



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE HERRAMIENTAS LEANMANUFACTURING
PARA REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA
AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Nattaly Viviana Vergara Meza
Luis Alberto Zarate Pretel

Asesor:

Mg. Lic. César Enrique Santos Gonzales

<https://orcid.org/0000-0003-4679-1146>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Alcalá Adrianzen Miguel Enrique	17904461
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez	18089007
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Julio Cesar Cubas Rodríguez	17864776
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Vergara Meza, Nattaly Viviana/Zárate Pretel, Luis

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios por
iluminarme y bendecirme cada día, a
mi madre y abuelos por darme la
fuerza para cumplir mis metas y ser
quien soy.

Vergara Meza, Nattaly Viviana

A mi madre por su apoyo
incondicional, por sus consejos, por la
motivación que me brindo para
realizar esta investigación.

Zárate Pretel, Luis Alberto

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a Dios por permitirnos llegar hasta este momento, a nuestros padres, a la universidad y a nuestro asesor por guiarnos y por sus sugerencias que nos han permitido ir formándonos a lo largo de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS	25
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS	37
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de estudio del proyecto	20
Tabla 2. Problemas detectados en la empresa.....	21
Tabla 3. Matriz de indicadores	24
Tabla 4. Tiempos muertos Actuales	25
Tabla 5. Número de cajas producidas en un día	25
Tabla 6. Cantidad de Kg actuales desperdiciados en la línea de producción.....	26
Tabla 7. Costo Actual anual por desperdicios de producto en la línea de producción.....	26
Tabla 8. Cantidad de Kg desperdiciados en la línea de producción después de la mejora.....	27
Tabla 9. Costos anuales por desperdicios de producto en la línea de producción después de la mejora.....	27
Tabla 10. Costos de los mantenimientos Correctivos Actuales de la línea de producción	28
Tabla 11. Comparación de costos del antes y después de aplicar la mejora	28
Tabla 12. N° de accidentes por no tener parámetros de seguridad bien definidos.....	29
Tabla 13. Costos de accidentes.....	29
Tabla 14. Costo total actual de tiempos muertos en la línea de producción	30
Tabla 15. Costo total de tiempos muertos en la línea de producción después de la mejora.....	30
Tabla 16. Tiempos de búsqueda en área de volcado.....	31
Tabla 17. Tiempos de búsqueda en área de selección.....	31
Tabla 18. Costos totales por tiempos de búsqueda en el área de producción	32
Tabla 19. Análisis de datos.....	43
Tabla 20. Clasificación de actividades internas y externas.....	44
Tabla 21. Datos de los Procesos... ..	48
Tabla 22. Demanda y tiempo.....	49
Tabla 23. Inventario y tiempo.....	49
Tabla 24. Datos de procesos (Hrs).....	49
Tabla 25. Datos de procesos luego de las herramientas lean	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Pareto de la Situación Actual de la empresa agroindustrial.....	31
Figura 2. Diagrama Pareto de la Situación mejorada de la empresa agroindustrial	31
Figura 3. Control de producción.....	48
Figura 4. Mapa de flujo de valor mejorado... ..	51
Figura 5. Máquina de Pesaje y Selección Automatizada.....	53
Figura 6. Tarjeta Kanban de transporte... ..	54

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal proponer alternativas de solución con el fin de reducir costos en una empresa agroindustrial, de esa manera, tener una demanda considerable y de calidad que se alinee a las competencias que actualmente requiere el mercado exterior, así mismo, reducir costos de mantenimientos correctivos y de tiempos muertos que existen en la línea de producción. Para ello, se realizó un diagnóstico integral, realizando un análisis interno sobre los principales procesos en la línea de producción, se determinó elevados tiempos muertos, paradas de máquinas frecuentes, altos desperdicios de materia prima que se generó en la línea, así mismo, se ha podido identificar que existe sobretiempos en la búsqueda de materiales y herramientas durante la producción. Las herramientas teóricas de Lean Manufacturing utilizadas para definir las soluciones y nuevos métodos fueron: El Análisis de Causa-Raíz, con lo que identificamos los problemas en la empresa; el SMED, para reducir tiempos de cambio de formato; las 5'S para determinar las áreas que tienen deficiencia en cuanto a orden ocasionando tiempos muertos en la línea de producción; además, El VSM para analizar el estado actual del proceso productivo y desarrollar un futuro más eficiente y finalmente la aplicación de un Kanban y Jidoka con la finalidad de evitar paradas de máquinas.

La idea de estas alternativas de solución de la presente investigación da como resultado, que los costos disminuyeron significativamente, un 44% en tiempos muertos y en costos por desperdicios disminuyó un 36.13%. Lo cual, de manera general, la empresa tuvo un ahorro de S/. 76,698.27 en gastos luego de aplicar la mejora de las herramientas antes mencionadas

PALABRAS CLAVES: Lean Manufacturing, costos, SMED, 5S, Kanban, Causa-Raíz, Jidoka.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La exportación de productos agrícolas generó altas expectativas comerciales para las empresas agroexportadoras en el país, al no adaptarse a las condiciones de los mercados, dificultó su crecimiento y desarrollo. Actualmente, estamos atravesando una pandemia mundial, en el cual, la demanda de mandarina por su concentrado en Vitamina C ha aumentado a un 46% en exportaciones (Cámara de Comercio, 2022); por lo que, si no se supervisa un correcto funcionamiento en el proceso de producción puede generar problemas como demoras diarias en las cantidades a producir; además, de no contar con una producción eficiente donde tenga un tiempo uniforme, genera una baja productividad y alto costo para la empresa (Fontalvo, De la Hoz & Morelos, 2018).

En México, Lean Manufacturing, como herramientas de mejora, son muy utilizadas en su conocimiento sobre mejora empresarial, es por lo que Mourtzis, Papathanasiou y Fotia (2016) afirman que son aplicadas para disminuir enormemente los desechos dentro de una empresa. Así mismo, Roldán et al. (2017) en su tesis "Aplicación de lean manufacturing en el diseño de una mejora tecnológica en una microempresa" concluyen que, al promulgarse entre los trabajadores de la empresa que las herramientas Lean manufacturing han dado buenos resultados en cuanto a la calidad de sus productos, estos han optado por construir e implantar una cultura de mejora continua que es beneficiosa tanto para la microempresa como para sí mismos.

