. SAC.** El autor utilizó el software Microsoft Excel para procesar los datos, determinó que los puntos a mejorar son: Gestión del trabajo, la organización del taller y los métodos de trabajo. Para la gestión de trabajo propuso que se debe de optimizar el Programa de Mantenimiento Preventivo. En lo que concierne a la organización del taller, sostuvo que los espacios están desordenados y distantes uno de otro. Y para métodos de trabajo, planteó la revisión constante del plan de mantenimiento y hacer estimaciones con tiempo para realizar las intervenciones a los equipos.

Pertuz A. (2018), en su investigación que tuvo como finalidad lograr minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamientos de la maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla. Para ello hizo uso de la herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Die). La operación de alistamiento para cambio de producto tuvo un tiempo estándar actual de 240 minutos. El autor llegó a la siguiente conclusión. Con la aplicación de la técnica SMED se comprobó la disminución de los tiempos de alistamiento en un 40% haciendo que la disponibilidad de la maquina aumente, el trabajo realizado fue el ideal, cabe resaltar el excelente trabajo en equipo de todos los integrantes del grupo SMED que se conformó para realizar esta labor.

La investigación de **Saldaña M. (2017), que tuvo como objetivo determinar de qué manera la gestión de almacenes impacta en los costos operativos en la empresa Agroindustrial del Perú SAC.** Empleó la herramienta de diagnóstico Ishikawa, para determinar las causas que determinan la situación actual de la gestión de los almacenes de la empresa. Las propuestas de mejora que planteó abarcaron el ciclo de mejora continua (PHVA), desarrollo de capacitaciones al personal, determinación de un nuevo Layout, uso de la metodología ABC, entre otras. Los resultados que se obtuvieron fueron: La reducción de los costos fijos unitarios por mes de cada artículo, en el manejo de espacios de S/ 0,018 (0.33%), en el servicio de inventario S/ 2,03 (7.41%), riego de inventario S/ 0,83 y para el costo fijo de capital se reduce S/ 2.83 (12.50%), donde se alcanzó una reducción de costos de almacenamiento de S/ 5,7 (7.41%) contribuyendo al aumento de la producción en 6.48%.

Casaña A. (2019), en su investigación cuyo objetivo general fue proponer una mejora en la gestión de almacenaje para reducir el tiempo de despacho en una distribuidora en Lima. En la etapa de diagnóstico hizo uso de herramientas como el Ishikawa, matriz de priorización, Pareto logrando determinar que el área de estudio se encuentra sin criterios de distribución y organización, es decir una inadecuada gestión. Empleó herramientas 5S, hojas

de verificación y estudio de tiempos. Como resultado de su propuesta dentro del área de almacén, se logró una mejor gestión con una adecuada organización y distribución. El tiempo de despacho se reduce de 14.48 minutos a 2.9 minutos, lo que representa una reducción del 80%.

En el estudio de **Guerra M. (2018)**, cuya finalidad fue **desarrollar una propuesta de mejora en la gestión de almacén para incrementar la rentabilidad de la empresa Agroindustria Alimentaria Nutriaves E.I.R.L.** A través, del diagnóstico realizado se encontró como causas raíz de mayor preponderancia en la problemática de la empresa la falta de capacitación en gestión logística, ausencia de diseño de Layout, no se contaba con una adecuada gestión de inventarios. Una de sus propuestas de mejora fue la aplicación de la metodología ABC, el desarrollo de un Kardex y un nuevo Layout para la distribución de las áreas. Este grupo de herramientas generó un beneficio importante en la reducción de los costos actuales que ascendían a S/ 2 069.33, con la implementación de la propuesta estos disminuyeron a S/ 1 049.50 al mes, lo que maximizó los recursos económicos de la empresa Agroindustrial Nutriaves E.I.R.L.

Reyes D. & Zambrano D. (2017), en su tesis que tuvo como finalidad **sustentar la hipótesis de que el rediseño de los procesos administrativos del área de producción en la planta de procesamiento de frutas de una empresa agroindustrial permitirá optimizar la gestión mediante la aplicación de herramientas de planeamiento y control.**

De esta investigación se tomó en cuenta la propuesta de implementación de un sistema de gestión mediante indicadores. Este sistema mostraba el valor actual, para detectar qué procesos tienen un desempeño ineficiente. Los indicadores fueron: Productividad total, Productividad de materia prima, Productividad de mano de obra, Productividad de maquinaria, Utilización de planta y calidad. Tras la aplicación del estudio la solución integral, se concluyó que con una inversión de S/ 92 341, los costos se redujeron en S/ 239

776. Generó en el proyecto un VAN de S/ 99 787, incrementó la rentabilidad neta de 12.2 % a 12.7% en un año.

Se tiene la investigación **de Panchana A. (2019), El objetivo del trabajo fue la aplicación de la metodología 5S en la línea # 1 de clasificación y empaque, que permita mejorar y controlar parámetros contemplados dentro de la calidad.** Para esto la autora primeramente hizo el diagnóstico actual de las condiciones de la línea 1 de clasificación y empaque bajo los parámetros de las 5S. El problema principal que se encontró es la incorrecta limpieza y sanitización de esta línea. Se utilizó un check List 5S, para verificar el cumplimiento de la mejora en la implementación de la metodología. Se establecieron indicadores visuales, los cuáles facilitaron la identificación de escenarios incorrectos en cada lugar de trabajo, lo cual otorgó un método rápido de chequeo organizacional. Se mejoró el orden y la limpieza en un 15%, pues antes de implementar 5S se tenía un nivel de cumplimiento de 66% y después de implementar se llevó a 81%.

Finalmente se presenta el estudio de **Carrasco R. & Villaorduña P. (2017), el objetivo principal de este trabajo de investigación consistió en la elaboración de una propuesta de mejora del ambiente de trabajo utilizando la metodología japonesa de las 5S en la planta de procesamiento primario de hortalizas de la empresa Fitzcarrald S.A.C.** En primera instancia se realizó un diagnóstico 5S para determinar las fortalezas y debilidades de la empresa en cuanto a este sistema. El costo de implementación de este sistema ascendió a S/ 2 828.30, el cual representó el 10% del costo total de calidad, el cual era S/ 28 225 en el año 2015. Los autores concluyeron después de su análisis beneficio – costo que la propuesta económicamente es viable.

1.3. Bases teóricas

Para el desarrollo de la presente investigación es necesario tener presente los siguientes conceptos.

Mantenimiento preventivo, Montilla (2016), en su libro Fundamentos del Mantenimiento Industrial afirma:

Es un sistema de Mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (Observar, Inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. La ejecución de las tareas básicas puede indicar la necesidad de realizar tareas programadas adicionales (mantenimiento correctivo programado, modificaciones, overhaul, etc.). (p.33)

Herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Di), en la revista 3 Ciencias (2018), en su publicación que lleva por título Cuaderno de Investigación Aplicada, define a la metodología SMED de la siguiente manera.

La herramienta SMED surgió por la necesidad de lograr la producción Just in Time, y fue desarrollado para reducir los tiempos de preparación de máquinas, intentando reducir los lotes que se fabricaban. Esto se tradujo en rápidas entregas a clientes, sin stocks excesivos, bajos costes, y satisfacción de los clientes con productos de alta calidad. (p.61).

La necesidad de aplicar SMED surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de partida deben ser menores. En este para estar acorde a la competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se sigue haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de almacén del producto acabado, aumentando así los costes. Esta técnica tiene una implantación rápida y efectiva en la mayor parte de máquinas e instalaciones. (p.62).

Layout, Castaño R. (2019), en su publicación Distribución en planta (Lay-out) sostiene:

Es la disposición de máquinas, equipos, materiales, personal y servicios auxiliares que permite fabricar un producto a un costo suficientemente adecuado. Objetivos de la distribución en planta: Integración global de todos los factores que afectan la distribución, Mínimas distancias en movimientos de materiales, Circulación fluida del trabajo en planta, Utilización eficiente de todo el espacio, Seguridad para trabajadores y producto y una disposición flexible que puede ser fácilmente reajustada. (p.3)

Indicadores de gestión, Pacheco J. (2017), los define de la siguiente manera:

Los indicadores de desempeño de los procesos también llamados KPI (del inglés: Key Performance Indicator), se centran en cómo se realiza la tarea, midiendo su desempeño y si logran ciertos objetivos. Este indicador debe ser calculado por un índice (generalmente representado por un número) que retrate el progreso del proceso en su conjunto o en parte.

Indicadores de capacidad Relación entre la cantidad que se puede producir y el tiempo para que esto ocurra. Por ejemplo: El fabricante de automóviles X es capaz de producir 200 coches al mes.

Indicadores de productividad Relación entre las salidas generadas por un trabajo y los recursos utilizados para ello. Ejemplo: Un trabajador puede instalar 20 m² de piso

en una hora. Otro, puede instalar sólo 17 m² piso en una hora, por lo tanto, es menos productivo que el primero.

Indicadores de calidad: Relación entre el total de las salidas (todo lo que se produjo) y las salidas apropiadas para uso, es decir, sin defectos o inconformidades. Ejemplo: 980 piezas apropiadas para cada 1000 producidas (98 %de conformidad).

Indicadores de rentabilidad Relación entre la ganancia y la **inversión** realizada en la empresa. Ejemplo: En la misma empresa del ejemplo anterior se invirtió R \$ 500.000,00, con un lucro de R \$ 20.000,00. El rendimiento fue de 4 %.

Metodología 5S, Manzano M. & Gisbert V. (2016), en la publicación Lean Manufacturing: Implementación 5S, afirman:

5S es una herramienta de Lean Manufacturing que trata de establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo. De cara a una visión de futuro para la implantación de herramientas lean en una Pyme se debe tener en cuenta que 5S es la puerta de entrada al resto de herramientas. Mediante esta técnica se mejora tanto el espacio de trabajo como la eficiencia y eficacia en las operaciones a realizar, por ello, es necesaria para la puesta en marcha de esta, para de ese modo mejorar en el resto de las áreas.



Figura 11. Composición de Las 5S

Fuente: Manzano M. & Gisbert V. (2017)

Plan de capacitación, en una publicación de la revista Conexionesan, (2016). Que lleva por título cinco pasos del plan de capacitación, se menciona:

El plan de capacitación es un proceso que va desde la detección de necesidades de capacitación hasta la evaluación de los resultados.

El primer paso para elaborar un plan de capacitación en la empresa es la detección de las necesidades de capacitación. Seguidamente viene la clasificación y jerarquización de las necesidades de capacitación. El tercer paso es la definición de los objetivos. Es importante mostrar la relación entre la formación y la aplicación de lo que se aprenderá antes de iniciar el proceso. El cuarto paso es la elaboración del programa de la capacitación. Aquí es cuando se determina el contenido a desarrollar, las técnicas y ayudas a emplear, la programación de las fechas y horarios, el grupo de personas a quienes se capacitará, los instructores que desarrollarán en programa, y el presupuesto. Luego viene el quinto paso, que es la ejecución del programa de capacitación. Finalmente, el sexto paso es la evaluación de los resultados.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de procesos sobre los costos operacionales de empaçado y sellado arándano en las áreas de producción y calidad en una empresa agroindustrial?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora de la gestión de procesos sobre los costos operacionales de empaçado y sellado de arándano en las áreas de producción y calidad en una empresa agroindustrial.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la realidad problemática externa e interna de la empresa agroindustrial para proponer una mejora.
- Desarrollar la propuesta de mejora en base al diagnóstico de las problemáticas existentes en las áreas de calidad y producción de la empresa agroindustrial.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora en base a los indicadores económicos: VAN, TIR y Beneficio/Costo para un periodo de 5 años.
- Calcular la variación de los costos operativos de la empresa como efecto de implementación de la propuesta.

1.6. Hipótesis

La propuesta de mejora de la gestión de los procesos tiene un impacto positivo en la reducción de los costos operacionales de empaçado y sellado de arándano en las áreas de calidad y producción de la empresa agroindustrial.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- En base al diseño de la investigación: Preexperimental.
- En base al objetivo que persigue: Aplicada y cuantitativa.

2.2. Materiales, instrumentos y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación se hizo uso de lo siguiente:

Tabla 7

Materiales

Materiales	
Laptop	Para el desarrollo y estructuración de la investigación
Teléfono móvil	Coordinaciones y toma de tiempos.
Libreta	Para apuntes de lo observado en las visitas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Instrumentos

Instrumentos	
Programas de Microsoft	Word, Excel, y Visio
Buscador de Google	Indagación de la información
Check List	Para determinar la realidad problemática
Normas APA	Citas y referencias y formato de documento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Instrumentos

Métodos	
Herramientas de diagnóstico	Ishikawa, Matriz de priorización, Pareto.
Matriz de indicadores	Para determinar costos actuales de causas raíz.
Herramientas de mejora	5S, SMED, Layout, plan de capacitación y plan de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Procedimiento

El desarrollo de la presente investigación se divide en 4 etapas, las cuáles son:

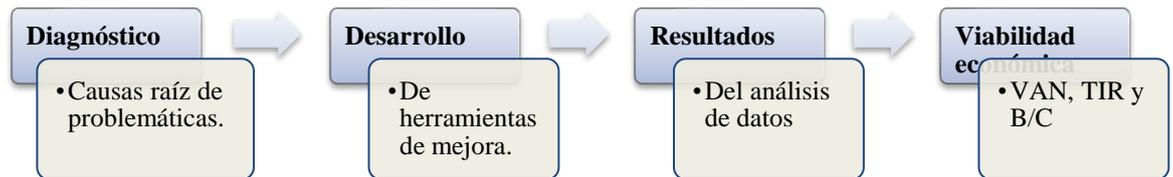


Figura 12. Procedimiento de desarrollo de la investigación

Fuente: Elaboración propia

2.4. Selección de herramientas de ingeniería

En la etapa de análisis de la realidad problemática tanto externa como interna para la empresa agroindustrial, se determinan las causas raíz de mayor incidencia. En este sentido, se propone herramientas de ingeniería que siendo aplicadas en su conjunto reducirán o eliminarán estas causas.

Tabla 10

Herramientas de ingeniería para propuesta de mejora

Causa raíz	Herramienta de ingeniería
Plan de mantenimiento preventivo deficiente	Plan de mantenimiento preventivo: Reducir número de paradas imprevistas.
Tiempos de preparación de líneas elevados	Sistema SMED: Reducción de cambio de referencias
Mala distribución de áreas	Nuevo Layout: Lograr un proceso continuo y evitar operaciones y desplazamientos innecesarios.
Falta de indicadores de eficiencia	Indicadores de eficiencia: OEE
Área de calidad desordenada	Metodología 5S: Limpieza y orden en el área de trabajo.
Falta de capacitación	Plan de capacitación: Polivalencia de trabajadores.

Fuente: Elaboración propia

2.5. Identificación de los indicadores

Tabla 11

Indicadores para causas raíz

Causa raíz	Indicador	Fórmula	Valor actual	Unidades
CR01: Plan de mantenimiento preventivo deficiente	N° de horas en reparación /semestre	$(\text{N}^\circ \text{ de reparaciones en un mes}) * (\text{Hora promedio en reparación}) * (6 \text{ meses/semestre})$	212.67	Horas /semestre
CR02: Tiempos elevados en la preparación de las líneas de proceso	N° de horas en preparación de líneas/semestre	$(\text{Tiempo promedio en horas en alistado de líneas para cambio de formato}) * (\text{N}^\circ \text{ de Batch producidos en el semestre})$	1469.76	Horas /semestre
CR03: Mala distribución de áreas	N° de horas en sobre procesos/semestre	$(\text{N}^\circ \text{ de pallets producidos al mes}) * (6 \text{ meses/semestre}) * (\text{Tiempo de operaciones innecesarias}) \text{ horas/pallet}$	1949.2	Horas de sobre procesos/semestre
CR04: Falta de indicadores de eficiencia	OEE (%)	Disponibilidad * Eficiencia * Calidad	0.7473	%
CR05: Área de calidad desordenada	N° de horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar/Semestre	$((\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones totales al día}) - (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones diarias dentro del tiempo estándar})) * (26 \text{ días/mes}) * (6 \text{ meses/semestre})$	238	Horas /semestre
CR06: Falta de capacitación	N° de horas en reprocesos/Semestre	$(\text{N}^\circ \text{ de reprocesos al mes}) * (\text{Tiempo promedio de reprocesos}) * (6 \text{ meses/semestre})$	952.09	Horas /semestre

Fuente: Elaboración propia

2.6. Cálculos de la matriz de indicadores

a) Número de horas en reparación semestrales

Para ello se procede primeramente con la identificación de máquinas que participan en los procesos de empaclado y sellado.

Tabla 12

Máquinas en proceso de empaclado

Máquina proceso de empaclado	Participación en la producción (%)	Tiempo promedio de reparación (min)
KATTO 01	30%	20
KATTO 02	30%	20
Convencional 01	15%	15
Convencional 02	15%	15
HandPack 01	5%	10
HandPack 02	5%	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Máquinas en proceso de sellado

Máquina proceso de sellado	Participación en la producción (%)	Tiempo promedio de reparación (min)
Selladora 01	25%	15
Selladora 02	25%	15
Selladora 03	20%	10
Selladora 04	20%	10
Selladora 05	10%	10

Fuente: Elaboración propia

Los datos del tiempo promedio de reparación se obtienen a través de la información que brindan los maquinistas y técnicos de mantenimiento. Gracias a la experiencia y al contacto directo con cada una de las máquinas pueden conocer un tiempo estimado que les toma para reparar las fallas que se dan durante el proceso. Actualmente la empresa tiene ya un plan de mantenimiento preventivo, pero es deficiente. Esto se aprecia en el elevado número de paradas que se dan. En la tabla siguiente se muestran el número de paradas que se presentan por cada máquina durante el periodo que comprende julio a diciembre de 2020.

Tabla 14

N° de fallas por máquina en los procesos de Empacado y Sellado

Línea	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
KATTO 01	15	9	23	32	22	10	111
KATTO 02	14	8	27	25	26	10	110
Convencional 01	9	8	29	29	21	15	111
Convencional 02	12	15	26	20	27	15	115
HandPack 01	5	5	27	26	29	8	100
HandPack 02	13	14	25	27	27	14	120
Selladora 01	6	5	5	12	8	9	45
Selladora 02	5	8	6	10	14	6	49
Selladora 03	2	5	11	15	12	9	54
Selladora 04	2	3	9	14	13	5	46
Selladora 05	3	4	9	7	4	7	34
Total	86	84	197	217	203	108	895

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede apreciar claramente que el número de fallas se incrementa en los meses de campaña alta, es decir, donde hay mayor producción y las máquinas deben operar al máximo posible de su capacidad. Este periodo de pico de campaña generalmente sucede entre los meses de septiembre, octubre y noviembre de cada año.

Luego de tener el número de fallas por cada línea en los procesos de empaçado y sellado, se procede al cálculo del número de horas que se usan al semestre en promedio en la reparación de estas, por las paradas repentinas. Se usa la siguiente ecuación.

Ecuación 1: Número de horas en reparación de averías por la línea de proceso

$$= \frac{\text{Tiempo promedio de reparación (minutos)} * (\text{N}^\circ \text{ de fallas por línea})}{60 \frac{\text{minutos}}{\text{Hora}}}$$

Tabla 15

Nº de horas en reparación de maquinaria

Línea	Tiempo de reparación (Horas/semestre)
KATTO 01	37.00
KATTO 02	36.67
Convencional 01	27.75
Convencional 02	28.75
HandPack 01	16.67
HandPack 02	20.00
Selladora 01	11.25
Selladora 02	12.25
Selladora 03	9.00
Selladora 04	7.67
Selladora 05	5.67
Total	212.67

Fuente: Elaboración propia

Durante los meses de julio a diciembre del 2020, la empresa agroindustrial tiene un total de 212.67 horas en reparación por paradas imprevistas. Tanto en los procesos de empaçado y sellado.

b) Número de horas en preparación de líneas de procesos

La preparación de las líneas consiste en el proceso de calibración de los parámetros con los que deben operar las máquinas, estos cambian por la presentación del producto a procesar, por el tipo de cliente y otros factores.

Los tiempos que se muestran a continuación se obtienen del Diagrama de Análisis de Procesos (DAP).