De igual manera, en Perú, Charaja (2020) comprobó en su tesis "Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad en empresas metalmecánica de aluminio" que la implementación de las herramientas Lean

Manufacturing ayudan a las medianas o pequeñas empresas sean capaces de aumentar su capacidad de competencia frente a otras empresas nacionales con respecto a la calidad de sus productos sin que el capital sea un factor determinante. Ello con el apoyo del personal de la empresa, quienes son los pilares en la implementación de dichas herramientas y los responsables del cambio cultural dentro de la misma.

Socconini (2019) nos dice que Lean Manufacturing es llamado Just in time (sistema justo a tiempo) en el occidente, el cual tiene como propósito reducir los excesos en un proceso y convertir a la empresa en más útil y eficiente. Lean Manufacturing se basa en la implementación de mejoras continuas para corregir o disminuir las fallas que toda empresa tiene. Dentro de este sistema encontramos herramientas que la componen como:

A) Las 5S, son un método para mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado, seguro y rentable. Los objetivos de esta metodología son:

- Fomentar la mentalidad de la mejora continua (Kaizen) de los trabajadores en las diferentes áreas a las que pertenecen.
- Impulsar el trabajo en equipo y el compromiso de todo el personal.
- Capacitar a los Administradores y Supervisores el Liderazgo práctico.
- Preparar la plataforma base para el desarrollo de la calidad en la organización.

Se origina de 5 palabras japonesas, según Carrillo et al., (2019):

- **SEIRI (Seleccionar)**: Significa que en nuestro lugar de trabajo solo deben permanecer las cosas o utensilios que necesitamos para desenvolvemos productivamente en nuestras labores.
- **SEITON (Organizar)**: Es distribuir los materiales de manera que podamos favorecer su ubicación y empleo de manera rápida; así como, su retorno al mismo lugar.

- **SEISO (Limpiar):** Es decir que nuestro ambiente de labores debe preservarse limpio y en condiciones adecuadas.
- **SEIKETSU (Estandarizar):** Significa precisar el flujo de una actividad ya establecida.
- **SHITSUKE (Seguimiento):** Es generar circunstancias que promuevan el compromiso de los colaboradores como parte de un conjunto de buenas prácticas.

B) El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es considerado como una nueva perspectiva del mantenimiento industrial con el objetivo de idear estrategias para la mejora continua de las competencias y procesos en una empresa de la actualidad, de esta manera estar preparados en cuanto a equipos de trabajo y eliminar pérdidas en la producción (García,2004). Dicho mantenimiento tiene 3 pilares:

- **Mantenimiento Correctivo:** Se aplica después de una falla; es decir, son acciones no programadas que se efectúan después de una avería, con el fin de restablecer el sistema de manera óptima. En otras palabras, es una reparación que incurre en un gasto.
- **Mantenimiento Preventivo:** Se realiza para asegurar un adecuado funcionamiento del sistema y disminuir una posible falla. Este tipo de mantenimiento es programado previamente, el costo puede ser fuerte; sin embargo, en comparación con el costo de falla son mucho menores. Dentro de esta se realiza: limpieza, lubricación, inspección, pruebas, ajustes, reemplazo de piezas, reparaciones menores.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el seguimiento regular de la maquinaria en el cual se controla su correcto funcionamiento.

C) Análisis de Causa – Raíz es una manera de clasificar, distribuir y dar a conocer

gráficamente el porqué del origen de dicho problema. Linares (2018) indica que el objetivo de esta herramienta es conocer los efectos negativos que resultaron de un problema que se origina dentro de la compañía. El diagrama de Ishikawa es una herramienta de calidad que ayuda a reconocer el problema principal y las causas que ocasionan ello dentro de los procesos de una empresa es el diagrama causa-efecto, diagrama de Ishikawa o de espina de pescado (Vásquez, 2021). Por cada problema, mediante este diagrama, podemos hallar las causas principales que se pueden considerar: Mano de Obra, Material, Métodos, Mediciones y Medio Ambiente.

D) Value Stream Mapping (VSM), herramienta visual que se encarga de ver y entender un proceso; así como, determinar residuos y minimizar las fallas. Permite homogeneizar actividades dentro de la empresa para una mayor productividad de los trabajadores y los procesos (Hernández & Vizán, 2013). Así mismo, Tejeda (2011) lo define como una herramienta en cadena a través de íconos y gráficos, la cual no presenta un proceso especial, sino un total que busca ser productivo.

E) El SMED es un grupo de herramientas para la disminución del tiempo en las actividades de cambio de productos en la línea de producción (Alcalá, 2009). Los beneficios de la aplicación de esta herramienta son los siguientes:

- Producir en lotes pequeños.
- Reducir inventarios.
- Procesar productos de alta calidad.
- Reducir costos.
- Tiempos de entrega más cortos.
- Ser más competitivos.
- Tiempos de cambio más confiables.

- Carga más equilibrada en la producción diaria (Shingo, Shingeo).

El desarrollo del concepto SMED es el resultado del examen concienzudo tanto de aspectos teóricos como prácticos de la mejora de proceso de preparación de máquinas (Shingeo,1990). Tiene 5 etapas:

- Preparación Previa y análisis
- Separar actividades internas de externas.
- Convertir actividades internas en externas.
- Reducir los tiempos de actividades internas.
- Realizar seguimiento y estandarizar.

F) Jidoka se refiere a la “automatización con un toque humano”; es decir, una máquina que sólo se mueve bajo la vigilancia y supervisión de un operador. Permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, no solo detecta una anomalía y detiene la línea, sino que, corrige la condición irregular y averigua la causa raíz para eliminarla definitivamente (Bravo, 2011). Por otro lado, Madariaga (2014) agrega que Jidoka resalta las anomalías, hace evidentes los errores y permite construir con calidad en cada uno de los procesos. Una máquina automática realiza un proceso sin la participación de una persona; sin embargo, necesita supervisión para encontrar cualquier situación defectuosa.

G) El Kanban es considerado un sistema señalizador que utiliza tarjetas incorporadas a los contenedores de material, sirven para suministrar en el momento exacto con la cantidad necesaria de piezas; de igual manera envía esta información al proveedor, teniendo la cantidad exacta a entregar a la línea de producción. Se pueden dividir en tres tipos (Choque & Ayabe. 2017):

- De producción, que indica la cantidad de productos a fabricar de acuerdo con lo producido en el proceso anterior.