Tabla 16

Proceso de preparación de líneas en Empacado

Etapas SMED: Empacado	Tiempo (minutos)
1°. Calibrar línea de proceso	5.00
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	4.00
3°. Verificación de parámetros	2.00
4°. Validación de parámetros	0.50
5°. Regresar a línea de proceso	4.00
6°. Encender línea	0.17
Total	15.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Proceso de preparación de líneas en sellado

Etapas SMED: Sellado	Tiempo (minutos)
1°. Calibrar línea de sellado	4.00
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	3.00
3°. Verificación de parámetros	2.00
4°. Validación de parámetros	0.50
5°. Regresar a línea de sellado	3.00
6°. Encender línea	0.50
Total	13.00

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento debe aplicarse siempre que se haga cambios en las presentaciones del producto o de cliente. La producción generalmente sucede en lotes de 3 pallets. Esto permite

a la empresa reducir el tiempo de cambios y preparación de cada una de las líneas del proceso.

El tiempo promedio de preparación de las líneas varía por el tamaño de estas y los parámetros necesarios que necesitan para operar.

Tabla 18

Tiempo promedio de preparación por líneas

Línea	Tiempo preparación promedio (minutos)
KATTO 01	15.67
KATTO 02	15.67
Convencional 01	14.10
Convencional 02	14.10
HandPack 01	12.54
HandPack 02	12.54
Sellado 01	13.00
Sellado 02	13.00
Sellado 03	11.70
Sellado 04	11.70
Sellado 05	10.40

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla número 18, en el área de empaclado las líneas con un tiempo mayor en preparación son la katto 01 y Katto 02, pues estas son las más grandes, teniendo entre ambas el 60% de participación de la producción.

Asimismo, en el área de sellado las líneas con un tiempo mayor de alistado son la 1 y 2. Entre ambas tienen el 50% de participación en la producción.

Para calcular el número de Batch que produce cada línea se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 2: Cálculo del número de Batch que produce cada línea en el semestre

$$= \frac{\text{N}^\circ \text{ de pallet que se producen por línea en el semestre } \left(\frac{\text{Pallets}}{\text{Semestre}} \right)}{3 \left(\frac{\text{pallets}}{\text{Batch}} \right)}$$

Tabla 19

Producción mensual de pallets por la línea de proceso empaçado

Línea de proceso	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total, de pallets	Total, de Batch
KATTO 01	385	445	542	538	552	496	2958	986
KATTO 02	380	450	530	544	540	504	2948	983
Convencional 01	193	223	271	269	276	248	1480	494
Convencional 02	190	225	265	272	270	252	1474	492
HandPack 01	55	69	78	80	83	74	439	147
HandPack 02	60	65	83	82	81	76	447	149
Total	1263	1477	1769	1785	1802	1650	9746	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Producción mensual de pallets por la línea de proceso sellado

Línea de proceso	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Pallets/línea	Batch/línea
Sellado 01	316	369	442	446	451	413	2437	813
Sellado 02	316	369	442	446	451	412	2436	812
Sellado 03	253	295	354	357	360	330	1949	650
Sellado 04	253	295	354	357	360	330	1949	650
Sellado 05	126	148	177	179	180	165	975	325
Total	1263	1477	1769	1785	1802	1650	9746	

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el cálculo de las horas que se necesitan al semestre en el alistado de las líneas en los procesos tanto de empaçado como sellado, se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 3: Horas al semestre en alistado de líneas en los procesos de empaçado y sellado

$$= \frac{\text{N}^\circ \text{ de batch producidos por línea} \left(\frac{\text{batch}}{\text{semestre}} \right) * \text{Tiempo de alistado} \left(\frac{\text{minutos}}{\text{batch}} \right)}{60 \frac{\text{minutos}}{\text{Hora}}}$$

Tabla 21

Tiempo total de preparación de líneas en proceso de empaçado y sellado

Línea	SMED actual (Horas/semestre)
KATTO 01	257.51
KATTO 02	256.73
Convencional 01	116.11
Convencional 02	115.64
HandPack 01	30.71
HandPack 02	31.13
Sellado 01	176.15
Sellado 02	175.93
Sellado 03	126.75
Sellado 04	126.75
Sellado 05	56.33
Total	1469.76

Fuente: Elaboración propia

Durante el segundo semestre del año 2020 la empresa agroindustrial emplea un total de 1469.76 horas en la preparación de las 11 líneas que comprenden los procesos de empaçado y sellado. Esta cantidad de tiempo es elevado, puesto que, el maquinista encargado de la configuración y alistado de las mismas tienen que hacer desplazamientos hacía el inspector de calidad, para que verifique los parámetros. Representando esto una considerable pérdida de tiempo productivo.

c) Número de horas en sobre procesos al semestre

Las actividades que se realizan después que el producto sale del proceso de empacado y antes que ingrese a sellado, son innecesarias o improductivas. Esto, porque se tiene que armar el pallet, asegurar y transportarlo. Al llegar a sellado se tienen que quitar seguros, desarmar pallet. El tiempo de estas actividades se obtienen del DAP actual.

El tiempo de todas estas operaciones ascienden a 12 minutos por cada pallet que procesa.

El número de horas empleadas en estas actividades innecesarias o sobre procesos se obtienen a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 4: Número de horas semestrales en actividades innecesarias

$$= \sum \frac{\text{Producción mensual} \left(\frac{\text{pallets}}{\text{mes}} \right) * \text{Tiempo de actividades innecesarias} \left(\frac{\text{minutos}}{\text{pallet}} \right)}{60 \frac{\text{minutos}}{\text{Hora}}}$$

Tabla 22

Tiempo improductivo por sobre procesos (julio a diciembre de 2020)

Mes	Producción mensual (Pallets/mes)	Tiempo en sobre procesos (Horas/mes)
Julio	1263	252.6
Agosto	1477	295.4
Setiembre	1769	353.8
Octubre	1785	357
Noviembre	1802	360.4
Diciembre	1650	330
Total	9746	1949.2

Fuente: Elaboración propia

El total de horas que se usa en operaciones que no agregan valor al proceso, entre los meses de julio a diciembre de 2020 asciende a 1949. 2 horas.

d) Overall Equipment Effectiveness (OEE) – Efectividad total de los equipos

Este indicador es el más completo de la presente investigación, pues permite englobar diferentes criterios que comprenden los procesos de empaquetado y sellado.

La estructura que compone al OEE se muestra en el siguiente gráfico.



Figura 13. Composición de OEE

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar este gráfico de mejor manera en el (Anexo 01) al final de esta investigación.

Las siguientes ecuaciones se usan para poder calcular el OEE.

Ecuación 5: Tiempo calendario de trabajo

$$= \text{N}^\circ \text{ de horas al día} \left(\frac{\text{horas}}{\text{día}} \right) * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 6 \frac{\text{meses}}{\text{semestre}}$$

Viene a ser el tiempo total que se dispone en todo el semestre que se podría laborar.

Ecuación 6: Tiempo de trabajo programado (A)

$$= \text{Tiempo calendario} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} \right) - \text{Tiempo no laborable} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{Semestre}} \right)$$

Es el tiempo total que se dispone para laborar descontando los días no laborables por ley.

Ecuación 7: Tiempo disponible (B)

$$= \text{Tiempo de trabajo programado} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} \right) \\ - \text{Tiempo en pérdidas por disponibilidad} \left(\frac{\text{horas}}{\text{Semestre}} \right)$$

Las pérdidas de disponibilidad vienen a ser las horas que se pierden porque el proceso está parado cuando debería estar en funcionamiento. Para esta investigación se han tomado en cuenta como factores de pérdida de disponibilidad a los siguientes factores:

- Tiempo en reparación de averías (Horas/semestre): Se obtiene de la CR01. Número de horas en reparación al semestre.
- Tiempo de alistado de líneas SMED (Horas/semestre): Se obtiene de la CR02. Número de horas en alistado de líneas al semestre.
- Esperas por sobre procesos (Horas/semestre): Se aplica solo para el área de sellado, puesto que esta sufre el retraso o pérdida de productividad por la realización de estas operaciones. Se obtiene con la siguiente ecuación.

Ecuación 8: Número de horas por sobre procesos en el área de sellado

$$= \text{N}^\circ \text{ de pallets producidos en área de sellado} \left(\frac{\text{pallets}}{\text{semestre}} \right) \\ * \text{Tiempo en sobre procesos} \left(\frac{\text{horas}}{\text{Pallet}} \right)$$

- Tiempo de refrigerio y cambio de turno. (Horas/semestre): Es el tiempo de refrigerio que se usa por cada turno (45 minutos) haciendo un total de 1.5 horas/día. Mientras que el tiempo de cambio de turno asciende a 0.5 horas/día. Haciendo un total de 312 horas/semestre.

Ecuación 9: Tiempo que se emplea en refrigerios y cambios de turno al semestre

$$= \text{Tiempo de refrigerio y cambio de turno} \left(\frac{\text{horas}}{\text{día}} \right) * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 6 \frac{\text{meses}}{\text{semestre}}$$

Ecuación 10: Tiempo neto de operación (C)

$$= \text{Tiempo disponible} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} \right)$$

$$- \text{Tiempo en pérdidas por rendimiento} \left(\frac{\text{horas}}{\text{semestre}} \right)$$

El tiempo en pérdidas por rendimiento, es el número de horas en que las líneas o máquinas no funcionan al 100% de su capacidad o velocidad nominal. Lo componen los siguientes criterios:

- Velocidades reducidas (Horas/semestre): Para ello se necesita los siguientes datos y cálculos.

La velocidad nominal de producción de cada una de las líneas de proceso tanto en empackado como en sellado. Se obtiene al dividir la producción del mes con mayor pico de producción entre los 26 días del mes. Más un 10% de holgura pues las líneas no funcionan al 100% de su velocidad nominal.

Es así como se obtiene la siguiente tabla con los resultados para cada línea de proceso.

Tabla 23

Velocidad nominal de cada línea de proceso

Línea	Velocidad nominal (pallets/día)	Velocidad nominal (Pallets/Hora)	Horas/pallet
KATTO 01	23.35	0.97	1.03
KATTO 02	22.85	0.95	1.05
Convencional 01	11.68	0.49	2.06
Convencional 02	11.42	0.48	2.10
HandPack 01	3.51	0.15	6.83
HandPack 02	3.43	0.14	7.00
Sellado 01	19.06	0.79	1.26
Sellado 02	19.06	0.79	1.26
Sellado 03	15.25	0.64	1.57
Sellado 04	15.25	0.64	1.57
Sellado 05	7.62	0.32	3.15

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula el promedio de producción mensual de cada línea. Con los datos de julio a diciembre de 2020.

Tabla 24

Producción promedio mensual de cada línea de proceso

Línea	Producción promedio (pallets/mes)
KATTO 01	493
KATTO 02	491
Convencional 01	247
Convencional 02	246
HandPack 01	73
HandPack 02	75
Sellado 01	406
Sellado 02	406
Sellado 03	325
Sellado 04	325
Sellado 05	162

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tiene estos datos se le divide entre los 26 días al mes que procesa y lográndose obtener el número de pallets promedio por día procesan las líneas de empaçado y sellado entre el segundo semestre de 2020. Al contar con este resultado, se puede sacar la diferencia de pallets que se podría haber producido con las máquinas funcionando a su velocidad nominal versus lo que realmente producen a una velocidad reducida.

Una vez que se tiene el número de pallets que se dejan de producir a causa de las velocidades reducidas de las líneas se puede obtener el número de horas por velocidades reducidas al semestre con la siguiente ecuación.

Ecuación 11: Número de horas al semestre por velocidades reducidas de las líneas

$$= N^{\circ} \text{ de pallets que se hubiese podido procesar } \left(\frac{\text{Pallets}}{\text{semestre}} \right)$$

$$* \text{ Velocidad nominal } \left(\frac{\text{horas}}{\text{pallets}} \right)$$

Aplicando este procedimiento y cálculos se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 25

N° de horas perdidas por velocidad reducida

Línea	Velocidad de trabajo (Promedio de producción) (Pallets/día)	Pallets que se hubiese podido procesar	Horas perdidas por velocidad reducida
KATTO 01	18.96	4.39	117
KATTO 02	18.90	3.95	108
Convencional 01	9.49	2.19	117
Convencional 02	9.45	1.97	108
HandPack 01	2.81	0.70	124
HandPack 02	2.87	0.56	102
Sellado 01	15.62	3.44	113
Sellado 02	15.62	3.44	113
Sellado 03	12.49	2.75	113
Sellado 04	12.49	2.75	113
Sellado 05	6.25	1.38	113

Fuente: Elaboración propia

- Micro paradas (Horas/semestre): Las micro paradas se componen de un promedio de 18 minutos por día. Haciendo un total de 46.80 horas/semestre por cada línea de proceso.

Ecuación 12: Número de horas por micro paradas al semestre

$$= \text{Tiempo promedio de microparadas} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{día}} \right) * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 6 \frac{\text{meses}}{\text{semestre}}$$

Ecuación 13: Tiempo efectivo de operación (D)

$$= \text{Tiempo neto de operación} \left(\frac{\text{horas}}{\text{semestre}} \right) \\ - \text{Tiempo en pérdidas por calidad} \left(\frac{\text{horas}}{\text{semestre}} \right)$$

El tiempo en pérdidas por calidad, se compone de:

- Tiempo de no calidad (Horas/semestre): Viene a ser el tiempo que se usa al producir un producto defectuoso y se obtiene al multiplicar el número de pallets defectuosos al semestre por cada línea de proceso por la velocidad nominal (horas/pallet).

Tabla 26

Número de pallets defectuosos por línea de proceso al semestre

Línea	Juli o	Agost o	Setiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e	Tota l
KATTO 01	7	4	22	24	14	13	84
KATTO 02	4	9	19	25	25	11	93
Convencional 01	9	8	15	17	9	11	69
Convencional 02	5	12	13	18	18	6	72
HandPack 01	1	1	3	3	2	2	12
HandPack 02	2	2	1	4	2	2	13
Sellado 01	1	1	4	5	4	3	18
Sellado 02	1	0	4	3	4	5	17
Sellado 03	0	2	5	5	4	3	19
Sellado 04	0	3	5	6	8	4	26
Sellado 05	1	0	1	3	2	2	9

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 14: Número de horas al semestre en tiempo de no calidad

$$= \text{N}^\circ \text{ de pallets defectuosos por línea} \left(\frac{\text{pallet}}{\text{semestre}} \right) * \text{velocidda nominal} \left(\frac{\text{horas}}{\text{pallet}} \right)$$

- Tiempo de reprocesos (horas/semestre): Es el tiempo que se usa en corregir los pallets defectuosos. Y para esta investigación se considera un 20% del tiempo de no calidad, entonces este criterio se calcula de la siguiente manera.

Ecuación 15: Número de horas al semestre en reprocesos por línea

$$= \text{Tiempo de no calidad} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} \right) * 1.20\%$$

Una vez que se obtienen estos criterios se calcula los tres parámetros que componen al OEE.

La disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Ecuación 16: Cálculo de la disponibilidad

$$= \frac{\text{Tiempo disponible (B)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}}{\text{Tiempo de trabajo programado (A)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}} * 100\%$$

Ecuación 17: Cálculo del rendimiento

$$= \frac{\text{T tiempo neto de operación (C)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}}{\text{T tiempo disponible (B)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}} * 100\%$$

Ecuación 18: Cálculo de la calidad

$$= \frac{\text{T tiempo efectivo de operación (D)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}}{\text{T tiempo neto de operación (C)} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}} * 100\%$$

Una vez que se determina estos tres criterios se puede ya calcular el OEE, a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 19: Cálculo del OEE

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

Según la página web ingeniería industrial online.com. En su publicación de Gestión de Mantenimiento. Eficiencia Global de Equipos (OEE). Se debe usar los siguientes parámetros para su calificación como variable cualitativa.

OEE < 65% Crítico. Se producen importantes pérdidas económicas.

65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < OEE < 85% Aceptable. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < OEE < 95% Bueno. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.

OEE > 95% Excelente. Valores World Class. Excelente competitividad.

Tabla 27

Cálculo del OEE para las líneas de proceso

Línea	Disp.	Rend.	Calidad	Tiempo de trabajo programado (Horas/Semestre)	Tiempo disponible (Horas/Semestre)	Tiempo neto de operación (Horas/Semestre)	Tiempo efectivo de operación (Horas/Semestre)	OEE	Calificación
Katto 01	83.8%	94.8%	93.6%	3744	3137	2973	2783	74.3%	Regular
Katto 02	83.8%	95.1%	92.8%	3744	3139	2984	2769	74.0%	Regular
Convencional 01	87.8%	95.5%	90.1%	3744	3288	3140	2828	75.5%	Aceptable
Convencional 02	87.8%	95.8%	89.4%	3744	3288	3149	2816	75.2%	Aceptable
HandPack 01	90.4%	95.9%	94.4%	3744	3385	3245	3065	81.9%	Aceptable
HandPack 02	90.3%	96.5%	93.9%	3744	3381	3263	3063	81.8%	Aceptable
Selladora 01	73.6%	94.2%	98.1%	3744	2757	2598	2548	68.1%	Regular
Selladora 02	73.6%	94.2%	98.2%	3744	2757	2597	2550	68.1%	Regular
Selladora 03	77.6%	95.1%	97.6%	3744	2906	2763	2697	72.0%	Regular
Selladora 04	77.7%	95.1%	96.7%	3744	2908	2764	2674	71.4%	Regular
Selladora 05	84.8%	96.0%	98.0%	3744	3175	3047	2984	79.7%	Aceptable
TOTAL=	82.8%	95.3%	94.6%	41184	34120	32522	30776	74.7%	Regular

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26 muestra el OEE correspondiente para cada línea de proceso, así como también el cálculo general. Se obtiene un resultado de 74.7% que viene a ser Regular. Por lo que la empresa está teniendo pérdidas económicas considerables y una baja competitividad. Entre los meses de julio a diciembre de 2020. Esta tabla se puede observar mejor en el apartado de anexos. (Anexo 02)

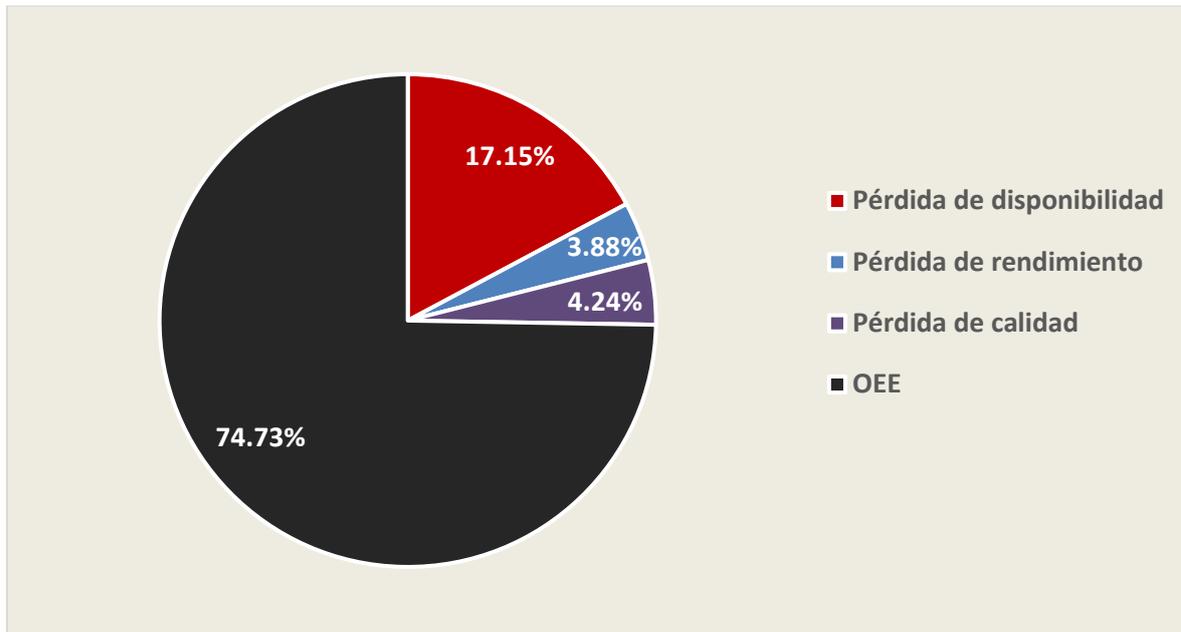


Figura 14. Representación gráfica del OEE actual de la empresa agroindustrial

Fuente: Elaboración propia

e) Número de horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar

Las evaluaciones consisten en los muestreos que realizan cada inspector de calidad con la materia prima en proceso durante la etapa de empaçado y con el cerrado de bolsas en el área de sellado. Estas se realizan en tres momentos por cada pallet. Al inicio, cuando este está a la mitad y cuando se está terminando de armar (390 cajas/pallet).

El tiempo estándar para las evaluaciones que deben de realizar el inspector es de 4 minutos/evaluación. En este sentido, se realiza una toma de tiempos de 90 evaluaciones realizadas. (Anexo 03). De esta medición de tiempos se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 28

Resultado de medición de tiempos en evaluaciones

Evaluaciones	Cantidad	%
Que se encuentran dentro del tiempo estándar	64	71.11%
Que están 1 minutos sobre el tiempo estándar	13	14.44%
Que están 2 minutos sobre el tiempo estándar	9	10.00%
Que están 3 minutos sobre el tiempo estándar	3	3.33%
Que están 4 minutos sobre el tiempo estándar	1	1.11%

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que las evaluaciones que se realizan dentro del tiempo estándar del total de 90 observaciones corresponden a un 71.11%, las evaluaciones que están 1 por sobre el tiempo estándar son 14.44%, las que están 2 minutos sobre el estándar es de 10%, también se tiene las evaluaciones que están 3 minutos por sobre el tiempo normal y estas ascienden a 3.33% y finalmente las que están 4 minutos sobre este tiempo siendo el 1.11%.

Luego de esto se determina en número de evaluaciones que se realiza al mes. Todo esto para el periodo de julio a diciembre de 2020. Se usa la siguiente ecuación.

Ecuación 20: Número de evaluaciones al semestre

$$= \sum \left[N^{\circ} \text{ de pallets producidos al mes} \left(\frac{\text{pallets}}{\text{mes}} \right) * 3 \left(\frac{\text{evaluaciones}}{\text{pallet}} \right) \right]$$

Tabla 29

Número de evaluaciones en el semestre de julio a diciembre de 2020

Mes	Número de evaluaciones mensuales
Julio	3789
Agosto	4431
Setiembre	5307
Octubre	5355
Noviembre	5406
Diciembre	4950
Total	29238

Fuente: Elaboración propia

En seguida se puede calcular ya el número de evaluaciones de todo el semestre que están ya sea 1, 2, 3 y 4 minutos sobre el tiempo estándar con los porcentajes de la tabla 27.

Ecuación 21: Número de evaluaciones fuera del tiempo estándar

$$= N^{\circ} \text{ de evaluaciones al mes} \left(\frac{\text{evaluaciones}}{\text{mes}} \right)$$

* % de evaluaciones fuera del tiempo estándar

Tabla 30

Evaluaciones sobre el tiempo estándar

Mes	Número de evaluaciones mensuales	Evaluaciones dentro del tiempo Estándar	Que están 1 minutos sobre el tiempo estándar	Que están 2 minutos sobre el tiempo estándar	Que están 3 minutos sobre el tiempo estándar	Que están 4 minutos sobre el tiempo estándar
Julio	3789	2694	547	379	126	42
Agosto	4431	3151	640	443	148	49
Setiembre	5307	3774	767	531	177	59
Octubre	5355	3808	774	536	179	60
Noviembre	5406	3844	781	541	180	60
Diciembre	4950	3520	715	495	165	55
Total	29238	20791	4224	2925	975	325

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente se tiene el número de horas que se incurre en evaluaciones fuera del tiempo estándar.

Tabla 31

Número de horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar

Mes	Horas en evaluaciones dentro del tiempo estándar	Horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar
Julio	179.60	30.85
Agosto	210.07	36.10
Setiembre	251.60	43.27
Octubre	253.87	43.72
Noviembre	256.27	44.05
Diciembre	234.67	40.33
Total	1386	238

Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo de julio a diciembre de 2020, la empresa agroindustrial tiene 238 horas en evaluaciones que se efectúan fuera del tiempo establecido que es de 4 minutos/evaluación.

f) Número de horas en reprocesos al semestre

Este criterio viene a ser el tiempo que se usa en reprocesar los pallets defectuosos. Para esta investigación su cálculo se ha establecido de la siguiente manera.

Ecuación 22: Tiempo de que se emplea en reprocesos al semestre

$$= \text{Tiempo de no calidad} \left(\frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} \right) * 1.2$$

Tabla 32

Número de horas en reprocesos al semestre (julio a diciembre de 2020)

Líneas de proceso	Tiempo de reprocesos
Katto 01	103.59
Katto 02	117.24
Convencional 01	170.18
Convencional 02	181.53
HandPack 01	98.42
HandPack 02	109.25
Selladora 01	27.20
Selladora 02	25.69
Selladora 03	35.89
Selladora 04	49.11
Selladora 05	34.00
Total	952.09

Fuente: Elaboración propia

La empresa agroindustrial incurre en 952.09 horas de su tiempo en reprocesar pallets que por alguna razón han salido defectuosos.

2.7. Estimación de pérdidas

En este apartado se presenta el desarrollo de las causas raíz y su impacto económico para la empresa agroindustrial en sus áreas de calidad y producción. El análisis corresponde para el periodo de tiempo que comprende los meses de julio a diciembre de 2020.

i. Plan de mantenimiento preventivo deficiente (CR01)

El costo en el que se incurre mediante esta problemática es un lucro cesante o costo de oportunidad. Pues, el tiempo en que las máquinas están paradas por las averías se deja de producir.

Gracias a la información que brinda la empresa se puede saber el precio de venta de cada pallet. Estos, se conforman de 390 cajas de 1.5 Kg de arándano. Cada caja se compone de 12 clamshells de 125 gr cada uno y estas se vende a S/25.00.

Primeramente, se calcula el número de pallets que se deja de producir por línea de proceso a causa de las paradas por averías durante el semestre. Para esto, se hace uso de la siguiente ecuación.

Ecuación 23: Número de pallets que se dejan de producir a causa de paradas por averías

$$= \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas en reparación } \left(\frac{\text{horas}}{\text{semestre}} \right)}{\text{Velocidad nominal de línea } \left(\frac{\text{horas}}{\text{pallet}} \right)}$$

Una vez que se obtiene el número de pallets que se dejan de producir por línea en el semestre, se puede determinar el lucro cesante o costo de oportunidad para la empresa, de la siguiente manera.

Ecuación 24: Costo de oportunidad o lucro cesante

$$= \text{N}^\circ \text{ de pallets que dejan de producir } \frac{\text{pallets}}{\text{semestre}} * \text{Precio de venta } \frac{\text{soles}}{\text{pallet}}$$

Tabla 33

Costo de oportunidad o lucro cesante que genera la CR01

Línea	Tiempo de reparación (Horas/semestre)	Velocidad nominal de línea Horas/pallet	Pallets que se dejaron de producir por paradas imprevistas (Pallets/Semestre)	Costo de oportunidad o lucro cesante (Soles /semestre)
KATTO 01	37.00	1.03	36	S/351,000.00
KATTO 02	36.67	1.05	35	S/341,250.00
Convencional 01	27.75	2.06	14	S/136,500.00
Convencional 02	28.75	2.10	14	S/136,500.00
HandPack 01	16.67	6.83	2	S/19,500.00
HandPack 02	20.00	7.00	3	S/29,250.00
Selladora 01	11.25	1.26	9	S/87,750.00
Selladora 02	12.25	1.26	10	S/97,500.00
Selladora 03	9.00	1.57	6	S/58,500.00
Selladora 04	7.67	1.57	5	S/48,750.00
Selladora 05	5.67	3.15	2	S/19,500.00
Total	212.67		136	S/1,326,000

Fuente: Elaboración propia

Durante el segundo semestre del año 2020, la empresa agroindustrial deja de percibir un ingreso total de S/1 326 000 a causa de contar con un plan de mantenimiento deficiente. Pues se generan paradas a causa de las averías. Teniendo en las 11 líneas en este periodo de tiempo un total de 212.67 horas en reparación.

ii. Tiempos elevados en la preparación de las líneas del proceso (CR02)

Para realizar el costo que genera esta causa raíz para la empresa, se necesita el dato del salario básico del maquinista el cuál es el encargado del alistado de su línea de proceso correspondiente. Gracias a la información que se recibe por este colaborado se sabe que percibe S/55.00 al día, sin tener en cuenta las horas extras. La empresa realiza sus actividades en 2 turnos de 12 horas cada uno. Entonces para determinar el ingreso bruto que percibe el maquinista al día se toma en cuenta, la normativa peruana donde se establece que a partir de la hora número 8 de trabajo se debe de incrementar en un 25% las 2 segundas horas y en un 35% las otras dos siguientes.

Ecuación 25: Salario básico de maquinista por hora

$$= \frac{\text{Salario base al día } \left(\frac{\text{soles}}{\text{día}}\right)}{12 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}$$

Sabiendo que el maquinista labora 12 horas/día, entonces para calcular el salario bruto total que percibe al día se hace uso de la siguiente ecuación.

Ecuación 26: Sueldo bruto al día de maquinista (Incluida horas extras)

$$= \text{Salario básico de maquinista}(sb) \frac{\text{soles}}{\text{día}} + (sb * 2 * 1.25 + sb * 2 * 1.35)$$

Tabla 34

Costo de horas-hombre en preparación de líneas al semestre

Línea	SMED actual (Horas- hombre/semestre)	(Soles/Hora-Hombre) en preparación de líneas
KATTO 01	257.51	S/1,947.42
KATTO 02	256.73	S/1,941.50
Convencional 01	116.11	S/878.12
Convencional 02	115.64	S/874.56
HandPack 01	30.71	S/232.27
HandPack 02	31.13	S/235.43
Sellado 01	176.15	S/1,332.13
Sellado 02	175.93	S/1,330.50
Sellado 03	126.75	S/958.55
Sellado 04	126.75	S/958.55
Sellado 05	56.33	S/426.02
Total	1469.76	S/11,115

Fuente: Elaboración propia

El tiempo elevado en preparación de las líneas de proceso durante el segundo semestre del 2020, genera un costo de horas hombre para la empresa de S/11 115. Esto sucede puesto que, para las líneas de empacado su tiempo de alistado en promedio es de 15 minutos/Batch y para empacado de 13 minutos/Batch.

iii. Mala distribución de áreas

Esta causa raíz lo que genera es un proceso discontinuo, pues una vez que sale el producto de empaçado se debe de realizar una serie de operaciones como:

- Retirar cajas de línea de empaçado.
- Armar pallet.
- Asegurar pallet con correas de fijación.
- Transportar pallet al área de sellado.
- Ubicar pallet en alguna línea de empaçado.
- Retirar correas de fijación.
- Colocar nuevamente cada caja de pallet en línea de sellado.

Todas estas operaciones anteriores acumulan un tiempo de 12 minutos por cada pallet que se produce, generando a la larga una acumulación de tiempo improductivo. Para determinar el costo que genera esta causa raíz para la empresa se hace uso de tres recursos.

- Horas-hombre: Montacarguista y paletizadores.
- Horas-máquina: Montacarga.

Para los cuáles se tiene la siguiente información.

Tabla 35

Sueldo básico por día de montacarguista y paletizadores

Recursos	Salario básico (Soles/día)
Paletizadores	S/45
Montacarguista	S/50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Tasa de consumo de combustible de montacarga (Kg GLP/hora)

Recursos	Tasa de consumo de combustible (kg GLP/hora)	Costo de GLP (soles/Kg)
Montacarga	2.00	S/1.25

Fuente: Elaboración propia

Con la información de las tablas 34 y 35 se puede determinar ahora el costo por hora del uso de cada uno de estos recursos. Obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 37

Costo por hora de los recursos en sobre procesos

Recursos	Tiempo (minutos/pallet)	Costo por hora (Soles/hora)
Paletizadores	7.50	S/8.25
Montacarguista	4.50	S/9.17
Montacarga	4.50	S/2.50

Fuente: Elaboración propia

La ecuación para determinar el costo por hora de mano de obra ya se explica líneas arriba.

Para el cálculo de costo por hora del montacarga se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 27: Costo de hora-maquina (Montacarga)

$$= \text{Tasa de consumo} \frac{\text{Kg GLP}}{\text{hora}} * \text{Costo de combustible} \frac{\text{Soles}}{\text{Kg GLP}}$$

Para obtener el número de horas-hombre y horas-máquina en sobre procesos durante todo el semestre, se aplica la siguiente fórmula.

Ecuación 28: Número de horas hombre al semestre en sobre procesos.

$$= \text{N}^\circ \text{ de pallets producidos} \frac{\text{pallet}}{\text{semestre}} * \text{Horas}_{\text{hombre}} \frac{\text{HH}}{\text{pallet}}$$

Ecuación 29: Número de horas máquina al semestre en sobre procesos.

$$= \text{N}^\circ \text{ de pallets producidos} \frac{\text{pallet}}{\text{semestre}} * \text{Horas}_{\text{máquina}} \frac{\text{HM}}{\text{pallet}}$$

Al aplicar los cálculos correspondientes se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 38

Costos totales en sobre procesos al semestre

Mes	Horas-hombre empleadas en sobre procesos	Horas-máquina empleadas en sobre procesos	Costos operativos en sobre procesos (Soles/mes)
Julio	252.6	94.725	S/4,636.26
Agosto	295.4	110.775	S/5,421.82
Setiembre	353.8	132.675	S/6,493.70
Octubre	357	133.875	S/6,552.44
Noviembre	360.4	135.15	S/6,614.84
Diciembre	330	123.75	S/6,056.88
Total	1949.2	730.95	S/35,776

Fuente: Elaboración propia

Al tener la distribución de los procesos de manera discontinua, los sobre procesos que se originan generan en un semestre un costo que asciende a S/35 776.

iv. Falta de indicadores de eficiencia

El OEE al hacer uso de varios criterios los cuáles ya algunos de estos están costeados en los otros apartados, para este caso se va a considerar las pérdidas que se generan en la disponibilidad y la calidad del proceso. Puesto que, estas tienen los porcentajes más elevados que afectan a la Eficiencia Global de los Equipos del proceso.

Tabla 39

Porcentaje de pérdidas que afectan al OEE del proceso

Pérdida de disponibilidad	Pérdida de rendimiento	Pérdida de calidad	OEE
17.15%	3.88%	4.24%	74.73%

Fuente: Elaboración propia

Primeramente, para los costos por pérdidas de disponibilidad que representan un 17.15% en la reducción del OEE. Se toma en cuenta solo a las pérdidas por cambio de turno, pues los demás criterios que componen a la disminución de disponibilidad ya están costeados. En este sentido, la siguiente tabla muestra los resultados.

Tabla 40

Costos que generan los cambios de turnos

Línea	Cambio de turno (Horas/Semestre)	Velocidad nominal de línea Horas/pallet	N° de pallets que se dejan de producir por cambio de turno (Pallets/semestre)	Costo de oportunidad por dejar de producir en los cambios de turno (Soles/semestre)
Katto 01	78.00	1.03	76.00	S/741,000
Katto 02	78.00	1.05	74.00	S/721,500
Convencional 01	78.00	2.06	38.00	S/370,500
Convencional 02	78.00	2.10	37.00	S/360,750
HandPack 01	78.00	6.83	11.00	S/107,250
HandPack 02	78.00	7.00	11.00	S/107,250
Selladora 01	78.00	1.26	62.00	S/604,500
Selladora 02	78.00	1.26	62.00	S/604,500
Selladora 03	78.00	1.57	50.00	S/487,500
Selladora 04	78.00	1.57	50.00	S/487,500
Selladora 05	78.00	3.15	25.00	S/243,750
Total				S/4,836,000

Fuente: Elaboración propia

El número de horas que se pierde por semestre en cambio de turno se calcula así.

Ecuación 30: Número de horas al semestre el cambio de turnos por línea del proceso

$$= 30 \frac{\text{minutos}}{\text{día} * \text{línea}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 6 \frac{\text{meses}}{\text{semestre}} = 78 \frac{\text{horas}}{\text{semestre} * \text{línea}}$$

El número de pallets que se dejan de producir por cambio de turnos resulta de la siguiente manera.

Ecuación 31: Número de pallets que se dejan de producir el tiempo de cambio de turno

$$= \frac{\text{Tiempo de cambio de turno} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}}}{\text{Velocidad nominal de línea} \frac{\text{horas}}{\text{pallet}}}$$

El costo de oportunidad que se genera por dejar de producir estos pallets en los tiempos de cambio de turno se define de la siguiente manera.

Ecuación 32: Costo de oportunidad de dejar de producir en tiempos de cambio de turno

$$= N^{\circ} \text{ de pallets que se dejan de producir} \frac{\text{pallets}}{\text{semestre}} * \text{Precio de venta} \frac{\text{soles}}{\text{pallet}}$$

Luego se costea las pérdidas por calidad, donde se toma en cuenta tan solo el tiempo de no calidad, pues el tiempo de reproceso es costeado es la causa raíz número seis (CR06). Entonces, para ello se tiene los datos de los recursos que necesitan para elaborar un pallet.

Tabla 41

Costo por hora para elaborar un pallet

Recursos	Costo por hora (Soles/hora)
Paletizadores	S/8.25
Montacarguista	S/9.17
Montacarga	S/2.50
Maquinista	S/7.56
Inspector	S/6.88
Apoyo de línea	S/7.33
Otros (Electricidad, materiales, etc.)	S/30.00
Total	S/71.69

Fuente: Elaboración propia

El costo de no calidad se representa por la siguiente ecuación.

Ecuación 33: Costo de no calidad (soles/semestre)

$$= \text{tiempo de no calidad} \frac{\text{horas}}{\text{semestre}} * \text{Costo de producción de un pallet} \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

Al aplicar estos cálculos se obtienen los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 42

Costo total de tiempo de no calidad en el semestre

Línea	Tiempo de no calidad (Horas/semestre)	Costo de tiempo de no calidad (Soles/semestre)
Katto 01	86.32	S/6,188
Katto 02	97.70	S/7,004
Convencional 01	141.82	S/10,167
Convencional 02	151.27	S/10,844
HandPack 01	82.02	S/5,879
HandPack 02	91.04	S/6,527
Selladora 01	22.67	S/1,625
Selladora 02	21.41	S/1,535
Selladora 03	29.91	S/2,144
Selladora 04	40.92	S/2,934
Selladora 05	28.33	S/2,031
Total	793.41	S/56,877.28

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente para tener el costo total de estos 2 criterios simplemente se suma, los resultados para los costos que se generan por las pérdidas de disponibilidad y de calidad en el proceso se expresan a continuación.

Tabla 43

Costo total de pérdidas de disponibilidad y calidad del proceso

Línea	Cambio de turno (Horas/Semestre)	Tiempo de no calidad (Horas/semestre)	Costos totales (Soles/semestre)
Katto 01	78	86.32	S/747,188.36
Katto 02	78	97.70	S/728,503.65
Convencional 01	78	141.82	S/380,666.59
Convencional 02	78	151.27	S/371,594.36
HandPack 01	78	82.02	S/113,129.47
HandPack 02	78	91.04	S/113,776.70
Selladora 01	78	22.67	S/606,124.85
Selladora 02	78	21.41	S/606,034.58
Selladora 03	78	29.91	S/489,643.90
Selladora 04	78	40.92	S/490,433.76
Selladora 05	78	28.33	S/245,781.06
Total			S/4,892,877

Fuente: Elaboración propia.

La empresa incurre en un costo de S/4 892 877 en el segundo semestre de 2020, por pérdidas de disponibilidad (Cambios de turno) y de calidad (pallets defectuosos) en los procesos de empaçado y sellado.

v. Área de calidad desordenada

Esta causa raíz genera retrasos en el tiempo de evaluación para los muestreos que se deben de hacer a la materia prima que va pasando por las líneas de empaçado y lo mismo sucede en el área de empaçado. El tiempo estándar en que se debe de realizar una evaluación según la empresa es de 4 minutos. Al tener este dato y el estudio de tiempos de 90 evaluaciones, se puede determinar las horas al semestre de tiempo del estándar en el que incurren los inspectores de calidad. El salario básico por día de estos asciende a S/50.00, pero como se labora en turnos de 12 horas ellos perciben un sueldo bruto por turno de S/82.50.