- De proveedor, que especifica instrucciones a seguir para entregar las piezas o materiales.
- De transporte, indica la cantidad y el tipo de producto a retirar del proceso anterior.

También se encontraron antecedentes basados en las herramientas Lean Manufacturing donde se obtuvieron resultados significativos:

Ari y León (2019) en su investigación "Aplicación de la metodología lean manufacturing en el sector industrial": Una revisión de la literatura científica, realizada en la Universidad Privada del Norte de Lima, Perú; buscaba conocer el impacto que tendría el sector industrial post aplicación de las herramientas lean manufacturing y cuáles son las más frecuentes. Para ello realizaron una exhaustiva revisión sistemática en la cual encontraron 31 tesis o publicaciones donde hacían uso de dichas herramientas para optimizar sus resultados. Como resultado, 19 investigaciones arrojaban resultados muy satisfactorios para la empresa y las otras 12 investigaciones resultados regulares, prevaleciendo los resultados de alto grado. En cuanto a las herramientas lean manufacturing más usadas, en 22 investigaciones fue la herramienta 5" S en conjunto con SMED, TPM y Kaizen, obteniendo mayor organización, orden y limpieza en sus condiciones de trabajo; en 7 investigaciones la herramienta SMED y en 6 investigaciones la herramienta Kaizen, estas dos últimas de forma individual.

Becerra y Carbajal (2019) en su tesis "Propuesta de implementación de herramientas lean: 5s y estandarización en el proceso de desarrollo de producto en pymes peruanas exportadoras del sector textil de prendas de vestir de tejido de punto de algodón" realizada en la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas de Lima, Perú; donde buscaban aumentar la productividad, reducir el lead time, mejorar la eficiencia y reducir desperdicios. Como

resultado de aplicar dichas herramientas, obtuvieron un 22% de reducción en el lead time y un 67% menos en los reprocesos, lo cual aumenta la eficiencia y reduce los desperdicios en las pymes; así como, contribuye a las negociaciones en el mercado textil.

Lopez (2013) en su tesis "Mapeo de la Cadena de Valor" (VSM) como Estrategia de Reducción de Costos", obtuvo como resultado una reducción de tiempos de proceso en un 26%. Con el análisis del VSM se detectan cuáles son los procesos u operaciones de la Cadena de Valor que requieren una mejora (que no agregan valor) ya sea eliminando tiempos muertos, optimizando los tiempos de "set-up" o reduciendo movimientos innecesarios. Así también la reducción del 72% de costos de inventarios en procesos ya que de \$ 20 272 dólares en inventarios se redujeron a \$ 5 600 dólares de inventarios por día.

Aranibar (2016), en su tesis "Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera", tuvo como objetivo: Aplicar el Lean Manufacturing, para la mejorar la productividad, donde llegó a concluir que: La aplicación de Kanban sí disminuyó los costos de la empresa y también aumentó la productividad en el proceso de producción. Además, mejoró al 100% la productividad general de la empresa.

Tanco (2019) en su tesis "Propuesta de implementación de herramientas lean manufacturing para reducir los costos de transporte virtual de gas natural comprimido de una empresa en el norte del Perú" realizada en la Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa; donde buscaban evaluar el grado de impacto una vez aplicada la propuesta y el porcentaje en que disminuyen los costos gracias a ello. Como resultado obtuvieron una reducción del 36% en el tiempo de transporte y un 20% en el tiempo rodando; así mismo, el rendimiento general de las unidades de transporte aumentó de 46.1% a 69.4%.

Linares (2018) en su tesis "Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex" realizada en la Universidad Peruana De

Ciencias Aplicadas de Lima, Perú; donde buscaban optimizar la atención al cliente y disminuir retrasos en los pedidos. Como resultado lograron concretar un método estandarizado para la producción de insumos, lo cual brinda una mejor organización de la producción y tiempos más exactos sin desperdiciar recursos. También se disminuyó en un 3% mensual la demora en las órdenes de trabajo y un 10% en actividades de los puestos de trabajo delegándolas a operarios con tiempo libre para ello, a su vez mejoró las relaciones interpersonales de los colaboradores.

Vásquez (2021) en su tesis "Aplicación de Lean Manufacturing para elevar la Productividad en el área de envasado de la Empresa Prodesem, Lima – 2021" en la Universidad César Vallejo de Lima, Perú; donde buscaban aumentar la producción en el área de envasado a través de las herramientas 5S y Kaizen. Como resultado de aplicar dichas herramientas obtuvo un 38.25% menos en productos deficientes, la productividad de mano de obra aumentó en un 29.75% lo cual significa clientes satisfechos y sin reclamos; todo ello con una inversión económica de S/. 2,951.00.

La propuesta de mejora mediante herramientas Lean Manufacturing se realizará en una empresa industrial que produce y exporta mandarinas y otros frutos; en este caso, se trabajará en base a la producción de mandarinas. Esta empresa agroindustrial, cuenta con una línea de procesamiento de mandarinas, el cual incurre en elevados costos de producción.

Ante lo expuesto, se plantea la interrogante ¿En qué medida la aplicación de herramientas Lean Manufacturing reduce los costos de la empresa industrial en estudio?; es así que, la investigación pretende disminuir los costos en la empresa industrial; teniendo de la mano, objetivos específicos como realizar un diagnóstico de las etapas en el proceso de producción de la mandarina, fomentar la planificación y estandarización en la empresa, implementar las herramientas Lean Manufacturing y evaluar los cambios luego de ello, de

esta manera ayudar a que los costos operativos tengan una disminución significativa en la producción de mandarinas de la empresa, bajo la inferencia estadística luego de la mejora implantada.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de las herramientas lean manufacturing sobre la reducción de costos en una empresa agroindustrial?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de las herramientas lean manufacturing sobre la reducción de costos en una empresa agroindustrial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la producción en una empresa agroindustrial.
- Desarrollar la propuesta de mejora en una empresa agroindustrial.
- Evaluar los cambios luego de la propuesta.

1.4 Hipótesis

Las Herramientas Lean Manufacturing aumentan / disminuyen los costos en una empresa agroindustrial.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Se estableció que la muestra serían todos los pallets de mandarina producidos por día, estando dividida en dos áreas de recepción: A y B respectivamente. Como muestra, se tomó, por un tema de accesibilidad el área de recepción B, debido a que en esta área se recepciona la mejor calidad de mandarina que es cosechada en campo (Ver anexo 1). Así mismo, se hizo uso de técnicas e instrumentos como: Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Guías de observación Pareto.

La empresa elegida para este proyecto es una agroindustrial que exporta productos alimenticios de calidad y sostenibilidad desde 1998, ofreciendo alimentos saludables a todo el mundo. Cumple con estándares en cada uno de sus procesos de producción, los cuáles se han visto afectados por ciertos problemas, como resultado obtuvieron: elevado costo de producción y decremento de su demanda por falta de Herramientas Lean Manufacturing.

Como empresa, tienen la visión de ser la empresa agroindustrial líder en el suministro de alimentos de más alta calidad en el país. Poseen como producto estrella a la mandarina, teniendo excelentes perspectivas de desarrollo y al ser esta una fruta natural con textura suave y sabor energético, contine vitaminas y propiedades que otorgan una vida saludable y es exportada a diferentes partes del mundo.

Como segundo paso determinamos que el nivel de la presente investigación es aplicativo, puesto que, se busca profundizar el conocimiento de la aplicación de herramientas de mejora existentes para reducir un parámetro específico, los costos generales de una empresa agroindustrial. El tipo de investigación es retrospectiva, dado que la recopilación de los datos se realiza de investigaciones ya existentes y que demuestran la eficacia al aplicar las herramientas de lean manufacturing en la reducción de los costos luego

de ello. El diseño es Pre Experimental, ya que, Hernández et al. , (2014) mencionan que un diseño es pre experimental cuando “a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo.” (p.141). Este tipo de investigación permite analizar la incidencia de la variable de calibración (X) en la variable de control (Y) debido a que se evalúa en un antes y después de la aplicación de las herramientas de mejora para posteriormente determinar su impacto en la variable de control (Costo). Esta investigación de enfoque cuantitativo está orientado a reducir costos en una empresa agroindustrial. La adaptación del diseño (tabla 1) se basa en aplicar un pretest (O1), costos antes de la implementación de herramientas de lean manufacturing, para poder medir la variable de control, luego se aplica la variable de calibración (X), y se finaliza con la aplicación de un nuevo posttest, con lo cual se busca medir nuevamente la variable de control.

Tabla 1.
Tipo de estudio del proyecto

Tipo Estudio	Asignación	Preprueba	Experimento	Posprueba
Pre Experimental	No azar	O1	X	O2

Fuente: Elaboración propia

(O2), Costos después de la implementación de las herramientas de lean manufacturing

O1: Costos antes de la implementación de las herramientas de lean manufacturing

X: Propuesta de herramientas Lean para reducir los costos

Para realizar el diagnóstico inicial del proceso de producción actual se utilizó el instrumento de diagrama Causa - Raíz (Anexo 2) para determinar las deficiencias,

limitaciones y costos. Es así que, encontramos existe una gran cantidad de productos defectuosos en el área de producción y que tienen que ser muchas veces desechadas. También se ha podido identificar que existe sobretiempos en la búsqueda de materiales y herramientas durante la producción, además, cuenta con un proceso de mandarina no estandarizado ya que los tiempos de cada proceso tienen altas variaciones con respecto a la otra, esto conlleva al desaprovechamiento del tiempo y algunas otras establecidas en el Anexo 3.

Otro de los problemas que presenta la empresa, es la ocurrencia constante de accidentes e incidentes del personal; en el último año, la empresa ha registrado 5 accidentes incapacitantes temporales, además de muchos incidentes no registrados. Así también, el elevado tiempo que se emplea en el cambio de formato para pasar de un tipo de producción a otro. Luego se realizó una matriz de priorización (Anexo 4) y un Diagrama de Pareto (Anexo 5) para determinar cuál de ellos era más urgente atender.

A continuación, se presentan los principales problemas detectados en la empresa agroindustrial con la respectiva descripción de las causas que los generan (Ver Tabla 2).

Tabla 2
Problemas detectados en la empresa

Problemas Identificados	Descripción de las Causas
Alto porcentaje de mandarinas no conformes	Mala calibración de la maquina calibradora
	Mala selección por parte de los operadores
Altos desperdicios de materia prima	Personal no capacitado recepción de MP
	Acumulación de producto
Sobretiempos en la búsqueda de materiales y herramientas	Insumos mezclados y desordenado
	Desorden en las áreas de trabajo

	Personal no tiene ni usa EPP's
Accidentes e incidentes constantes del personal	No se identifican los peligros ni se controlan los riesgos
	Personal no capacitado en temas de seguridad
Paradas frecuentes de máquina	Mantenimiento correctivo de máquinas y componentes
Elevado tiempo de cambio de formato	Moldes dispersos y mal organizados
	Largo tiempo de preparación

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, la formulación y el cálculo de indicadores se encuentra basada en los costos de los problemas detectados en la etapa inicial de la investigación. En tal sentido, se plantearon indicadores para medir la razón de mejora de los problemas en la empresa, con la implementación de cada una de las herramientas propuestas (Tabla 3).

Tabla 3

Matriz de indicadores

CAUSA-RAÍZ	INDICADOR	FORMULA	HERRAMIENTA DE MEJORA
1. Desperdicio de materia prima y acumulación de producto	% de mandarina no conforme x día	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de mandarinas defectuosas por día}}{\text{Producción diaria}} * 100$	VSM Y JIDOKA
	% de pérdida de MP x día	$\frac{\text{Kg de MP entrada} - \text{Kg de MP salida}}{\text{Kg de MP entrada}} * 100$	
2. Mantenimiento correctivo de máquinas muy constante	% de paros de máquina x mes	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de minutos de paro de máquinas}}{\text{Tiempo disponible}} * 100$	5S Y JIDOKA
	% de días perdidos x mes debido a manto. correctivo	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de días perdidos por accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ Total de días Trabajados}} * 100$	
3. No hay un plan ni parámetros de seguridad bien definidos	% Accidentes del personal	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas}} * 10^6$	5S
4. Tiempos muertos elevados	% Tiempo de cambio de formato x día	$\frac{\text{Tiempo cambio}}{\text{Tiempo disponible}} * 100$	SMED
5. Operarios no capacitados correctamente	% Personal sin experiencia	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de personal sin experiencia}}{\text{N}^\circ \text{ total de personal}} * 100$	KANBAN
	% Indicadores de productividad	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de indicadores de productividad implementados}}{\text{N}^\circ \text{ total de indicadores requeridos de productividad}} * 100$	
6. Área de trabajo desorganizada	% Tiempo de análisis x semana	$\frac{\text{Tiempo de análisis}}{\text{Tiempo disponible}} * 100$	ANÁLISIS CAUSA-RAÍZ