Tabla 44

Costo en tiempo improductivo por evaluaciones fuera del tiempo estándar

Mes	Horas en evaluaciones dentro del tiempo estándar	Horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar (Horas/mes)	Costo en tiempo improductivo en evaluaciones fuera del tiempo estándar (Soles/mes)
Julio	179.60	30.85	S/212.09
Agosto	210.07	36.10	S/248.19
Setiembre	251.60	43.27	S/297.46
Octubre	253.87	43.72	S/300.55
Noviembre	256.27	44.05	S/302.84
Diciembre	234.67	40.33	S/277.29
Total	1386	238	S/1,638

Fuente: Elaboración propia

La ecuación que permite determinar el costo en tiempo improductivo por evaluaciones fuera del tiempo estándar es la siguiente.

Ecuación 34: Cálculo del costo de tiempo improductivo por evaluaciones fuera del tiempo estándar

$$= N^{\circ} \text{ de horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar} \frac{\text{Horas}}{\text{mes}}$$

$$* \text{ Salario básico de inspector de calidad} \frac{\text{Soles}}{\text{hora}}$$

Y la sumatoria de cada mes resulta el costo en que se incurre en todo el segundo semestre de año 2020, esta pérdida asciende a S/1 638. Esto se genera por no tener el ambiente de trabajo del área de calidad bajo estándares de orden y limpieza.

vi. Falta de capacitación

La falta de capacitación especialmente en el área de calidad genera una serie de reprocesos. Puesto que, al solo estar alguno de los inspectores aptos para firmar las validaciones se genera saturación de los mismo. Esto produce que parámetros erróneos sean aprobados. Esta problemática se hace evidente especialmente en los códigos de trazabilidad de cada clamshel, al estar este parámetro incorrecto necesariamente se tiene que reprocesar nuevamente el producto.

Para realizar el coste de esta causa raíz se toma en cuenta todos los recursos operativos que se necesitan en los procesos.

Tabla 45

Recursos necesarios en los procesos de empaçado y sellado

Recursos	Costo por hora (Soles/hora)
Paletizadores	S/8.25
Montacarguista	S/9.17
Montacarga	S/2.50
Maquinista	S/7.56
Inspector	S/6.88
Apoyo de línea	S/7.33
Otros (Electricidad, materiales, etc.)	S/30.00
Total	S/71.69

Fuente: Elaboración propia

El costo del proceso es a razón de 71.69 soles/hora.

Tabla 46

Costo por reprocesos (Soles/semestre)

Líneas de proceso	Tiempo de reprocesos (Horas/semestre)	Costo por reprocesos (Soles/línea)
Katto 01	103.59	S/7,426.03
Katto 02	117.24	S/8,404.38
Convencional 01	170.18	S/12,199.91
Convencional 02	181.53	S/13,013.24
HandPack 01	98.42	S/7,055.37
HandPack 02	109.25	S/7,832.04
Selladora 01	27.20	S/1,949.82
Selladora 02	25.69	S/1,841.50
Selladora 03	35.89	S/2,572.68
Selladora 04	49.11	S/3,520.51
Selladora 05	34.00	S/2,437.27
Total	952.09	S/68,253

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el costo de reprocesos durante el semestre de julio a diciembre de 2020, se realiza mediante la siguiente fórmula.

Ecuación 35: Costo por reprocesos en el semestre (Julio a diciembre de 2020)

$$= \text{T tiempo de reprocesos} \frac{\text{Horas}}{\text{semestre}} * \text{Costo de proceso} \frac{\text{Soles}}{\text{Hora}}$$

Durante este periodo de tiempo la empresa incurre en un costo por reprocesos de S/68 253.

2.7.1 Resumen de estimación de pérdidas

Tabla 47

Resumen de estimación de pérdidas (soles/semestre)

Causa raíz	Costos actuales (Soles/Semestre)
CR01: Plan de mantenimiento preventivo deficiente	S/1,326,000.00
CR02: Tiempos elevados en la preparación de las líneas de proceso	S/11,115.04
CR03: Mala distribución de áreas	S/35,775.94
CR04: Falta de indicadores de eficiencia	S/4,892,877.28
CR05: Área de calidad desordenada	S/1,638.43
CR06: Falta de capacitación	S/68,252.74
Total	S/6,335,659.43

Fuente: Elaboración propia

La empresa agroindustrial en el segundo semestre del año 2020, debido a las problemáticas en sus áreas de producción y calidad que abarcan los procesos de empaclado y sellado tiene unas pérdidas económicas que ascienden a S/6 335 659.43. De no implementarse la mejora, estas pérdidas y problemáticas seguirían perjudicando la eficiencia y rentabilidad de esta compañía.

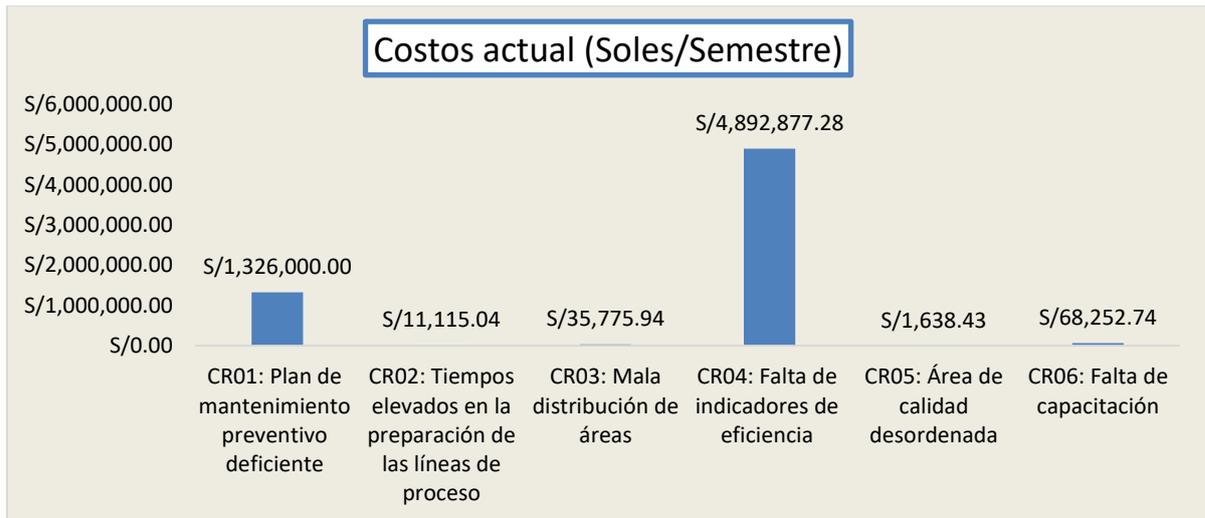


Figura 15. Costo actuales de causas raíz de mayor impacto en las áreas de producción y calidad

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico las causas raíz con mayor impacto económico para la empresa son la falta de indicadores de eficiencia (OEE) y contar con el plan de mantenimiento deficiente (Averías).

2.8. Propuesta de mejora

La propuesta de mejora consiste en la aplicación de un conjunto de herramientas de ingeniería, las cuáles se seleccionan de acuerdo con la causa raíz del problema en específico presente en las áreas de calidad y producción de la empresa agroindustrial. Las metodologías seleccionadas para la presente investigación son:

- Plan de mantenimiento preventivo.
- Sistema SMED.
- Propuesta de un nuevo Layout.
- Manejo de indicadores de eficiencia: OEE.
- Metodología de las 5S.
- Plan de capacitación.

2.9. Desarrollo de propuesta de mejora

El desarrollo de la propuesta se plantea para el periodo a partir de julio del año 2021, donde nuevamente la empresa inicia su campaña de producción de arándano en fresco.

2.9.1. Plan de mantenimiento preventivo

La empresa agroindustrial maneja un plan de mantenimiento preventivo, por lo que la propuesta se enfoca en mejorar el ya existente. Con el planteamiento de nuevas formas de trabajo, que incluye el manejo de formatos y registros para tener un mejor control de las actividades de esta área.

La implementación de esta propuesta sigue el siguiente cronograma.

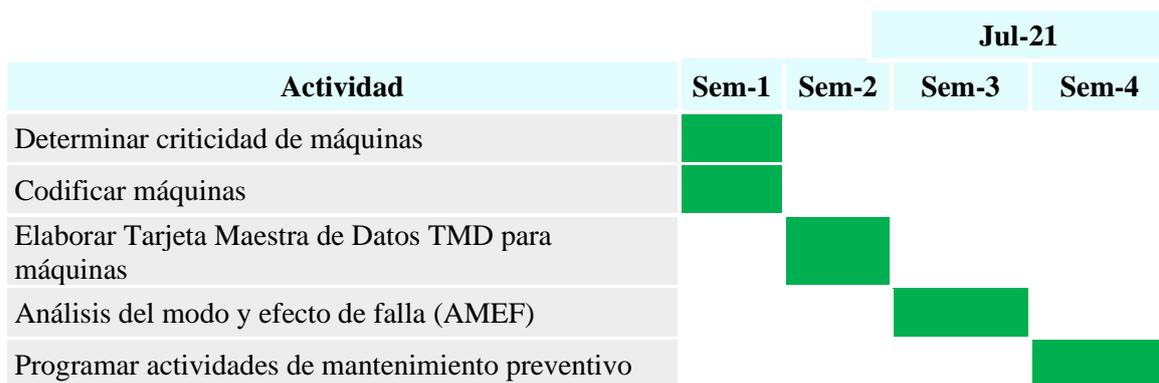


Figura 16. Cronograma para implementación de plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El inicio de implementación sucede la primera semana del mes de julio del 2021 y se proyecta hasta la cuarta semana del mismo mes, para poder ejecutar todas las actividades de este. El responsable de implementación de esta herramienta es el jefe de mantenimiento, el cuál debe de supervisar la etapa de desarrollo y posteriormente la ejecución.

La primera etapa del plan de mantenimiento consiste en la determinar la criticidad de las máquinas, este criterio permite conocer con exactitud dependiendo de una serie de factores

la importancia que tienen cierta máquina o línea de proceso para la empresa. Asimismo, permite enfocar más recursos y atención a las mismas.

Para el cálculo de la criticidad de las líneas de proceso dentro de la empresa, se usa la siguiente tabla.

Tabla 48

Tabla de ponderación para determinar criticidad de las líneas de proceso

Variables	Concepto	Ponderación
Producción	Para	4
	Reduce	2
	No para	0
Daños secuenciales		
A la máquina	Sí	2
	No	0
Al proceso	Sí	3
	No	0
Al personal operador	Riesgo	1
	Sin riesgo	0
Dependencia logística	Extranjero	2
	Local	0
Dependencia mano de obra	Terceros	2
	Propia	0
Prob. de fallas (confiabilidad)	Alta	1
	Baja	0
Facilidad de reparación (mantenibilidad)	Alta	1
	Baja	0

Fuente: Elaboración propia

El cálculo correspondiente del nivel de criticidad de las líneas de procesos se puede encontrar en el (Anexo 04).

De acuerdo con los factores de la tabla 47 los niveles de criticidad y la frecuencia de mantenimiento preventivo son:

Tabla 49

Calificación de los niveles de criticidad

Criterio	Calificación	Frecuencia de mantenimiento preventivo
0 <= Criticidad <= 8	Leve	Semanal
8 < Criticidad <= 12	Regular	Inter diaria
12 < Criticidad <= 16	Alta	Diaria

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer la criticidad de los equipos, se plantea la codificación de los mismo y sus componentes para facilitar el proceso de identificación y seguimiento.

La codificación se divide en 2 partes. En un código general para toda la línea de proceso y un código específico para componente de la línea. Los códigos serán alfanuméricos, es decir *se componen de números y letras de alfabeto.*

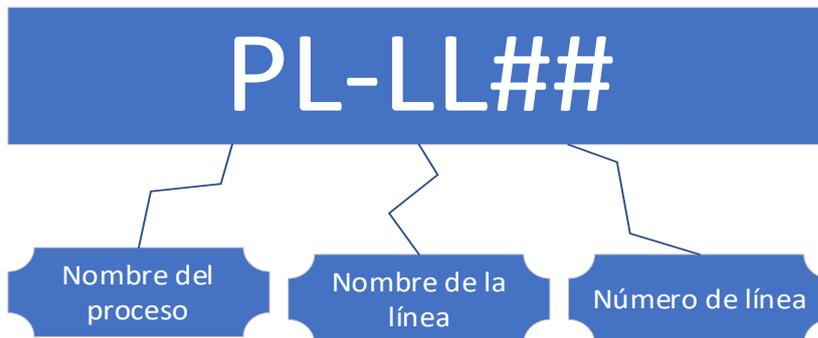


Figura 17. Formato de código general para líneas de proceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Códigos generales para líneas de proceso

Líneas de proceso	Código general
Katto 01	PE-KT01
Katto 02	PE-KT02
Convencional 01	PE-LC01
Convencional 02	PE-LC02
HandPack 01	PE-HP01
HandPack 02	PE-HP02
Selladora 01	PS-LS01
Selladora 02	PS-LS02
Selladora 03	PS-LS03
Selladora 04	PS-LS04
Selladora 05	PS-LS05

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede apreciar cada uno de los códigos que corresponde a las líneas. Donde PE se refiere a que dicha línea se encuentra en el proceso de empaclado, PS a todas las líneas del proceso de sellado. Las dos siguientes letras son las iniciales de cada línea y los números finales al número de esta.

Ahora para la codificación de los componentes se realiza a través de la siguiente estructura.



Figura 18. Formato para código completo de línea y componente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Código para componentes de la línea de empackado Katto 01

Línea	Código
Katto 01	PE-KT01
Tolva	PE-KT01-TOV
Calibradora	PE-KT01-CAL
Seleccionadora	PE-KT01-SEL
Separadora	PE-KT01-SEP
Faja transportadora	PE-KT01-FJT
Llenadora	PE-KT01-LLE
Etiquetadora	PE-KT01-ETQ
Tablero de control	PE-KT01-TBC

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar la codificación que corresponde a cada componente que componen a la línea de empackado Katto 01. Las tres últimas letras son las iniciales de cada componente.

Tabla 52

Código para componentes para la línea de empackado HandPack 01

Línea	Código
HandPack 01	PE-HP01
Distribuidora	PE-HP01-DIS
Faja transportadora	PE-HP01-FJT
Llenadora	PE-HP01-LLE
Etiquetadora	PE-HP01-ETQ
Tablero de control	PE-HP01-TBC

Fuente: Elaboración propia

Al igual que para la línea Katto 01, la línea HandPack se compone de una serie de componentes o equipos individuales que son identificados con las iniciales de sus nombres correspondientes.

El proceso de codificación se realiza para las 11 líneas de los procesos de empaçado y sellado. Su código va plasmado en su estructura externa con un color de pintura visible y fácil de identificar. Esta sustancia cumple los parámetros de inocuidad, eliminando la posibilidad de alguna contaminación cruzada.

Una vez que se tiene identificadas las máquinas o líneas por su nivel de criticidad y ya están debidamente codificadas se procede a elaborar la Tarjeta Maestra de Datos TMD para estas. Este formato recoge toda la información útil de cada línea y sus componentes. Estos datos se usan cada vez que se ejecute una actividad de mantenimiento. La TMD está compuesta de la siguiente manera.

Logo y nombre de empresa	ÁREA DE MANTENIMIENTO		Fecha:														
TARJETA MAESTRA DE DATOS DE MÁQUINAS			Versión:														
Máquina:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Código: <input style="width: 30px;" type="text"/>	Fabricada por: <input style="width: 150px;" type="text"/>														
Nivel de criticidad:	<input style="width: 80%;" type="text"/>		Garantía: <input style="width: 150px;" type="text"/> Años														
Frecuencia de mantenimiento:	<input style="width: 80%;" type="text"/>																
Fecha de compra:	<input style="width: 80%;" type="text"/>		País de fabricación: <input style="width: 150px;" type="text"/>														
Tiempo de uso:	<input style="width: 80%;" type="text"/> Años																
Tipo de accionamiento:	<input style="width: 80%;" type="text"/>																
Componentes	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 60%;"></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>											<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">Código</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Recomendaciones para mantenimiento</td><td></td></tr> </table>	Código		Recomendaciones para mantenimiento		
Código																	
Recomendaciones para mantenimiento																	

Figura 19. Tarjeta Maestra de Datos (TMD)

Fuente: Elaboración propia

La consolidación de los datos para la tarjeta maestra se lleva acabado por toda el área de mantenimiento, debe participar el jefe, los técnicos y todos los operarios que están en contacto directo con estas. Su importancia radica en la información que contiene de cada línea y sus componentes. Asimismo, presenta recomendaciones para ejecutar una acción.

Otro factor clave que permite mejorar el plan de mantenimiento es conocer el tipo de fallos que se presentan en las máquinas en base a tres criterios.

- Severidad: Que pueden representar para el proceso, la máquina o para el operador.
- Incidencia: La frecuencia con la que se presentan estos fallos.
- Detección: Conocer la facilidad de identificar estos fallos.

Y una herramienta que permite realizar todo esto, es el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF). La metodología permite identificar los fallos que se dan en las máquinas y las consecuencias que estos originan. A través del indicador IPR que puede tomar valor desde 1 a 1000, se puede cualificar los fallos como normales, potenciales o críticos.

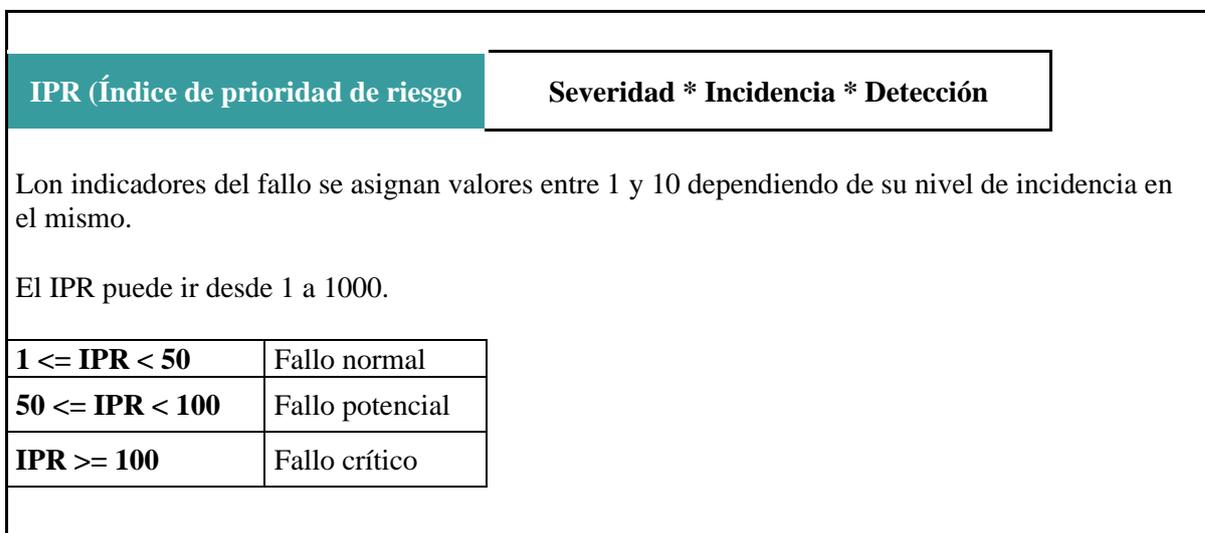


Figura 20. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)-AMEF

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el análisis AMEF para una de las líneas principales que conforman el proceso de empaclado.

Nombre y logo de empresa		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA-AMEF				Versión:	
						N°:	
Código							
Procesos:		Empacado	PE	Elaborado por:			
Línea:		Katto 01	PE-KT01	Revisado por:			
Componente:		Separadora	PE-KT01-SEP				
Modo de falla	Efecto de falla	Causas de la falla	Indicadores de fallo			IPR	Estado
			Severidad	Incidencia	Detección		
Descalibración del sistema computarizado	Separación de materia prima en buenas condiciones	Mala configuración	6	5	2	60	Potencial
		Falla en sensores	8	2	8	128	Crítico
		Sobrecarga a máquina	3	3	3	27	Normal
		Manipulación involuntaria	1	5	4	20	Normal
		Corte de energía	8	2	1	16	Normal
Aflojamiento de brazos separadores	Materia prima con defectos no es separada	Sobrecarga a máquina	3	3	3	27	Normal
		Desgaste de rodamientos	8	2	6	96	Potencial
		Adherencia de polvo	4	8	2	64	Potencial
		Falta de lubricación	3	4	3	36	Normal

Figura 21. Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) para línea Katto 01

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el fallo que se presenta en la línea Katto 01 en la máquina separadora es la falla de los sensores, con un IPR igual a 128. Este fallo produce que el sistema computarizado se desconfigure y como consecuencia para el proceso es que se separa materia prima en buenas condiciones.