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en base al conocimiento que se tiene de los problemas que presenta la empresa se han identificado 5 posibles alternativas de solución que podrían ayudar en mayor o menor medida a solucionar dichos problemas. A raíz de ello, se decidió hacer un análisis macro de todas las alternativas de solución en función a su capacidad para solucionar los problemas de la empresa, es así que, en el Anexo 6 se puede apreciar el análisis realizado y el paquete de alternativas generadas. Para la realización de la elección más conveniente, se le asignó una puntuación a cada una de ellas (Ver Anexo 7 y 8) tomando en cuenta las restricciones realistas del proyecto, obteniendo como resultado un empate con mayor puntaje de 16.8, siendo las alternativas A2 y A5. En el anexo 9 podemos ver cada paso de la implementación de dichas alternativas de solución; así también, se realizó la evaluación Económica – Financiera, tomando en cuenta los costos de implementación de la propuesta, los cuales se presentan en el anexo 10.

Se estableció que la tasa de descuento a aplicar en el proyecto es del 15%, pues se tomó como referencia la tasa de interés que ofrecen las entidades financieras a las empresas, la cual ronda en promedio al 10%, esto en el supuesto que fuera financiada con capital externo. El horizonte considerado es de 5 años.

Los indicadores obtenidos de la evaluación económica del proyecto muestran que este es viable económicamente, pues tiene un VAN positivo por un valor de S/. 539,242.44 soles, una TIR mayor a la tasa de descuento del proyecto por un valor de 86.15%

y un B/C de 3.1 soles, lo que indica que por cada sol invertido en el proyecto la empresa estaría obteniendo un beneficio de 3.1 soles (Anexo 11).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Tabla 4.

Tiempos muertos Actuales en el área de Selección

Fecha	Área de Selección Tiempo de búsqueda (min)	Área de Volcado Tiempo para seleccionar MP (min)
14/05/2021	8.5	
14/05/2021		15
15/06/2021		18
16/07/2021		20
15/08/2021	3.3	
16/09/2021	7.4	
17/10/2021		14
17/10/2021	7.5	
18/11/2021	8.7	
18/11/2021		22
19/12/2021		24
19/12/2021	3.1	
Total	38.50	113

Debido a las paradas realizadas para las reparaciones en la línea de producción, la empresa ha tenido tiempos muertos significativos. Solo en el área de selección podemos observar en la tabla 4 que tuvieron 38.50 min en tiempos muertos y en el área de Volcado, donde se selecciona la materia prima, se tuvo 113 minutos de pérdida.

Tabla 5.

Número de cajas producidas en un día

Día	Producción Diaria (cajas/día)
01/011/2021	1904
02/11/2021	2097
03/11/2021	1806
04/11/2021	1991
05/11/2021	2134
06/11/2021	1798
10/11/2021	1885
11/11/2021	2107
20/11/2021	2123

23/11/2021	1900
Promedio	1975

Se realizó un conteo de las cajas producidas por día para de esta manera tener una idea promedio de dicha producción mensual. En el mes de Noviembre 2021 se produjeron 1975 cajas, según la sumatoria de la tabla 5.

Tabla 6.

Cantidad de Kg actuales desperdiciados en la línea de producción (C.R. 1)

Fecha	Ingreso de Cajas de mandarina / día	Ingreso de Material (kg)	Salida de cajas buenas (und)	Salida de Cajas buenas (kg)	Salida de Cajas Malas (und)	Salida de cajas Malas (kg)	Desperdicio (kg)
1/11/2021	1904	19040	1828	18278.4	76	761.60	762
2/11/2021	2097	20970	2013	20131.2	84	838.80	839
3/11/2021	1806	18060	1734	17337.6	72	722.40	722
4/11/2021	1991	19910	1911	19113.6	80	796.40	796
5/11/2021	2134	21340	2049	20486.4	85	853.60	854
6/11/2021	1798	17980	1726	17260.8	72	719.20	719
10/11/2021	1885	18850	1810	18096.0	75	754.00	754
11/11/2021	2107	21070	2023	20227.2	84	842.80	843
20/11/2021	2123	21230	2038	20380.8	85	849.20	849
23/11/2021	1900	19000	1824	18240.0	76	760.00	760
Total	1974.50	19745.00	1895.52	18955.20	78.98	789.90	790

Como podemos observar, en la tabla 6, registramos el ingreso de material y la salida de cajas buenas y malas en unidades y Kg. Del periodo elegido teniendo como resultado el importe de 790 Kg. En desperdicios tan solo en dicho mes.

Tabla 7.

Costo Actual anual por desperdicios de producto en la línea de producción (C.R. 1)

Área	Desperdicio (Kg/mes)	Desperdicio (S//mes)	Costo MO (S//mes)	Costo Total (S// Mes)	Costo Total (S//año)
Producción	790	S/3,159.20	S/71.30	S/3,230.50	S/38,766.02
Total	790	S/3,159.20	S/71.30	S/3,230.50	S/38,766.02

Con las cantidades registradas en la tabla anterior calculamos el costo actual que esto acarrea a la empresa, obteniendo un monto de S/. 38,766.02 en gastos anuales por desperdicios en la producción (Tabla 7).

Tabla 8.

Cantidad de Kg desperdiciados en la línea de producción después de la mejora (C.R. I)

Fecha	Ingreso de Cajas de mandarina al día	Ingreso de Material (kg)	Salida de cajas buenas)	Salida de Cajas buenas (kg)	Salida de Cajas Malas (und.)	Salida de cajas Malas (kg)	Desperdicio (kg)
2/09/2022	2164	21640	2121	21207.2	43	432.80	433
4/09/2022	2984	29840	2924	29243.2	60	596.80	597
6/09/2022	2220	22200	2176	21756.0	44	444.00	444
7/09/2022	2982	29820	2922	29223.6	60	596.40	596
8/09/2022	1924	19240	1886	18855.2	38	384.80	385
9/09/2022	2892	28920	2834	28341.6	58	578.40	578
10/09/2022	2687	26870	2633	26332.6	54	537.40	537
11/09/2022	2612	26120	2560	25597.6	52	522.40	522
12/09/2022	2408	24080	2360	23598.4	48	481.60	482
13/09/2022	2348	23480	2301	23010.4	47	469.60	470
Total	2522.10	25221.00	2471.66	24716.58	50.44	504.42	504.42

Una vez aplicadas las Herramientas Lean recalculamos los Kg. De desperdicios en la línea de producción, donde obtuvimos una reducción del 36.15% (Ver Tabla 8) con respecto a los resultados de la tabla 8.

Tabla 9.

Costos anuales por desperdicios de producto en la línea de producción después de la mejora (C.R. I)

Área	Desperdicio (Kg/mes)	Desperdicio (S//mes)	Costo MO (S//mes)	Costo Total (S./ / Mes)	Costo Total (S./ / año)
Producción	504	S/2,017.68	S/45.54	S/2,063.22	S/24,758.62
Total	504	S/2,017.68	S/45.54	S/2,063.22	S/24,758.62

De igual manera, calculamos el importe que costaría este nuevo cálculo de Kg. Ya con la mejora, con lo que obtuvimos una reducción del 36.13% (Ver tabla 9) con respecto a los costos anuales en la tabla 7.

Tabla 10.

Costos de los mantenimientos Correctivos Actuales de la línea de producción (C.R. 2)

Fecha	Descripción del paro	Tiempo de parada (hr)	CM	CMO	LC	C.Total
22/11/2020	Cambio resistencia	3.5	S/50.00	S/30.00	S/4,200.00	S/4,280.00
28/12/2020	Cambio de electroválvulas de presión	4	S/200.00	S/50.00	S/4,800.00	S/5,050.00
28/01/2021	Ruptura de mangueras hidráulicas	4	S/150.00	S/50.00	S/4,800.00	S/5,000.00
14/02/2021	Cambio de pirómetro	4	S/100.00	S/30.00	S/4,800.00	S/4,930.00
05/03/2021	Cambio de termocupla	5.5	S/40.00	S/20.00	S/6,600.00	S/6,660.00
17/04/2021	Cambio de la botonera	4	S/50.00	S/50.00	S/4,800.00	S/4,900.00
08/05/2021	Cambio de rodamiento por ruptura	5	S/150.00	S/50.00	S/6,000.00	S/6,200.00
16/06/2021	Lubricación de corona y sin fin	5	S/100.00	S/70.00	S/6,000.00	S/6,170.00
12/07/2021	Rebobinado del motor de la calibradora	3	S/700.00	S/300.00	S/3,600.00	S/4,600.00
18/08/2021	Lubricación de caja de rodajes	3	S/50.00	S/12.56	S/3,600.00	S/3,662.56
05/09/2021	Cambio de fusible	2.5	S/10.00	S/20.00	S/3,000.00	S/3,030.00
20/10/2021	Cambio de un contactor quemado	6	S/50.00	S/30.00	S/7,200.00	S/7,280.00
01/11/2021	Cambio de los O- ring de actuadores	7	S/200.00	S/50.00	S/8,400.00	S/8,650.00
	Total	56.5	S/1,850.00	S/762.56	S/67,800.00	S/70,412.56

Fuente: Datos de la investigación

Tabla 11.

Comparación de costos del antes y después de aplicar la mejora (C.R. 2)

PROBLEMA	COSTO		Δ%
	Actual	Mejorado	
Costos de mantto correctivos	S/ 70,412.56	S/ 14,054.19	80.04%
Elevados tiempos muertos	S/ 14,235.33	S/ 7,902.83	44.48%

Estandarización de procesos	S/ 38,766.02	S/ 24,758.62	36.13%
Total	S/ 123,413.91	S/ 46,715.64	62.15%

Fuente: Datos de la investigación

Tabla 12.

Nº de accidentes por no tener parámetros de seguridad bien definidos (C.R. 3)

Número de accidentes en el año 2021	
Mes	Descripción del accidente
Feb-21	Corte en la mano al operar la maquina volcadora
Abr-21	Quemadura por contacto el motor de la faja de calibración
May-21	Golpe en el pie por caída de jvas
Ago-21	Choque eléctrico por contacto con cable suelto
Oct-21	Atoramiento de brazo con la máquina de lavado
Nov-21	Golpe en el pie por caída de jvas

Tabla 13.

Costos de accidentes por operarios no capacitados (C.R. 3 y C.R. 5)

Mes	Días perdidos 2021	Costo por Días Perdidos	Utilidad Perdida (S/mes)
Ene-19		S/0.00	S/0.00
Feb-19	2	S/86.67	S/480.00
Mar-19		S/0.00	S/0.00
Abr-19	3	S/130.00	S/720.00
May-19	4	S/173.33	S/960.00
Jun-19		S/0.00	S/0.00
Jul-19		S/0.00	S/0.00
Ago-19	3	S/130.00	S/720.00
Set-19		S/0.00	S/0.00
Oct-19	7	S/303.33	S/1,680.00
Nov-19	4	S/173.33	S/960.00
Dic-19		S/0.00	S/0.00
TOTAL	23	S/996.67	S/5,520.00

Posteriormente, se calcula los costos totales de accidentes ocurridos en el año 2021, teniendo en cuenta el costo de Multa por falta de políticas de seguridad Ocupacional que corresponde a S/ 22 275.00 y costo de

Servicio de Medicina Particular que en su totalidad suman S/ 720.00, lo que finalmente nos da como costo total de accidentes ocurridos en el año 2021 la suma de S/ 29 511.67.

Tabla 14.