Esta herramienta se aplica para todas las líneas de proceso y así hacer más eficiente el trabajo de mantenimiento. Donde se conoce y clasifica los posibles fallos, su nivel de incidencia, severidad.

El mantenimiento preventivo se ejecuta de acuerdo con el nivel de criticidad de las máquinas, este puede ser diario, inter diario y/o semanal. La ejecución de las tareas de manto se realiza durante las paradas por refrigerio que es de 45 minutos por cada turno. La tarea se compone de las siguientes operaciones.

Tabla 53

Actividades de mantenimiento preventivo rutinario

Actividad	Tiempo (minutos/día)
Análisis de vibraciones	10
Lubricación	10
Prueba de calibración	20
Ajustes	5
Total	45

Fuente: Elaboración propia

La inversión necesaria para la implementación de la mejora del plan preventivo en la empresa agroindustrial se compone así.

Tabla 54

Inversión para implementar plan de mantenimiento preventivo

Recursos	Soles
Mano de obra	S/10,551.67
Equipo para medir vibraciones	S/21,700.00
Otros (materiales, insumos, etc.)	S/10,000.00
Total	S/42,251.67

Fuente: Elaboración propia

La inversión comprende la compra de un instrumento especial que permite realizar el análisis de vibraciones de los equipos que conforman las líneas. Con el objetivo de detectar a tiempo alguna falla o anomalía.

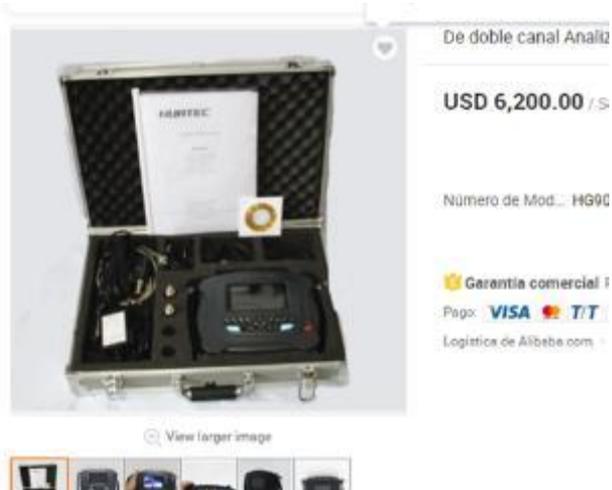


Figura 22. Instrumento para análisis de vibraciones de equipos

Fuente: Mercadolibre.com

La mano de obra necesaria para toda la etapa de implementación del plan de manto se compone.

Tabla 55

Mano de obra necesaria para implementación de plan de mantenimiento preventivo

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Jefe de mantenimiento	S/65.00	S/5.42	156
Técnico de manto 1	S/55.00	S/4.58	208
Técnico de manto 2	S/55.00	S/4.58	208
Operario de manto 1	S/50.00	S/4.17	312
Operario de manto 2	S/50.00	S/4.17	312
Operario de manto 3	S/50.00	S/4.17	312
Operario de manto 4	S/50.00	S/4.17	312
Operario de manto 5	S/50.00	S/4.17	312
Operario de manto 6	S/50.00	S/4.17	312

Fuente: Elaboración propia

2.9.2. Metodología SMED (Single Minute Exchange of Die)

Esta herramienta se enfoca en reducir el tiempo de alistado de las líneas de proceso. Su implementación se proyecta para una semana de duración que tiene lugar en el inicio del mes de julio de 2021. A continuación, se muestra el tiempo actual que toma preparar las líneas en empaçado y sellado respectivamente.

Tabla 56

Tiempo de preparación actual de líneas de empaçado

Etapas SMED: Empaçado	Tiempo (minutos)
1°. Calibrar línea de proceso	5.00
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	4.00
3°. Verificación de parámetros	2.00
4°. Validación de parámetros	0.50
5°. Regresar a línea de proceso	4.00
6°. Encender línea	0.17
Total	15.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57

Tiempo de preparación actual de líneas de sellado

Etapas SMED: Sellado	Tiempo (minutos)
1°. Calibrar línea de sellado	4.00
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	3.00
3°. Verificación de parámetros	2.00
4°. Validación de parámetros	0.50
5°. Regresar a línea de sellado	3.00
6°. Encender línea	0.50
Total	13.00

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se aprecia las actividades y el tiempo que toman cada una de ellas en la preparación de las líneas del proceso. SMED, lo que hace es reducir este tiempo a un dígito, es decir debe de ser menos a 10 minutos por Batch.

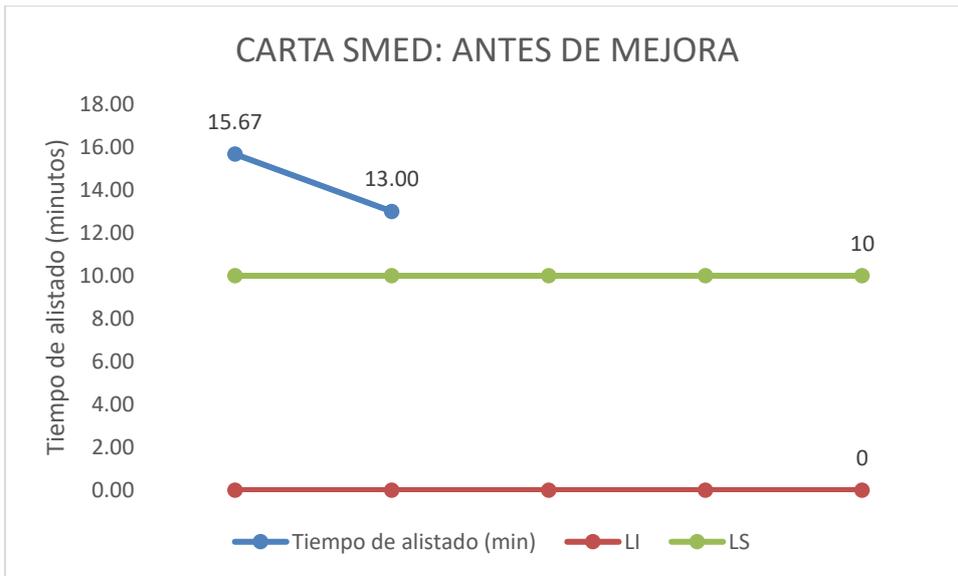


Figura 23. Gráfico de control de tiempo SMED antes de mejora

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el figura anterior el tiempo de alistado y/o preparación de las líneas de procesos de empaclado y sellado de arándano, superan los 10 minutos que establece la metodología SMED.

Para la implementación de la herramienta se sigue siguiente cronograma de actividades.

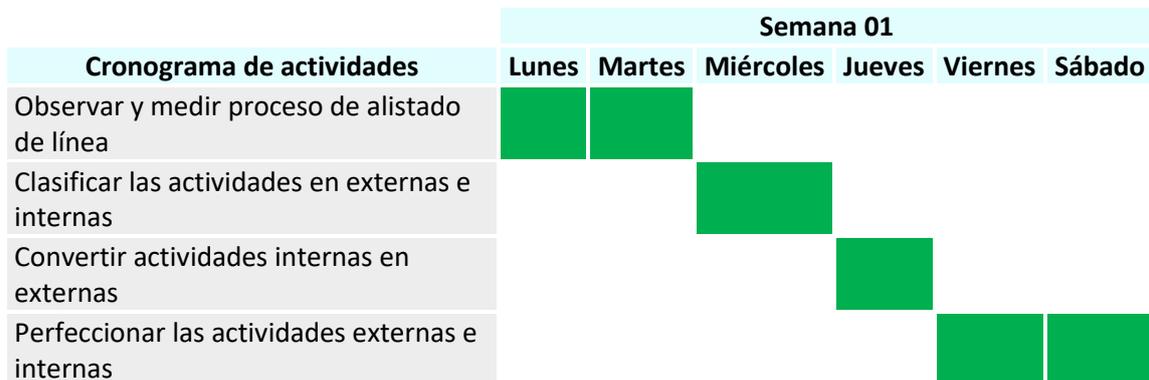


Figura 24. Cronograma de actividades para implementación de metodología SMED

Fuente: Elaboración propia

Al tener ya el tiempo del proceso de alistado de las líneas de proceso, se prosigue con la identificación de estas actividades ya sea como internas o externas.

- Actividades internas: La máquina o línea de proceso debe de estar paralizada o sin funcionamiento.
- Actividad externa: Son actividades que pueden ejecutarse aun cuando la línea esté prendida o en funcionamiento.

El objetivo de SMED es analizar estas actividades y convertir la mayor cantidad posible de internas a externas, u otra opción eliminar actividades internas si es posible.

Al analizar las actividades que componen el alistado de las líneas se obtienen estos resultados.

Tabla 58

Identificación de actividades en proceso de alistado de líneas de empaçado

Etapas SMED: Empacado	Tipo de actividad
1°. Calibrar línea de proceso	Interna
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	Externa
3°. Verificación de parámetros	Interna
4°. Validación de parámetros	Interna
5°. Regresar a línea de proceso	Externa
6°. Encender línea	Interna

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Identificación de actividades en proceso de alistado de líneas de sellado

Etapas SMED: Sellado	Tipo de actividad
1°. Calibrar línea de sellado	Interna
2°. Llevar parámetros al inspector de calidad	Externa
3°. Verificación de parámetros	Interna
4°. Validación de parámetros	Interna
5°. Regresar a línea de sellado	Externa
6°. Encender línea	Interna

Fuente: Elaboración propia

Como ya se menciona líneas arriba SMED, lo que busca es convertir actividades internas a externas o en todo caso eliminarlas. En este, sentido la propuesta consiste en eliminar ciertas actividades del proceso de alistado y así reducir los tiempos.

La mejora es proveer de equipo móviles a cada maquinista e inspector de las líneas y a través de un aplicativo móvil (WhatsApp) validar los parámetros. De la siguiente manera, el maquinista configura los parámetros de la línea, luego toma una foto de esta configuración y lo envía al inspector de calidad a través de la aplicación. Este último recibe la foto con la configuración de la línea, revisa y compara con los estándares pre establecidos para cada proceso, cliente, presentación y aprueba o envía las correcciones necesarias por el mismo aplicativo al maquinista. Eliminando así actividades de desplazamientos del personal, que al final se traduce como tiempos improductivos. Y el proceso de alistado queda representado de la forma siguiente.

Tabla 60

Nuevas actividades de preparación de líneas de empaçado

Etapas SMED: Empacado	Tiempo (minutos)	Tipo de actividad
1°. Calibrar línea de empaçado	5.00	Interna
2°. Enviar por WhatsApp parámetros configurados	0.08	Interna
3°. Esperar respuesta de validación de inspector	1.00	Interna
6°. Encender línea	0.17	Interna
Total	6.25	

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de alistado para el área de empaçado se reduce en un 60.11%.

Tabla 61

Nuevas actividades para la preparación de líneas de sellado

Etapas SMED: Sellado	Tiempo (minutos)	Tipo de actividad
1°. Calibrar línea de sellado	4.00	Interna
2°. Enviar por WhatsApp parámetros configurados	0.08	Interna
3°. Esperar respuesta de validación de inspector	1.00	Interna
6°. Encender línea	0.50	Interna
Total	5.58	

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de preparación de las líneas de sellado se reduce en un 57.08%.

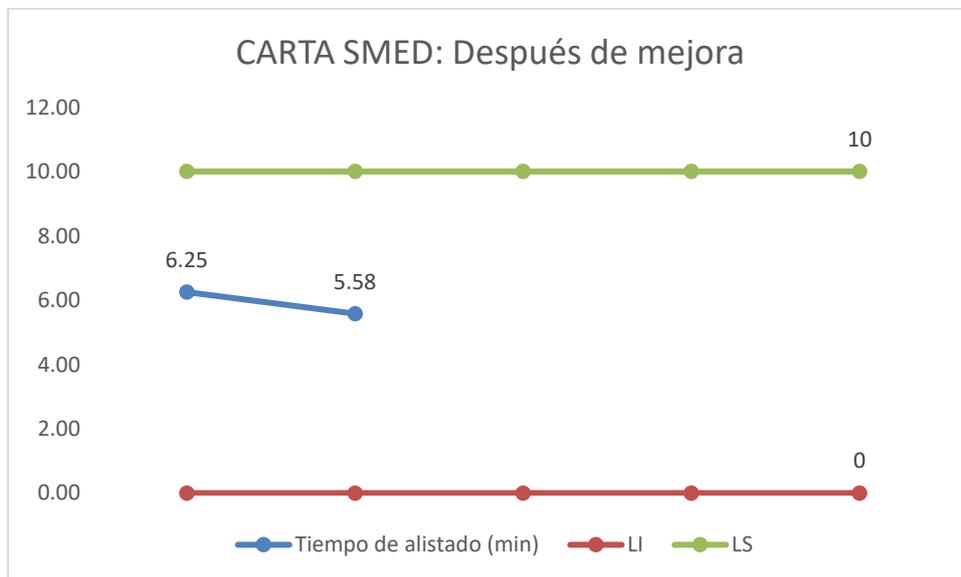


Figura 25. Gráfico de control de tiempo SMED después de mejora

Fuente: Elaboración propia

Luego de la implementación de la mejora basada en la metodología SMED, se observa en la figura 25, que ahora el tiempo de preparación de las líneas para los procesos de empaclado y sellado, se encuentran dentro de lo establecido por la herramienta SMED.

La inversión necesaria para la implementación de SMED es:

Tabla 62

Inversión para implementación de metodología SMED

Recursos	Soles
Mano de obra	S/685.00
Equipos celulares (Marca Samsung)	S/6,237.00
Otros (materiales, insumos, etc.)	S/205.50
Total	S/7,127.50

Fuente: Elaboración propia

El responsable de la implementación de esta herramienta es el jefe de calidad. El cual juntamente con un inspector y un personal de apoyo en línea llevan a cabo las actividades de ejecución de la metodología.

Tabla 63

Mano de obra necesaria para implementación de SMED

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Jefe de calidad	S/65.00	S/5.42	36
Inspector de calidad	S/55.00	S/4.58	72
Apoyo de línea	S/40.00	S/3.33	48

Fuente: Elaboración propia

El otro componente de la inversión es la compra de equipos móviles para la validación de los parámetros mediante WhatsApp. Se compran 22 de estos teléfonos los cuales lo manejan los maquinistas y cada inspector de calidad encargado de esa línea.



Figura 26. Modelo de equipo celular

Fuente: Mercadolibre.com

2.9.3. Propuesta de nuevo Layout

Con el objetivo de eliminar actividades innecesarias o sobre procesos en las operaciones, se plantea una nueva distribución donde empaclado y sellado se realice en una línea continua.

Su implementación se proyecta para un mes de duración, julio de 2021. Se sigue el siguiente cronograma.

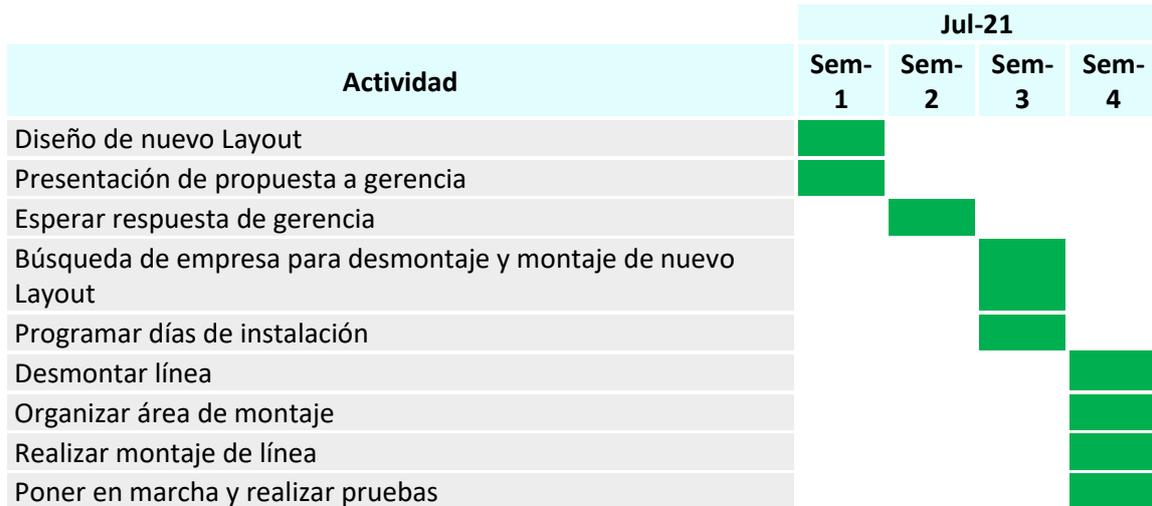


Figura 27. Cronograma de actividades para implementación de nuevo Layout

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra parte del plano de la nueva distribución de la planta agroindustrial. Plano completo ver (Anexo 05).

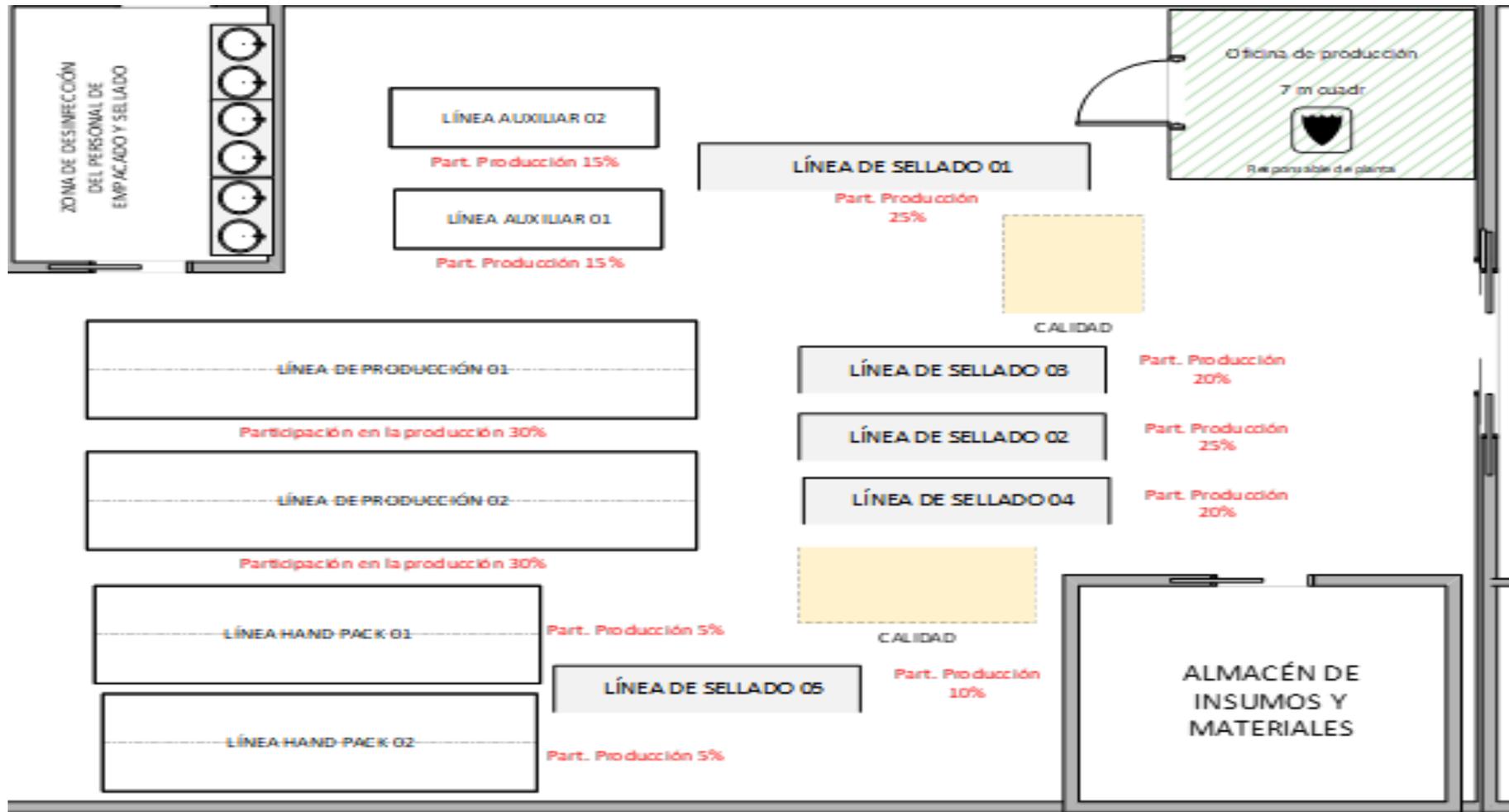


Figura 28. Nueva distribución de proceso de empaclado y sellado

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, las líneas de sellado se colocan justo después de cada línea de empaçado. Se elimina las operaciones de armar el pallet luego de empaçado, asegurarlo, transportarlo a sellado. El producto como va saliendo de las líneas de empaçado, inmediatamente continúa su flujo hacía sellado.