Costo total actual de tiempos muertos en la línea de producción (C.R. 4)

Área	Sobretiempo (min/men)	Costo MO (S//mens)	Utilidad Perdida (S//mens)	Costo Total (S//mens)	Costo Total (S//año)
Volcado	113	S/10.20	S/14.13	S/24.33	S/291.92
Selección	38.5	S/6.95	S/1,155.00	S/1,1615	S/13,943.42
Total	152	S/17.15	S/1,169.13	S/1,186.28	S/14,235.33

Al realizar el cálculo de costos para ambas áreas: Volcado y Selección, se obtuvo un costo total anual de 291.92 soles y de S/. 13,943.42 respectivamente. Es decir, anualmente estaban teniendo un gasto de S/. 14,235.33 en tiempos muertos.

Tabla 15.

Costo total de tiempos muertos en la línea de producción después de la mejora (C.R. 4)

Área	Sobretiempo (min/men)	Costo MO (S//mens)	Utilidad Perdida (S//mens)	Costo Total (S//mens)	Costo Total (S//año)
Volcado	45	S/4.06	S/5.63	S/9.69	S/116.25
Selección	22	S/3.88	S/645.00	S/648.88	S/7,786.58
Total	67	S/7.94	S/650.63	S/658.57	S/7,902.83

Luego de haber aplicado las Herramientas Lean seleccionadas, podemos ver una disminución bastante notoria en cuanto al costo de tiempo muerto, lo cual es de un 44.48% respecto a como se encontró inicialmente en la Tabla 14.

Tabla 16.

Tiempos de búsqueda en área de volcado (C.R. 6)

Fecha	Tiempo para seleccionar MP (min)
27/10/2021	4
28/10/2021	7
29/10/2021	3
30/10/2021	8
2/11/2021	2
3/02/2021	5
Total	29

Tabla 17.

Tiempos de búsqueda en área de selección (C.R. 6)

Fecha	Materiales y herramientas requeridas en el día	Tiempo de búsqueda (min)
27/10/2021	Jabas de Materia prima	1.80
	Liquido clorificante	2.50
	Cajas	4.20
28/10/2021	Pallets	2.50
	Tijera	0.80
29/10/2021	Cintas y etiquetas	1.50
	Cajas	3.20
30/10/2021	Sunchos	1.20
	Silicona spray	2.30
	Tijera	2.00
2/11/2021	Jabas de mermas	2.70
	Pallets	1.50
	Sunchos	1.50
3/02/2021	Alicate	0.8
	Cintas y etiquetas	2.3
Total		30.80

Tabla 18.

Costos totales por tiempos de búsqueda en el área de producción (C.R. 6)

Área	Costo Sobretiempo (min/sem)	Costo MO (S//sem)	Utilidad Perdida (S//sem)	Costo Total (S//sem)	Costo Total (S//año)
Volcado	29	S/2.62	S/7,250.00	S/7,252.62	S/58,020.94
Selección	31	S/5.56	S/924.00	S/929.56	S/7,436.49
Total	60	S/8.18	S/8,174.00	S/8,182.18	S/65,457.43

A partir de la tabla anterior se tiene que los costos totales por área desorganizada el cual conlleva a tener elevados tiempos de búsqueda de herramientas e insumos en la planta de proceso de mandarina, por ende, se obtiene un total de S/65,457.43.

Al observar, en el anexo 12, los costos más elevados son el demantenimiento correctivo, en la figura 1 se muestra el diagrama Pareto.

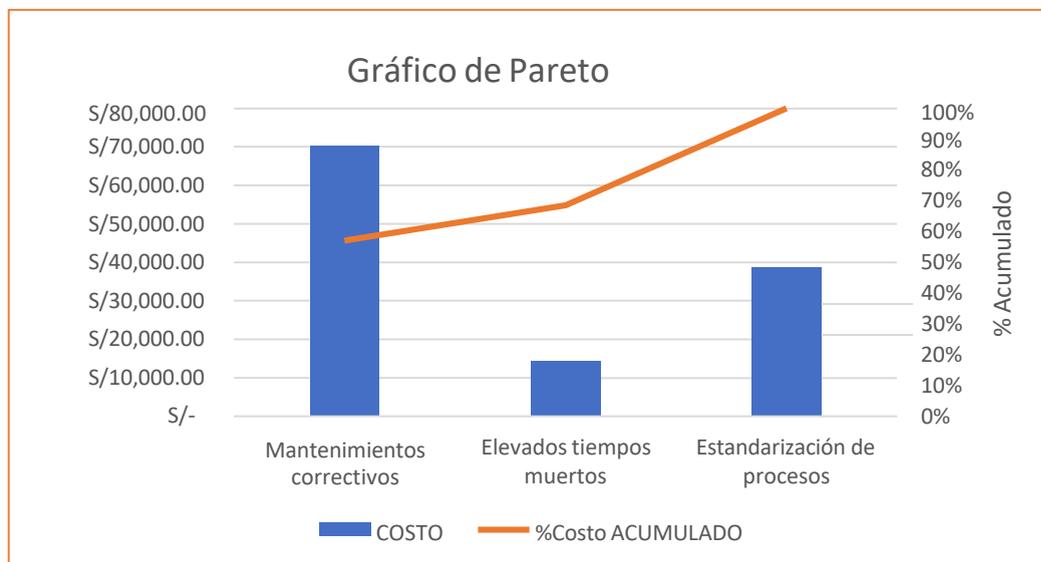


Figura 1. Diagrama Pareto de la Situación Actual de la empresa agroindustrial

Como se puede observar en el anexo 13 tenemos una diferencia significativa en cuanto a los resultados del antes y después de la aplicación de las Herramientas Lean. En la figura 2, el costo que más resalta es el de estandarización de procesos, el cual es

considerablemente reducido al costo anterior, así mismo, aplicando las herramientas de mejora de lean manufacturing tenemos que los costos de mantto correctivos tienen una variación porcentual del 80% respectivamente.



Figura 2. Diagrama Pareto de la Situación mejorada de la empresa agroindustrial

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

Uno de los objetivos de la investigación fue el de reducir significativamente el costo en una línea de producción de una empresa agroindustrial, a partir de herramientas de mejora lean manufacturing. En el anexo 14 podemos observar todos los paros realizados, teniendo un gasto total de S/. 70,412.56 y como consecuencia una baja en la producción. Se buscó una mejora de dichas paradas mediante las herramientas lean 5S, SMED, el Análisis Causa - Efecto, Kanban, Jidoka y VSM, con lo que se obtuvo una reducción de gasto total a S/. 14,054.19; así mismo, Tanco (2019) en su tesis "Propuesta de implementación de herramientas lean manufacturing para reducir los costos de transporte virtual de gas natural comprimido de una empresa en el norte del Perú"; buscaban evaluar el grado de impacto y el porcentaje en que disminuyen los costos gracias a las herramientas lean. Como resultado, se redujo un 36% en el tiempo de transporte y un 20% en el tiempo rodando; como consecuencia, el rendimiento general de las unidades de transporte aumentó de 46.1% a 69.4%.