La inversión necesaria para la nueva distribución es:

Tabla 64

Inversión necesaria para nuevo Layout de planta

Recursos	Soles
Mano de obra	S/8,580.00
Diseño	S/5,000.00
Costo de desmontaje y montaje de líneas	S/1,000,000.00
Costo de paralización de operaciones	S/2,808,000.00
Otros	S/30,000.00
Total	S/3,851,580.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Mano de obra necesaria en la implementación de nuevo Layout

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Gerente de planta	S/250.00	S/20.83	156
Gerente de producción	S/150.00	S/12.50	156
Jefe de calidad	S/65.00	S/5.42	208
Jefe de producción	S/65.00	S/5.42	208
Jefe de mantenimiento	S/65.00	S/5.42	208

Fuente: Elaboración propia

El responsable que se asigna esta propuesta es sobre el gerente de planta y gerente de producción. Pues por el elevado monto necesario para su implementación y las decisiones estratégicas que se requieren. Como es el caso de parar la producción para el desmontaje y montaje de las líneas. La ventaja es que se implementa en el inicio del mes de julio donde la producción de arándano es la mínima de la campaña.

Tabla 66

Pallets que dejan de producir por la instalación del nuevo Layout

Línea de proceso	Producción en Julio 2020	Producción diaria (Pallets/día)	Pallets dejados de producir por instalación de nuevo Layout (Pallets/semana)
KATTO 01	385	15	90
KATTO 02	380	15	90
Convencional 01	193	7	42
Convencional 02	190	7	42
HandPack 01	55	2	12
HandPack 02	60	2	12
Total	1263	48	288

Fuente: Elaboración propia

El proceso de instalación del nuevo Layout se proyecta para una semana, donde se dejan de producir 288 pallets.

2.9.4. Manejo de indicadores de eficiencia (OEE)

Para el manejo de los indicadores de eficiencia global se contrata una especialista en Power BI, software que permite el análisis de indicadores. A través de este sistema se muestra el OEE el cuál se actualiza en tiempo real. Se puede observar en toda la nave de proceso y permite reajustar al instante alguna variación en el proceso.

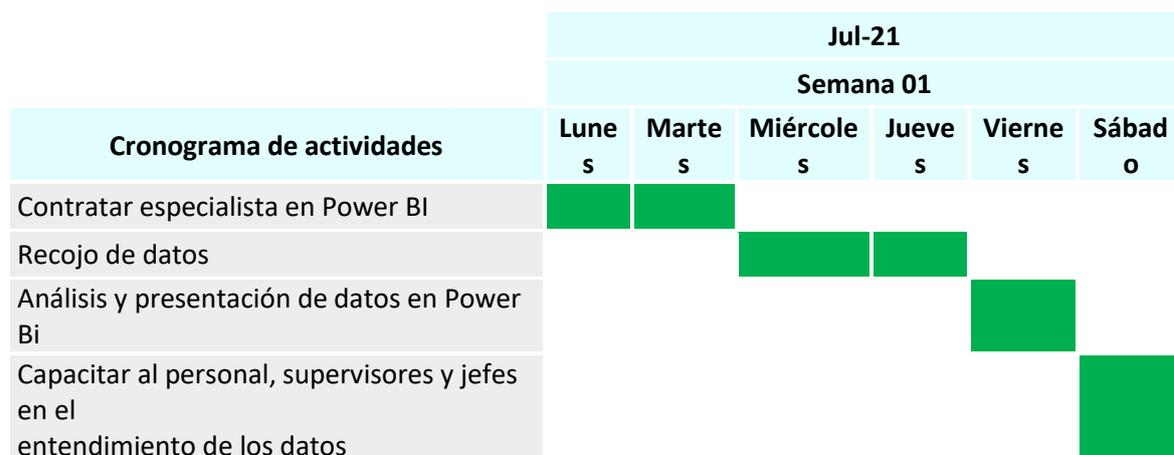


Figura 29. Cronograma de actividades para la implementación de indicadores de eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

Inversión en la propuesta de implementación de indicadores de eficiencia

Recursos	Soles
Mano de obra	S/2,786.67
Televisor LED de 60" para mostrar datos en nave de proceso	S/6,450.00
Otros	S/1,000.00
Total	S/10,236.67

Fuente: Elaboración propia

Implementar esta propuesta la empresa debe de invertir S/10 236.67. El responsable de la implementación, recojo de datos y funcionamiento es el especialista en análisis de datos. Para la etapa de recojo de información participan los jefes de calidad, producción y mantenimiento. Pues el analista necesita de mucha información para armar la estructura del OEE. Asimismo, al final de la implementación se brinda una capacitación de hora y media a los 150 operarios que laboran en empackado y sellado.

Tabla 68

Costos en mano de obra para implementación de indicadores de eficiencia

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Especialista en Power Bi	S/65.00	S/5.42	72
Jefe de calidad	S/65.00	S/5.42	48
Jefe de producción	S/65.00	S/5.42	48
Jefe de mantenimiento	S/65.00	S/5.42	208
Operarios	S/40.00	S/3.33	225

Fuente: Elaboración propia

2.9.5. Metodología de 5S

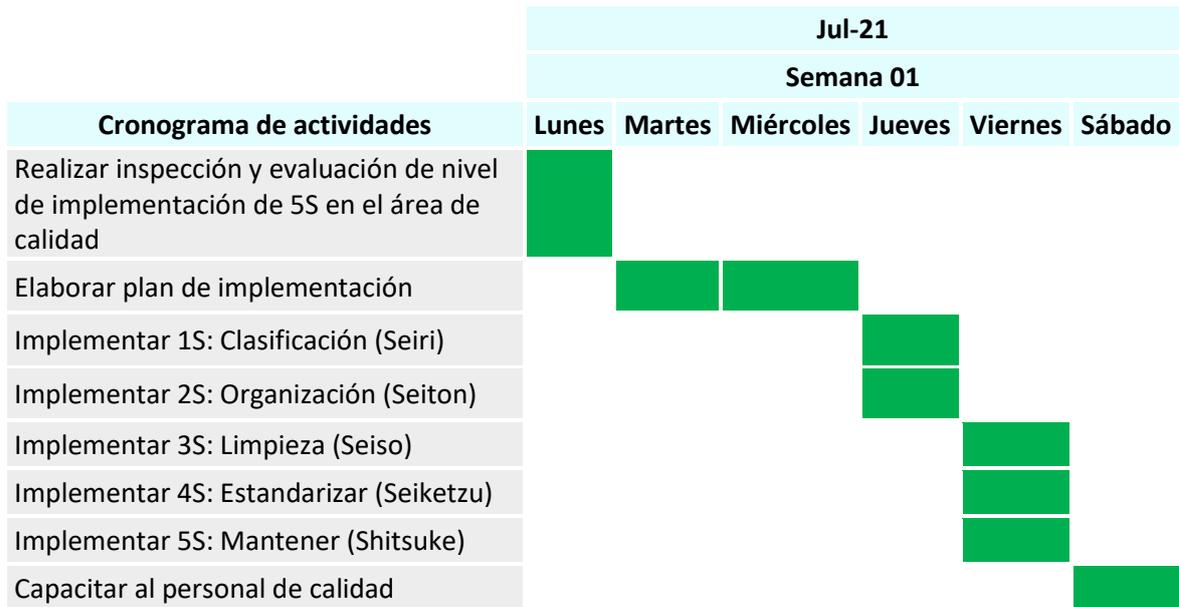


Figura 30. Cronograma de implementación de 5S

Fuente: Elaboración propia

Como primera etapa de la implementación se realiza una auditoría al área de trabajo de calidad para verificar el cumplimiento de los estándares de orden y limpieza, para ello se hace uso del siguiente check List. El cuál permite determinar el nivel de implementación de 5S en un centro de trabajo.

Id	S1=Seiri=Clasificar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Los materiales, herramientas e instrumentos están debidamente clasificados por tipo en el área de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿En el área de trabajo solo se tiene lo necesario?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Existe una zona o lugar destinado para materiales o elementos sin uso?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Existen objetos o materiales destinados para la limpieza del área y están debidamente identificados?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿La ubicación y distribución del área de trabajo es la adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	¿Se clasifica los residuos generados en el área en una zona en específico e identificada?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	¿Se hace uso de tarjetas de color (Rojo, amarillo) para identificar elementos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	A primera impresión, ¿Se observa un nivel de clasificación de materiales, herramientas e instrumentos en el área de calidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntuación		9	
Nivel de implementación		Bueno	

Figura 31. Nivel de implementación de primera S=Seiri en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Id	S2=Seiton=Ordenar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S2
1	¿Está definida de manera clara el área de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Los materiales, herramientas e instrumentos que se usan se regresan a su sitio indicado?	<input type="checkbox"/>	
3	¿La mesa donde se realizan las evaluaciones de materia prima está ordenada?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Cuándo finaliza la jornada laboral los colaboradores ordenan su área de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
5	¿No hay obstáculos para acceder a los materiales, herramientas e instrumentos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Las mesas de trabajo no están con materiales sin uso o materia prima ya evaluada.	<input type="checkbox"/>	
7	¿Se hace uso de métodos de gestión visual que facilita el orden e identificación en el ambiente de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	¿Los materiales, herramientas e instrumentos están ordenados por frecuencia de uso?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existen soportes, estantes, clasificadores que faciliten el orden en el área de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Existe un método preestablecido para el ordenamiento del área?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntuación		5	
Nivel de implementación		Regular	

Figura 32. Nivel de implementación de segunda S=Seiton en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Id	S3=Seiso=limpiar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S3
1	El área de trabajo se encuentra limpia. (No se observa manchas, polvo o restos de materia prima).	<input type="checkbox"/>	
2	¿Los materiales, herramientas e instrumentos se encuentran limpios?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Los materiales, herramientas, instrumentos y mesas de trabajo se encuentran en buen estado?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿La distribución del área de trabajo facilita la limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿La ropa de trabajo de los colaboradores cumple los estándares básicos de limpieza e inocuidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Existe elementos idóneos para la limpieza de manos e instrumentos en el área de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿El inspector limpia la mesa e instrumentos después de cada evaluación (muestreo)?	<input type="checkbox"/>	
8	¿El área cuenta con un plan de limpieza?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		6	
Nivel de implementación		Regular	

Figura 33. Nivel de implementación de tercera S=Seiso en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Id	S4=Seiketz=Estándarizar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S4
1	¿El personal mantiene o procura mantener el área de trabajo en buenas condiciones de orden y limpieza?	<input type="checkbox"/>	
2	¿La cantidad de herramientas, materiales e instrumentos en el área de trabajo es el adecuado?	<input type="checkbox"/>	
3	¿El trabajador regresa el material o herramienta usada a su lugar correspondiente después de su uso?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿Es eficiente el sistema de gestión visual para facilitar la identificación de materiales e instrumentos dentro del área?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Los trabajadores están capacitados en temas de 5S?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Se proponen ideas de mejora para fortalecer las 5s?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input type="checkbox"/>	
9	¿En el proceso de inducción se menciona al colaborador las normas en orden y limpieza dentro del área?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Las 3 primeras "S" se aplican y cumplen cabalmente?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		3	
Nivel de implementación		Pobre	

Figura 34. Nivel de implementación de cuarta S=Seiketz en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Id	S5=Shitsuke=Disciplina	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S5
1	¿Se realiza un control diario de orden y limpieza dentro del área?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Se aplican auditorías internas para determinar el nivel de cumplimiento de las 5S?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Los informes del nivel de implementación de las 5S son usados para mejorar?	<input type="checkbox"/>	
4	¿El tema de las 5S se encuentra dentro de los planes de capacitaciones?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Los jefes o supervisores promueven la cultura de orden y limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Existe algún reconocimiento por el cumplimiento de los estándares de las 5S?	<input type="checkbox"/>	
8	¿El orden y la limpieza son una forma de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Los procedimientos de mejora se aplican dentro del tiempo establecido?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Todas las actividades establecidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos predefinidos?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		4	
Nivel de implementación		Pobre	

Figura 35. Nivel de implementación de quinta S=Shitsuke en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Id	5S	Título	Puntos	Nivel de implementación
S1	Clasificar (Seiri)	Separar lo necesario de lo innecesario	9	Bueno
S2	Ordenar (Seiton)	Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio	5	Regular
S3	Limpiar (Seiso)	Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden	6	Regular
S4	Estandarizar (Seiketsu)	Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S	3	Pobre
S5	Disciplina (Shitsuke)	Respetar las normas establecidas	4	Pobre
Puntuación 5S			27	
Nivel de implementación		REGULAR: Necesidad de mejora		

Figura 36. Nivel de implementación de 5S en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Crterios para determinar nivel de implementación de metodología 5S

Puntuación	Nivel de implementación
5S < 25	Pobre: Acciones inmediatas
5S < 40	Regular: Necesidad de mejora.
5S >= 40	Bueno: Mantener acciones de 5S.

Fuente: Elaboración propia

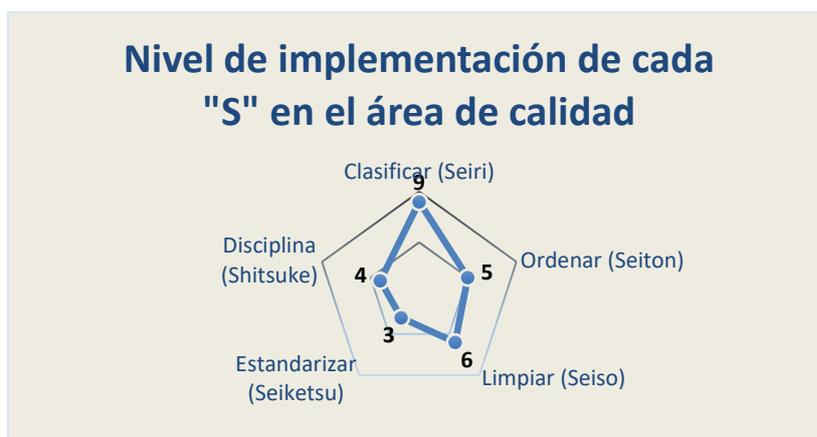


Figura 37. Representación gráfica del nivel de implementación de 5S en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Luego de aplicar el formato para determinar el nivel de implementación de las 5S en el área de calidad, se determina que se deben de aplicar mejoras, Pues aún el sistema se encuentra como regular. En el gráfico 29 se observa que la principal debilidad del programa 5S, se encuentra en el orden, como también en las dos últimas S, para ello la mejora se enfoca en estas variables.

Para fortalecer el orden del área de trabajo, se efectúa una clasificación detallada de todos los materiales, herramientas e instrumentos. Se hace uso de tarjetas de color, como es el caso de la tarjeta roja, para identificar elementos que no son útiles para el área de calidad.

Nombre y logo de empresa	TARJETA ROJA		Fecha:						
	Para elementos obsoletos		Tarjeta N°:						
Elemento:	<input type="text"/>								
Código:	<input type="text"/>								
Cantidad	<input type="text"/>								
Valor	<input type="text"/>								
Razón específica de desecho	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Vencido ()</td> <td>Contaminado ()</td> </tr> <tr> <td>Malogrado ()</td> <td>Defectuoso ()</td> </tr> <tr> <td>Desactualizado ()</td> <td>Otro () _____</td> </tr> </table>			Vencido ()	Contaminado ()	Malogrado ()	Defectuoso ()	Desactualizado ()	Otro () _____
Vencido ()	Contaminado ()								
Malogrado ()	Defectuoso ()								
Desactualizado ()	Otro () _____								
Forma de desecho	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Tirar ()</td> <td>Mover a otro almacén ()</td> </tr> <tr> <td>Vender ()</td> <td>Otro () _____</td> </tr> <tr> <td>Regresar a proveedor ()</td> <td></td> </tr> </table>			Tirar ()	Mover a otro almacén ()	Vender ()	Otro () _____	Regresar a proveedor ()	
Tirar ()	Mover a otro almacén ()								
Vender ()	Otro () _____								
Regresar a proveedor ()									
Fecha de desecho	<input type="text"/>								
Autorizado por	<hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: center;">Nombre y firma de responsable</p>								

Figura 38. Tarjeta roja para realizar etapa de clasificación en área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Todo elemento que no sea útil para el área de calidad debe de ser identificado con esta tarjeta, para luego se le aplique uno de los siguientes procedimientos.

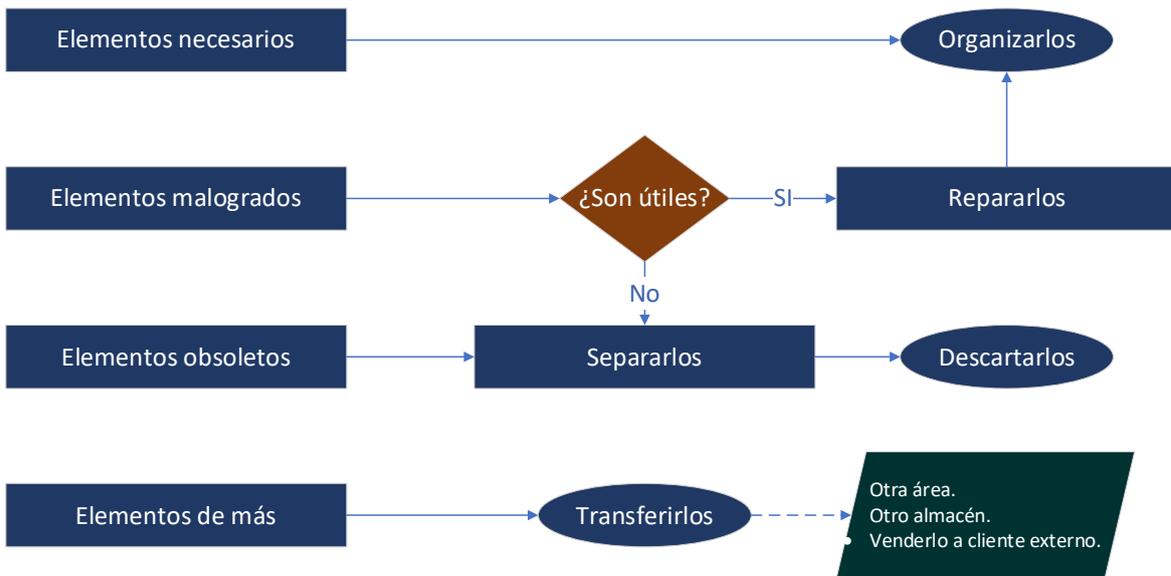


Figura 39. Procedimientos para clasificación de elementos en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se conoce lo que se necesita en el área de trabajo, se procede a ordenar cada elemento de la forma más óptima posible. La frecuencia de uso de cada herramienta, material e insumo es un parámetro crucial para el inspector de calidad. Pues tiene las cosas que más usa cerca de él, las que menos usa en un lugar específico y no le interrumpe en sus actividades.

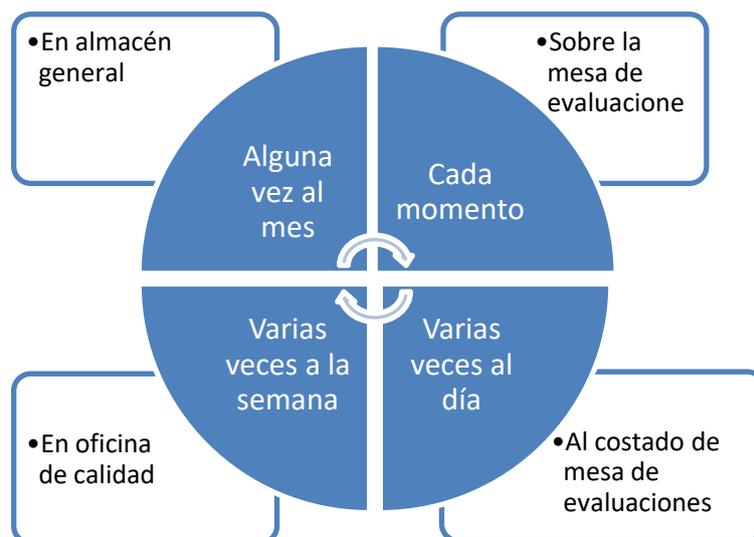


Figura 40. Esquema para ordenar elementos en el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Elementos según su frecuencia de uso en el área de calidad.

- Cada momento: Vernier, balanza, termómetro, cuchilla, bandeja de muestreo, lapicero, libreta.
- Varias veces al día: Alcohol, agua oxigenada, brixometro, refractómetro, Tablet.
- Varias veces a la semana: Instructivo de estándares, laptop, archivadores.
- Alguna vez al mes: Guantes, guardapolvo, botas.

Para la etapa de estandarizar y disciplina la empresa contrata el servicio de consultoría externa, que se encarga de adecuar el sistema y convertirlo en una forma de trabajo. Al final se brinda una capacitación general a toda el área de calidad, con el objetivo de que conozcan e interioricen la nueva forma de trabajo. El responsable de la implementación y su posterior seguimiento de las 5S es el jefe de calidad.

La inversión necesaria para la implantación de la metodología es.

Tabla 70

Inversión para implementación de 5S en el área de calidad

Recursos	Soles
Mano de obra	S/2,363.33
Otros	S/500.00
Total	S/2,863.33

Fuente: Elaboración propia

La empresa invierte S/2 863.33 para ejecutar la implementación y puesta en marcha de la herramienta 5S, que ayuda con el orden y la limpieza dentro del área de calidad.

Tabla 71

Costo de mano de obra en implementación de 5S

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Facilitador externo	S/500.00	S/41.67	48
Jefe de calidad	S/65.00	S/5.42	40
Inspectores de calidad	S/55.00	S/4.58	32

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del costo en mano de obra se hace uso de la siguiente fórmula.

Ecuación 36: Cálculo del costo de mano de obra para implementación de 5S

$$= \text{Costo de hora. hombre} \frac{\text{Soles}}{\text{hora. hombre}} * \text{N}^\circ \text{ de horas. hombre} \frac{\text{horas. hombre}}{\text{semana}}$$

2.9.6. Plan de capacitación

El programa de capacitaciones se orienta al área de calidad, pues debido a que solo algunos de los inspectores están preparados lo suficiente como para realizar las validaciones de parámetros se generan reprocesos por las equivocaciones que a veces suceden.

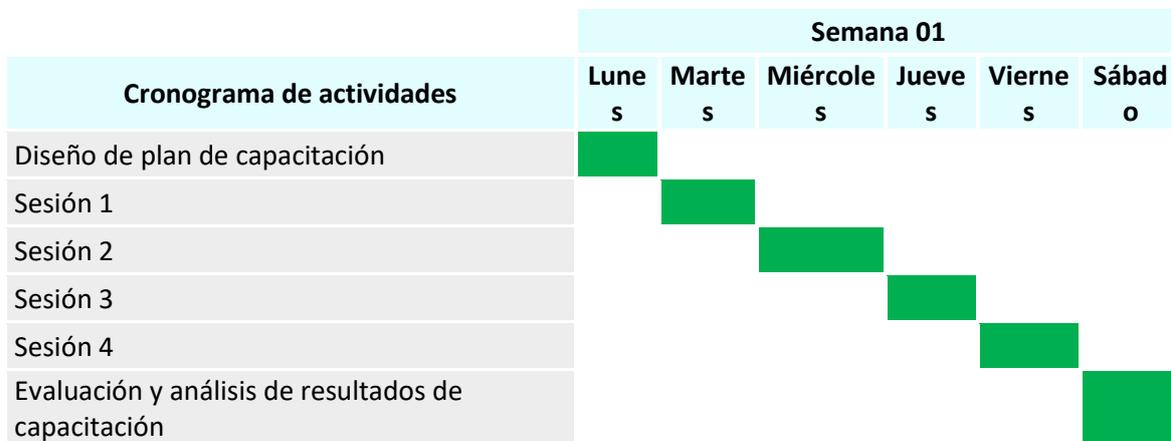


Figura 41. Cronograma de ejecución de programa de capacitaciones para el área de calidad

Fuente: Elaboración propia

Objetivo: Preparar a los inspectores nuevos para que puedan realizar validaciones de parámetros.

Resultados que se esperan: Un mayor nivel de polivalencia en cada uno de los inspectores.

Periodo de aplicación: Primera semana de julio de 2021. Una hora al final de cada jornada, durante 4 días.

Capacitador: El encargado de brindar las capacitaciones es el jefe de calidad con el apoyo de los inspectores más antiguos.

Inversión: Abarca el costo de mano de obra y otros materiales como hojas y lapiceros.

Tabla 72

Inversión en mano de obra para plan de capacitación

Mano de obra necesaria	Sueldo básico (soles/día)	Sueldo básico (soles/hora)	Horas-Hombre necesarias en implementación y puesta en marcha
Jefe de calidad	S/65.00	S/5.42	12
Inspectores de calidad	S/65.00	S/5.42	96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73

Inversión total en implementación de programa de capacitaciones

Recursos	Soles
Mano de obra	S/585.00
Otros	S/500.00
Total	S/1,085.00

Fuente: Elaboración propia

La empresa para llevar a cabo el programa de capacitaciones en el personal de calidad invierte un monto que asciende a S/1 085. La mejora de la polivalencia de los inspectores es un factor clave para hacer más eficiente el proceso, pues se evita cometer más errores en validaciones incorrectas y que produzcan reprocesos.

2.10. Resumen de inversión de la propuesta de mejora

Tabla 74

Resumen de inversión de la propuesta de mejora

Herramienta	Costo de implementación (Soles)	Costos operativos
CR01: Plan de mantenimiento preventivo deficiente	S/42,251.67	S/10,551.67
CR02: Tiempos elevados en la preparación de las líneas de proceso	S/7,127.50	S/685.00
CR03: Mala distribución de áreas	S/3,851,580.00	S/8,580.00
CR04: Falta de indicadores de eficiencia	S/10,236.67	S/2,786.67
CR05: Área de calidad desordenada	S/2,863.33	S/2,363.33
CR06: Falta de capacitación	S/1,085.00	S/585.00
Total	S/3,915,144.17	S/25,551.67
% de depreciación de activos (Anual)	20%	
Depreciación de activos (Soles/año)	S/215,318.50	

Fuente: Elaboración propia

La empresa agroindustrial realiza una inversión de S/3 915 144.17 para llevar a cabo la implementación de la propuesta de mejora, para eliminar y/o reducir las problemáticas existentes en las áreas de calidad y producción que abarcan los procesos de empaclado y sellado. La tasa de depreciación de activos es a razón de 20% por año.

2.11. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) después de mejora

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS					
PROCESO: Empacado y sellado de arándano fresco			SÍMBOLOS		
ÁREA: Calidad y producción			○	□	⌋
TIPO: Operario (Montacarguista , Maquinista, Apoyo de línea, Inspector de Calidad y Paletizadores)			⌋	▽	➡
FECHA: 02/01/2021			Operación	Inspección	Demora
			Almacenamiento		

ACTIVIDAD	○	□	⌋	▽	➡	Desperdicio	Tiempo (min)	Tipo de actividad
Ir al almacén de materia prima					●	Desplazamiento	2.00	No genera valor
Verificar calificación de pallets		●					0.17	Genera valor
Transportar pallet a zona de empaclado					●		2.00	Genera valor
Traer insumos y materiales del almacén					●		5.00	Genera valor
Apoyar a maquinista colocando mat. E insumos	●						4.00	Genera valor
Calibrar línea de proceso	●						5.00	Genera valor
Enviar por WhatsApp parámetros configurados	●						0.08	Genera valor
Verificar parámetros a trabajar		●					0.50	Genera valor
Validar parámetros y dar la orden de inicio	●						0.50	Genera valor
Encender línea de proceso	●						0.17	Genera valor
Iniciar lanzado de fruta a línea de proceso	●						1.00	Genera valor
Realizar primer muestreo	●						4.00	Genera valor
Apoyar en la verificación de otra línea		●					3.00	Genera valor
Realizar segundo muestreo	●						4.00	Genera valor
Inspeccionar funcionamiento de línea		●					2.00	Genera valor
Apoyar a otra línea		●					3.00	Genera valor

ACTIVIDAD	○	□	D	▽	⇒	Desperdicio	Tiempo (min)	Tipo de actividad
Realizar tercera y última evaluación	●						4.00	Genera valor
Ingresar información al sistema	●						3.00	Genera valor
Calibrar línea de sellado	●						4.00	Genera valor
Enviar por WhatsApp parámetros configurados	●						0.08	Agrega valor
Revisar parámetros configurados					●		0.50	Genera valor
Validar parámetros e inicio de proceso	●						0.50	Genera valor
Dar inicio a línea de sellado	●						0.50	Genera valor
Acomodar la bolsa en las cajas	●						0.17	Genera valor
Verificar correcto sellado de bolsas					●		0.17	Genera valor
Generar etiqueta de exportación	●						2.00	Genera valor
Retirar cajas selladas de la línea	●						0.50	Genera valor
Armar pallet (390 cajas)	●						15.00	Genera valor
Colocar correas de fijación	●						4.00	Genera valor
Impregnar la etiqueta de exportación	●						0.17	Genera valor
Transportar pallet al almacén de P. Terminado					●		5.00	Genera valor

Resumen						
Símbolo	○	□	D	▽	⇒	Total
Cantidad	20	7	0	0	4	31
Tiempo Total (min)	52.67	9.34	0.00	0.00	14.00	76.01
Tiempo productivo (min)	52.67	9.34	0.00	0.00	12.00	74.01
Tiempo improductivo (min)	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00

Figura 42. DAP después de propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de ciclo reduce enormemente tras la aplicación de la mejora, exactamente en un 29.52%. Antes de la mejora este es de 107.85 minutos y después pasa a 76.01%. El tiempo improductivo se elimina casi en su totalidad pues se disminuye de 40 minutos a tan solo 2 minutos.

2.12. OEE después de propuesta de mejora

Línea	Disp.	Rend.	Calidad	Tiempo de trabajo programado (Horas/Semestre)	Tiempo disponible (Horas/Semestre)	Tiempo neto de operación (Horas/Semestre)	Tiempo efectivo de operación (Horas/Semestre)	OEE	Calificación
Katto 01	91.7%	97.1%	98.4%	3744	3432	3333	3282	87.6%	Bueno
Katto 02	91.7%	97.3%	98.2%	3744	3432	3340	3281	87.6%	Bueno
Convencional 01	93.3%	97.5%	97.5%	3744	3494	3405	3320	88.7%	Bueno
Convencional 02	93.3%	97.6%	97.3%	3744	3493	3410	3319	88.7%	Bueno
HandPack 01	94.4%	97.6%	98.6%	3744	3535	3451	3402	90.9%	Bueno
HandPack 02	94.3%	98.0%	98.4%	3744	3532	3462	3407	91.0%	Bueno
Selladora 01	92.9%	97.3%	99.6%	3744	3480	3384	3371	90.0%	Bueno
Selladora 02	92.9%	97.2%	99.6%	3744	3479	3384	3371	90.0%	Bueno
Selladora 03	93.5%	97.5%	99.5%	3744	3501	3415	3397	90.7%	Bueno
Selladora 04	93.5%	97.5%	99.3%	3744	3502	3415	3391	90.6%	Bueno
Selladora 05	94.3%	97.8%	99.5%	3744	3531	3454	3437	91.8%	Bueno
TOTAL=	93.3%	97.5%	98.7%	41184	38411	37452	36976	89.8%	Bueno

Figura 43. OEE después de propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

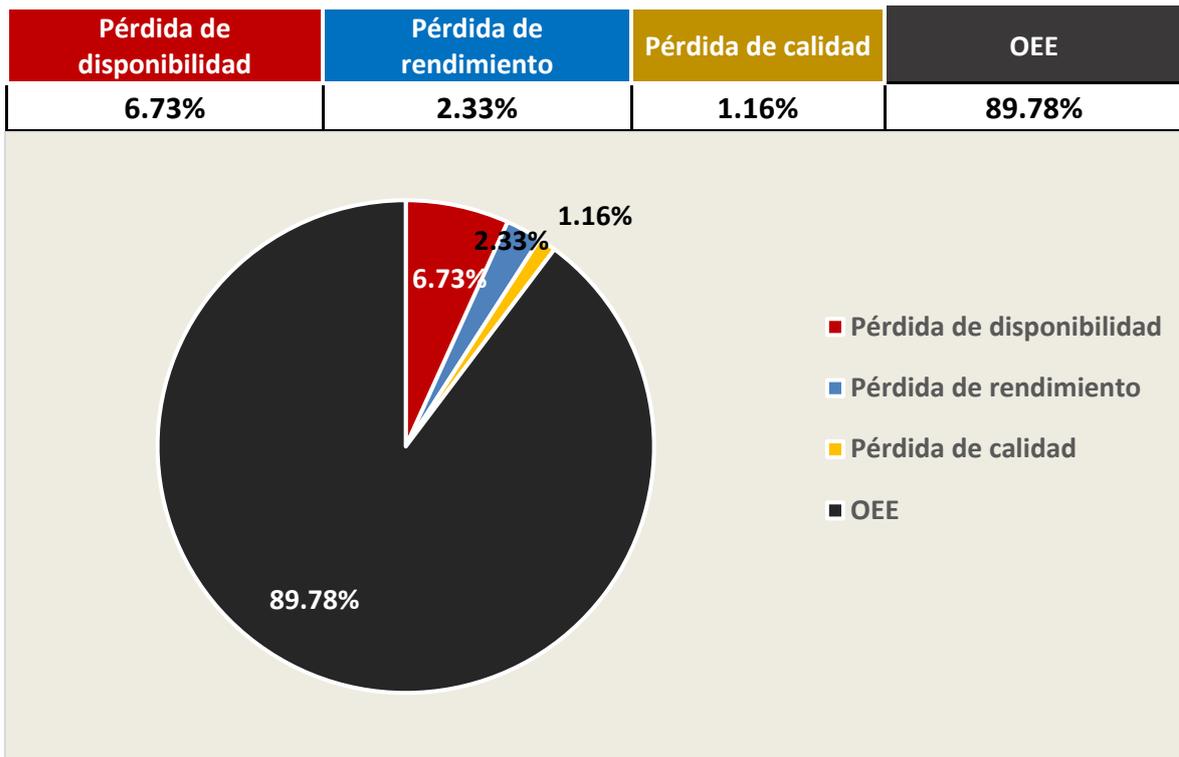


Figura 44. OEE general de todas las líneas

Fuente: Elaboración propia

El OEE mejora en un 18.99% después de la implementación de la propuesta de mejora.

2.13. Tabla de indicadores, herramientas de mejora y pérdidas

Tabla 75

Tabla de indicadores, herramientas de mejora y pérdidas

Causa raíz	Indicador	Herramienta para solución de causa raíz	Pérdida actual (Soles/año)	Pérdida meta para el primer año de implementación de mejora (Soles/año)	% de mejora o reducción de costos por herramienta de mejora (Primer año)	Beneficios para el primer año de implementación (Soles/año)
CR04: Falta de indicadores de eficiencia	OEE (%)	Indicador de eficiencia OEE	S/9,785,754.57	S/5,871,452.74	40%	S/3,914,301.83
CR01: Plan de mantenimiento preventivo deficiente	N° de horas en reparación /semestre	Plan de mantenimiento preventivo	S/2,652,000.00	S/1,856,400.00	30%	S/795,600.00
CR06: Falta de capacitación	N° de horas en reprocesos/Semestre	Plan de capacitaciones	S/136,505.48	S/27,301.10	80%	S/109,204.39
CR03: Mala distribución de áreas	N° de horas en sobre procesos/semestre	Nuevo Layout de zona de empaçado y sellado	S/71,551.88	S/0.00	100%	S/71,551.88
CR02: Tiempos elevados en la preparación de las líneas de proceso	N° de horas en preparación de líneas/semestre	Sistema SMED	S/22,230.08	S/13,338.05	40%	S/8,892.03
CR05: Área de calidad desordenada	N° de horas en evaluaciones fuera del tiempo estándar/Semestre	Metodología 5S	S/3,276.85	S/655.37	80%	S/2,621.48
Total			S/12,671,318.87	S/7,769,147.26		S/4,902,171.61

2.14. Análisis económico y financiero

Tabla 76

Estado de resultados

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/4,902,171.61	S/5,147,280.19	S/5,404,644.20	S/5,674,876.41	S/5,958,620.23
Costos operativos		S/25,551.67	S/27,084.77	S/28,709.85	S/30,432.44	S/32,258.39
Depreciación activos		S/215,318.50	S/215,318.50	S/215,318.50	S/215,318.50	S/215,318.50
GAV		S/5,110.33	S/5,416.95	S/5,741.97	S/6,086.49	S/6,451.68
Utilidad antes de impuestos		S/4,656,191.11	S/4,899,459.97	S/5,154,873.88	S/5,423,038.98	S/5,704,591.66
Impuestos (30%)		S/1,396,857.33	S/1,469,837.99	S/1,546,462.16	S/1,626,911.69	S/1,711,377.50
Utilidad después de impuestos		S/3,259,333.78	S/3,429,621.98	S/3,608,411.72	S/3,796,127.29	S/3,993,214.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77

Flujo de caja

AÑO	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/ 3,259,333.78	S/ 3,429,621.98	S/ 3,608,411.72	S/ 3,796,127.29	S/ 3,993,214.17
Depreciación		S/ 215,318.50				
Inversión	-S/ 3,915,144.17					
FNE	-S/ 3,915,144.17	S/ 3,044,015.28	S/ 3,214,303.48	S/ 3,393,093.22	S/ 3,580,808.79	S/ 3,777,895.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78

Flujo neto de efectivo

AÑO	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	-S/ 3,915,144.17	S/ 3,044,015.28	S/ 3,214,303.48	S/ 3,393,093.22	S/ 3,580,808.79	S/ 3,777,895.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79

Costo de oportunidad de capital

COK	20%
-----	-----

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80

VAN, TIR y Beneficio/Costo

VAN	S/	6,062,393.66
TIR		78%
B/C		S/2.55

Fuente: Elaboración propia

Según los indicadores financieros la propuesta de mejora es viable, porque el VAN es un resultado mayor a cero que asciende a S/6 062 393.66, la TIR de 78% siendo mayor al COK y con un beneficio costo mayor a uno, siendo este S/2.55. Por cada solo invertido se gana S/1.55.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de la investigación



Figura 45. Costos de causas raíz antes de mejora

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el figura 43 las causas raíz que generan más pérdidas económicas para la empresa agroindustrial es la falta de indicadores de eficiencia (OEE), seguida por contar con el plan de mantenimiento deficiente.

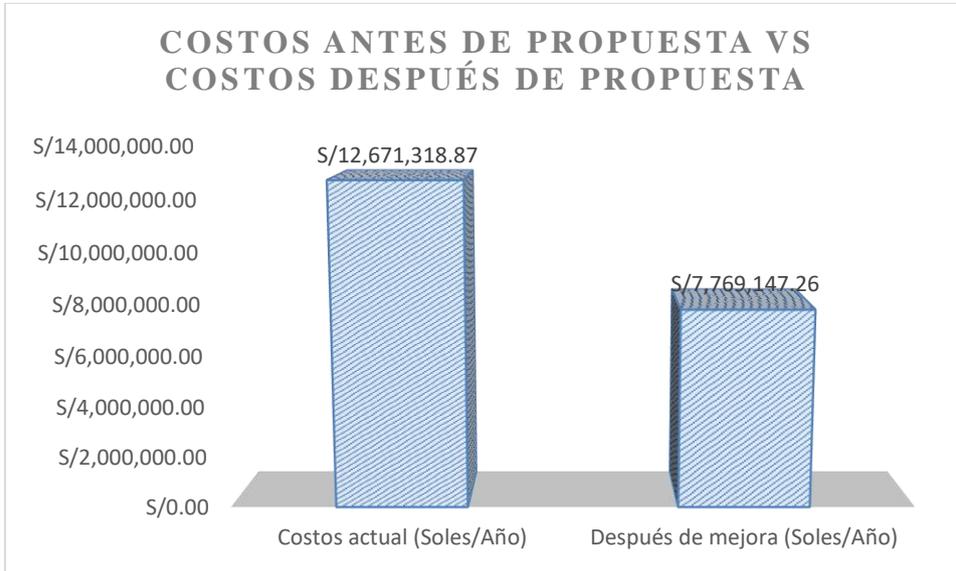


Figura 46. Comparación de costos antes y después de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

Para el primer año de implementación de la propuesta de mejora se reducen los costos de la empresa agroindustrial es un 38.69%. Monetariamente hablando de S/12 671 318.87 a S/7 769 147.26. Evidenciando la viabilidad e importancia de implementación del conjunto de herramientas que componen la propuesta.

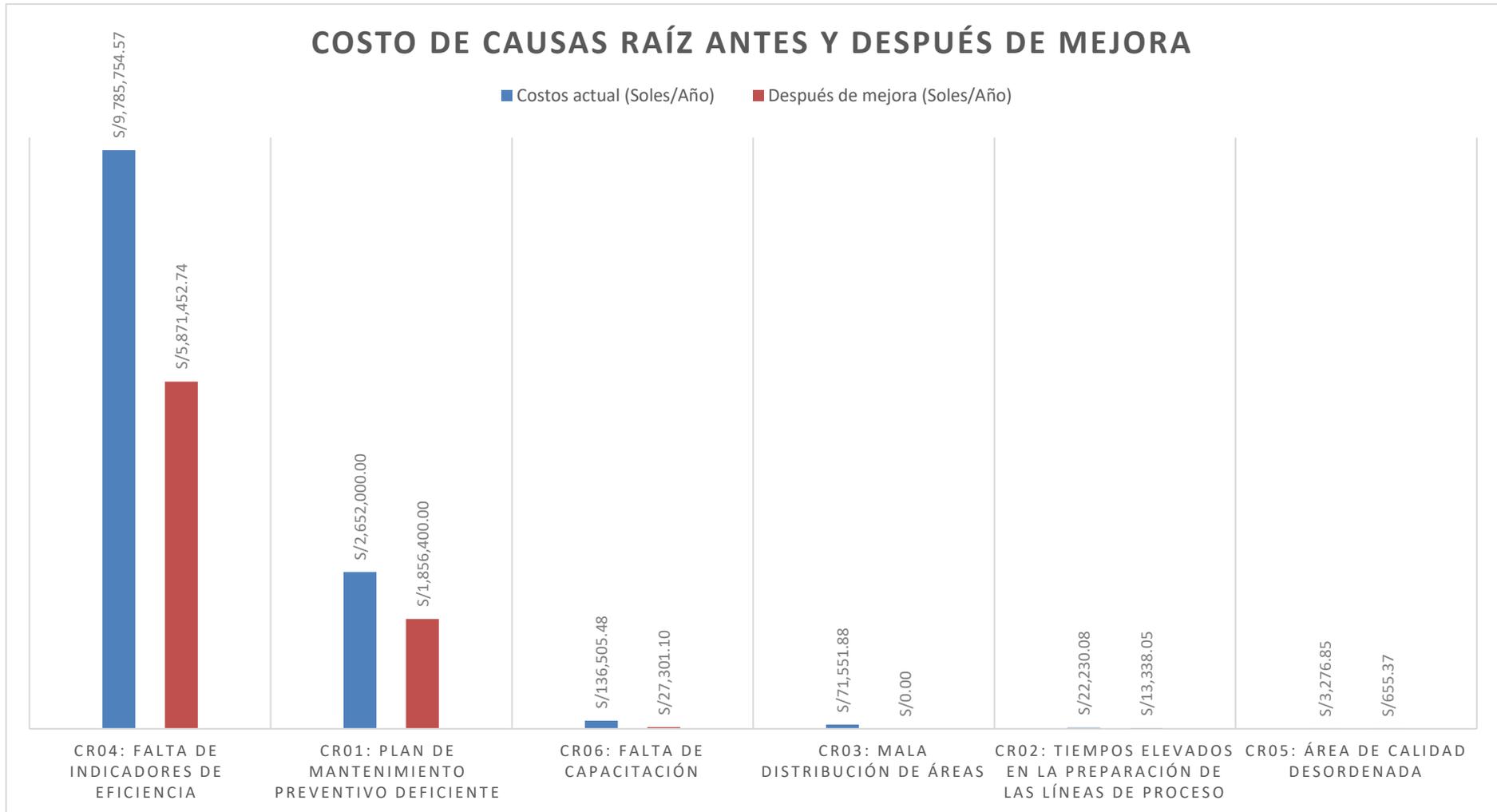


Figura 47. Costo de causas raíz antes y después de mejora

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Realizar la codificación de las máquinas, así como también determinar el nivel de criticidad de estas, son estrategias cruciales para ejecutar un buen plan de mantenimiento. Pues de ellas depende la efectividad de este, porque permite ahorrar tiempos y aplicar las soluciones donde más se necesita. Al igual que el estudio de Valerio L. (2018). Donde su investigación tuvo como finalidad proponer un plan de mantenimiento preventivo que asegure la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en una empresa agroindustrial. Hizo uso de las 2 estrategias operacionales para cumplir con su objetivo. Del mismo modo, se cuenta con el estudio de Sánchez C. (2016). En el que propuso un plan de mantenimiento preventivo que mejore la productividad en la planta 1 de la empresa agroindustrial Gandules Inc. SAC. El autor encontró que uno de los puntos clave a mejorar son los métodos de trabajo del área de mantenimiento. Al igual que en la presente investigación la empresa ya contaba con un plan de manto, pero por la mala gestión de este, se producían paradas repentinas a causa de las averías de las líneas y sus componentes.

La metodología SMED demostró su efectividad en la reducción de tiempos de preparación o alistado en los procesos. Para la presente investigación se logró reducir los tiempos de alistado de las líneas en un 60.11% y 57.08% para empaçado y sellado respectivamente. Pertuz A. (2018). En su estudio que tuvo como finalidad de minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamiento de la máquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla. Tuvieron como resultado una reducción de este tiempo en un 40% logrando que la disponibilidad de la máquina se incremente considerablemente.

La aplicación y manejo de indicadores de planeamiento y control es crucial para una buena gestión de una empresa. Pues muestra en tiempo real la situación del proceso, pudiendo tomar decisiones inmediatamente para corregir alguna desviación o anomalía. El OEE, viene a ser un indicador clave que mide la eficiencia global de los equipos, la empresa tenía un OEE de 74.7% siendo este regular. Pues la empresa incurría en pérdidas económicas y por ende una baja competitividad. Después de la mejora el OEE se incrementó a un 89.78% siendo este ya bueno, categorizado como clase mundial (World Class). Reyes D. & Zambrano D. (2017). En su investigación cuyo objetivo fue el rediseño del proceso de gestión del área de producción en la planta de procesamiento de una empresa agroindustrial, una de las propuestas era la implementación de un sistema de gestión mediante indicadores. Donde estos mostraban el valor actual, para detectar que proceso estaba teniendo un desempeño deficiente. La inversión de su implementación ascendió a S/92 341, pero los costos se redujeron en S/239 776.

Contar con una buena distribución de la planta es clave para tener un buen nivel de productividad. El Layout, debe de optimizar las operaciones, haciendo que estas sigan en lo posible un flujo continuo sin interrupciones. La empresa agroindustrial objeto de este estudio contaba con un proceso discontinuo, pues se tenía que hacer una serie de actividades entre un proceso y otro que al final no agregaban valor. Esta distribución generaba pérdidas que ascendían a S/71 551.88 al año, con la propuesta del nuevo Layout estas pérdidas se eliminaron completamente. Guerra M. (2018), en su estudio que planteaba una propuesta de mejora en la gestión de almacén que incrementa la rentabilidad de una empresa agroindustrial, tomó como herramienta de mejora el diseño de un nuevo Layout, esto permitió reducir los costos de esta compañía en un 49.28%.

Las 5S son una metodología muy eficiente y a la vez fácil de implementar en cualquier área o sector productivo. El uso de check List permitió determinar el nivel de implementación y en base a esto realizar la mejora correspondiente. El área de calidad generaba retrasos por sus evaluaciones que eran lentas, pues su área de trabajo de los inspectores la mantenían desordenada, produciéndole demoras. El nivel de cumplimiento de 5S en esta área era regular, para lo cual se necesitaban acciones de mejora. Panchana A. (2019). En su investigación que consistió en la aplicación de la metodología 5S en la línea 1 de clasificación y empaque de una empresa, hizo uso también de la misma metodología para fijar el nivel de cumplimiento de las 5S en este proceso. Con su mejora incrementó el nivel de implementación de un 66% a un 81%. Lo que mejoró los procesos de esta empresa.

4.2 Conclusiones

- Los costos operacionales de los procesos de empaçado y sellado de arándano en las áreas de calidad y producción, se redujeron en un 38.69% para el primer año de implementación de la propuesta de mejora, es decir de S/12 671 318.87 al año a S/7 769 147.26.
- Se realizó con éxito el diagnóstico externo e interno de la empresa. La empresa tenía altos costos en sus procesos por las problemáticas que existían en las áreas de calidad y producción. Siendo las principales los reprocesos por validaciones y evaluaciones no conformes y el incumplimiento de pedidos de producto terminado respectivamente para cada área.
- De las 23 causas se seleccionaron solo a 6 que según el diagrama de Pareto solucionaban el 75.54% de los problemas. Estas venían a ser, plan de mantenimiento deficiente, tiempo de preparación de líneas elevado, mala distribución de las áreas de trabajo, falta de capacitación, inexistencia de indicadores de eficiencia y contar con la zona de calidad desordenada.
- La herramientas de ingeniería fueron: Un plan de mantenimiento preventivo, metodología SMED, diseño de un nuevo Layout, metodología 5S, manejo de indicadores de eficiencia como es caso del OEE y un plan de capacitaciones para el personal de calidad.
- La propuesta de mejora fue económicamente viable porque para un periodo de evaluación de 5 años, generaban un VAN de S/6 062 393.66, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 78% sobre un Costo de Oportunidad del Capital (COK) del 20%. Asimismo, el indicador de Beneficio/Costo es de S/ 2.55, cada sol invertido en la mejora genera una ganancia de S/1.55.

REFERENCIAS

- 3 ciencias, (2018). Cuaderno de Investigación Aplicada. Editorial Área de innovación y desarrollo, S.L. ISBN: 978-84-949535-4-5.
- Agencia Agraria de Noticias – La agraria.pe (2020). La agroindustria peruana marcó récord con 559 productos diferentes exportados a 145 mercados en 2019. [Versión en línea] recuperado de: [https://agraria.pe/noticias/la-agroindustria-peruana-marco-record-con-559-productos-dife-20904#:~:text=Exterior%20y%20Turismo-,La%20agroindustria%20peruana%20marc%C3%B3%20r%C3%A9cord%20con%20559%20productos,a%20145%20mercados%20en%202019&text=Tambi%C3%A9n%20fue%20relevante%20el%20crecimiento,y%20plata%20aleada%20\(200%25\)](https://agraria.pe/noticias/la-agroindustria-peruana-marco-record-con-559-productos-dife-20904#:~:text=Exterior%20y%20Turismo-,La%20agroindustria%20peruana%20marc%C3%B3%20r%C3%A9cord%20con%20559%20productos,a%20145%20mercados%20en%202019&text=Tambi%C3%A9n%20fue%20relevante%20el%20crecimiento,y%20plata%20aleada%20(200%25))
- Atlas de la Agroindustria (2019). Datos y hechos sobre la industria agrícola y de alimentos. Recuperado de: https://mx.boell.org/sites/default/files/atlas_agroindustria_final_web.pdf
- ATOX: Sistemas de almacenaje. (02 de octubre de 2017). Clasificación de inventarios ABC. Recuperado de: <http://www.atoxgrupo.com/website/noticias/clasificacion-inventarios-abc>
- Cámara de Comercio de Lima (2019). El aporte de la Agroindustria. Informe económico. Recuperado de: https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion890/edicion_890.pdf

- Carrasco, R. & Villaorduña, P. (2017). Propuesta de implementación de las 5s para la mejora del ambiente en la planta de procesamiento de la empresa Fitzcarrald. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. (Tesis de bachiller). Recuperado de:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3344/carrasco-pazos-renato-leonardo%3B%20villaordu%C3%B1a-rios-piter-paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casaña, A. (2019). Gestión de almacenaje para reducir el tiempo de despacho en una distribuidora en Lima. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. (Tesis de bachiller). Recuperado de:
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8970/1/2019_Alarcon-Casa%C3%B1a.pdf
- Castaño, R. (2019). Distribución en Planta - Lay out. Fundación CIDETER. Recuperado de: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/distribucion-en-planta.pdf>
- Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN). Reporte de Inteligencia de Mercados: Arándanos (2018). Recuperado de:
<https://cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2018/09/Reporte-de-Inteligencia-de-Mercado-Arandanos.pdf>
- CNN en español – Fuerza en Movimiento (2016). La agroindustria en Perú: entre la innovación y los retos de la competitividad. [Versión en línea] recuperado de: <https://cnnespanol.cnn.com/2016/06/02/el-exito-de-la-agroindustria-en-peru-entre-la-innovacion-y-los-retos-de-la-competitividad/>

- Conexiónesan (18 de julio de 2016). Cinco pasos del plan de capacitación.
Recuperado de: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/07/cinco-pasos-del-plan-de-capacitacion/#:~:text=El%20plan%20de%20capacitaci%C3%B3n%20es,la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20resultados.&text=Estos%20objetivos%20deben%20ser%20formulados,evaluar%20los%20resultados%20del%20mismo.>
- FAO (2013). Agroindustrias para el desarrollo. Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf>
- Guerra, M. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de almacén para incrementar la rentabilidad de la empresa agroindustria alimentaria Nutriaves E.I.R.L. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. (Tesis de bachiller).
Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14638/Guerra%20Rojas%20Mary%20Carmen.pdf?sequence=1>
- Ingeniería Industrial online.com. (2019). Gestión de Mantenimiento. Efectividad Global de Equipos (OEE). Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oe/>
- La Gestión (2019). Empleo en sector agroindustrial creció 27.4% en 2018, detalla CCL. [Versión en línea] recuperado de: <https://gestion.pe/economia/sector-agroindustrial-crecio-27-4-2018-afirma-ccl-274847-noticia/?ref=gesr>
- Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). Lean Manufacturing: Implantación 5S. 3C Tecnología: Glosas de innovación aplicadas a la pyme. Recuperado de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2016/12/ART-2-1.pdf>

- Montilla, C. (2016). Fundamentos del mantenimiento industrial. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. e-ISBN: 978-958-722-409-2.
- Pacheco, J. (20 de septiembre de 2017). Vea 10 indicadores de rendimiento de los procesos (KPI). Planificación estratégica. Recuperado de:
<https://www.heflo.com/es/blog/planificacion-estrategica/indicadores-rendimiento-procesos/>
- Panchana, A. (2019). Aplicación de la metodología 5S en la línea número # 1 de clasificación y empaque de una empresa empaquetadora de camarón ubicada en Durán. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. (Tesis de bachiller). Recuperado de:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12535/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-47.pdf>
- Pertuz, A. (2018). Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Barranquilla, Colombia. Recuperado de:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18111/72245661.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rankia.pe (2020). Las empresas más importantes del Perú 2020: sector Agroindustrial y de la Pesca. Recuperado de:
<https://www.rankia.pe/blog/analisis-igbv1/2341473-empresas-mas-importantes-peru-2020-sector-agroindustrial-pesca>

- Reyes, D. & Zambrano, D. (2017). Mejora del desempeño del área de producción en una empresa agroindustrial. Universidad de Lima, Lima, Perú.
(Tesis de bachiller). Recuperado de:
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6309/Reyes_Delgado_Delia_Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Saldaña, M. (2017). Propuesta de mejora de la gestión del almacén general para reducir los costos operativos en la empresa Agroindustrial del Perú SAC. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. (Tesis de bachiller). Recuperado de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12530/Salda%C3%B1a%20Sol%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, C. (2016). Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora Gandules inc. SAC. (Tesis para obtener grado de magister). Universidad César Vallejo, Lambayeque, Perú. Recuperado de:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3565/sanchez_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valerio, L. (2018). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado al área de maestranza de la empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A. (Tesis de bachiller). Universidad de San Pedro, Chimbote, Perú. Recuperado de:
http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8265/Tesis_58325.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo N° 01: Composición del OEE



Anexo N° 02: Cálculo de OEE

Línea	Disp.	Rend.	Calidad	Tiempo de trabajo programado (Horas/Semestre)	Tiempo disponible (Horas/Semestre)	Tiempo neto de operación (Horas/Semestre)	Tiempo efectivo de operación (Horas/Semestre)	OEE	Calificación
Katto 01	83.8%	94.8%	93.6%	3744	3137	2973	2783	74.3%	Regular
Katto 02	83.8%	95.1%	92.8%	3744	3139	2984	2769	74.0%	Regular
Convencional 01	87.8%	95.5%	90.1%	3744	3288	3140	2828	75.5%	Acceptable
Convencional 02	87.8%	95.8%	89.4%	3744	3288	3149	2816	75.2%	Acceptable
HandPack 01	90.4%	95.9%	94.4%	3744	3385	3245	3065	81.9%	Acceptable
HandPack 02	90.3%	96.5%	93.9%	3744	3381	3263	3063	81.8%	Acceptable
Selladora 01	73.6%	94.2%	98.1%	3744	2757	2598	2548	68.1%	Regular
Selladora 02	73.6%	94.2%	98.2%	3744	2757	2597	2550	68.1%	Regular
Selladora 03	77.6%	95.1%	97.6%	3744	2906	2763	2697	72.0%	Regular
Selladora 04	77.7%	95.1%	96.7%	3744	2908	2764	2674	71.4%	Regular
Selladora 05	84.8%	96.0%	98.0%	3744	3175	3047	2984	79.7%	Acceptable
TOTAL=	82.8%	95.3%	94.6%	41184	34120	32522	30776	74.7%	Regular

Anexo N° 03: Tiempo que tarda un inspector en realizar una evaluación

Evaluación	Tiempo (minutos)
1	4
2	5
3	4
4	6
5	4
6	6
7	4
8	4
9	7
10	4
11	5
12	4
13	5
14	4
15	6
16	4
17	5
18	4
19	4
20	6
21	4
22	4
23	4
24	4
25	4
26	5
27	4
28	4
29	4
30	7
31	4
32	4

33	4
34	6
35	4
36	4
37	4
38	4
39	5
40	4
41	4
42	4
43	4
44	5
45	4
46	4
47	7
48	4
49	4
50	4
51	4
52	4
53	5
54	4
55	4
56	4
57	4
58	6
59	4
60	4
61	4
62	5
63	4
64	4
65	4
66	4
67	4
68	6
69	4
70	4

71	5
72	4
73	4
74	5
75	4
76	4
77	5
78	4
79	4
80	6
81	4
82	4
83	4
84	6
85	4
86	4
87	8
88	4
89	5
90	4

Anexo N° 04: Nivel de criticidad de las líneas de proceso.

VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACIÓN	Líneas de proceso										
			Katto 01	Katto 02	Convencional 01	Convencional 02	HandPack 01	HandPack 02	Selladora 01	Selladora 02	Selladora 03	Selladora 04	Selladora 05
PRODUCCIÓN	PARA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	REDUCE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO PARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DAÑOS SECUENCIALES													
A LA MÁQUINA	SÍ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL PROCESO	SÍ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL PERSONAL OPERADOR	RIESGO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SIN RIESGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPENDENCIA LOGÍSTICA	EXTRANJERO	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0
	LOCAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPENDENCIA M. O	TERCEROS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROPIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROB. DE FALLAS (CONFIABILIDAD)	ALTA	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
	BAJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACILIDAD DE REPARACIÓN (MANTENIBILIDAD)	ALTA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BAJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			13	13	10	10	9	9	12	12	10	10	9

Anexo N° 05: Nuevo Layout de planta de la empresa agroindustrial