Debido a las paradas realizadas para las reparaciones en la línea de producción la empresa ha tenido tiempos muertos significativos. Al sumar los tiempos muertos en el área de selección y volcado (tabla 4) tenemos un total de 151.5 min., lo cual ha tenido un costo de S/. 14,235.33. Esto no sería la primera vez que ocurre en una empresa, ya que Linares (2018) en su tesis "Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex" buscaba principalmente disminuir retrasos en los pedidos, causados por los tiempos muertos. Como resultado, lograron concretar un método estandarizado, lo cual brinda una mejor producción y tiempos más exactos sin desperdiciar recursos. También disminuyó un 3% mensual la demora en las órdenes de trabajo lo que a

su vez mejoró las relaciones interpersonales de los colaboradores. De igual manera, en la empresa agroindustrial en estudio hubo una reducción de tiempos muertos del 44% teniendo un valor en costo de S/. 7902.83 luego de la aplicación de herramientas lean (Tabla 15).

La empresa agroindustrial en estudio, en Noviembre 2021, tuvo una producción de 1975 cajas/día, donde 790 kg. fueron desperdicios de la línea de producción (Tabla 6) con un costo anual de S/. 38,766.02; se buscó disminuir la cantidad de Kg. de desperdicios y reducir el costo de ello utilizando la herramienta SMED. Algo parecido sucedió en la tesis "Propuesta de implementación de herramientas lean: 5s y estandarización en el proceso de desarrollo de producto en pymes peruanas exportadoras del sector textil de prendas de vestir de tejido de punto de algodón" por Becerra y Carbajal (2019); donde buscaban aumentar la productividad, reducir el lead time, mejorar la eficiencia y reducir desperdicios. Obtuvieron un 22% de reducción en el lead time y un 67% menos en los reprocesos, lo cual aumenta la eficiencia y reduce los desperdicios; así mismo, en la empresa agroindustrial estudiada en esta tesis el costo por desperdicios se redujo a S/. 24,758.62; es decir, en un 36.13%.

4.2 CONCLUSIONES

- Se elaboró un diagnóstico actual de la empresa agroindustrial mediante el diagrama de Ishikawa identificando problemas de: exceso de mantenimientos correctivos, tiempos muertos elevados, y paradas de máquinas, ocasionando un costo de S/123,413.91.
- Al identificar los problemas, se propuso aplicar en la empresa las siguientes herramientas: 5S, SMED, el Análisis Causa -Efecto, Kanban, Jidoka y VSM, de la mano con personal administrativo y obreros.
- Para la implementación de la propuesta, se requirió una inversión de S/. 44,804.42, Se realizó una evaluación económica, hallando un VAN de S/. 539,242.44, TIR de 86.15% y un Beneficio/Costo de 3.1 soles lo cual nos indica un beneficio para la empresa.
- En los resultados de las herramientas desarrolladas, se determinó que fueron muy beneficiosas ya que los costos disminuyeron significativamente, un 44% en tiempos muertos y en costos por desperdicios disminuyó un 36.13%. La empresa tuvo un ahorro de S/. 76,698.27 en gastos luego de aplicar la mejora de las herramientas en mención.

REFERENCIAS

- ALCALÁ GÁMEZ, A. L. E. J. A. N. D. R. O. (2009). *Situando el SMED como una herramienta de" Lean Manufacturing" para mejorar los tiempos de preparación, ajuste y cambios de herramientas.*
- Aranibar, M. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.* Cybertesis unmsm.
- Ari, E. & León, D. (2020). *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el sector industrial: una revisión de la literatura científica.*
- Becerra, K. & Carbajal, X. (2019). *Propuesta de implementación de herramientas lean: 5s y estandarización en el proceso de desarrollo de producto en pymes peruanas exportadoras del sector textil de prendas de vestir de tejido de punto de algodón.*
- Cámara de comercio (2022). *Los poderes de la mandarina, una fruta fácil de consumir y transportar.*
- Carrillo et al., (2019). *Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia.* SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión, 11(1), 71-86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2019.0001.04>
- Charaja, J. M. (2020). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio.*
- Choque, L. F. P., & Ayabe, M. *Sistema de producción toyota (tps), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles.*
- Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2018). *La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional.* Dimensión empresarial, 16(1), 47-60.
- García Palencia, O. (2004). *El mantenimiento productivo total y su aplicabilidad industrial.*
- Gutiérrez H. & DE LA VARA, R. *Control estadístico de calidad y Seis Sigma,*

McGraw Hill. Segunda edición, 2009.

HERNÁNDEZ, J. C. 2013. *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, Fundación EOI.

Hernández et. al (2014). *Diseño de investigación*. México: ediciones Mc. Graw hi.

Linares Contreras, D. A. (2018). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex*.

López Cuevas, B. N. (2013). *Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) como Estrategia de Reducción de Costos*.

Mourtzis et. al. (2016). *Lean rules identification and classification for manufacturing industry*. Procedia CIRP, 50, 198-203.

Roldan et al. (2021). *Aplicación de Lean manufacturing en el diseño de una mejora tecnológica en una microempresa*.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing*. Paso a paso. Marge books.

Shingo, S. (1990). *Sistema de Producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería*. Madrid: Tecnología de Gerencias y Producción

Shingo. (1990). *Una revolución en la producción: El Sistema MED*. Madrid: Tecnología de Gerencias y Producción.

Tanco Pompilla, P. G. (2019). *Propuesta de implementación de herramientas lean manufacturing para reducir los costos de transporte virtual de gas natural comprimido de una empresa en el norte del Perú*.

Tejeda, A. S. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Ciencia y sociedad.

Vásquez Neyra, J. H. (2021). *Aplicación de Lean manufacturing para elevar la productividad en el área de envasado de la Empresa Prodesem, Lima-2021*.

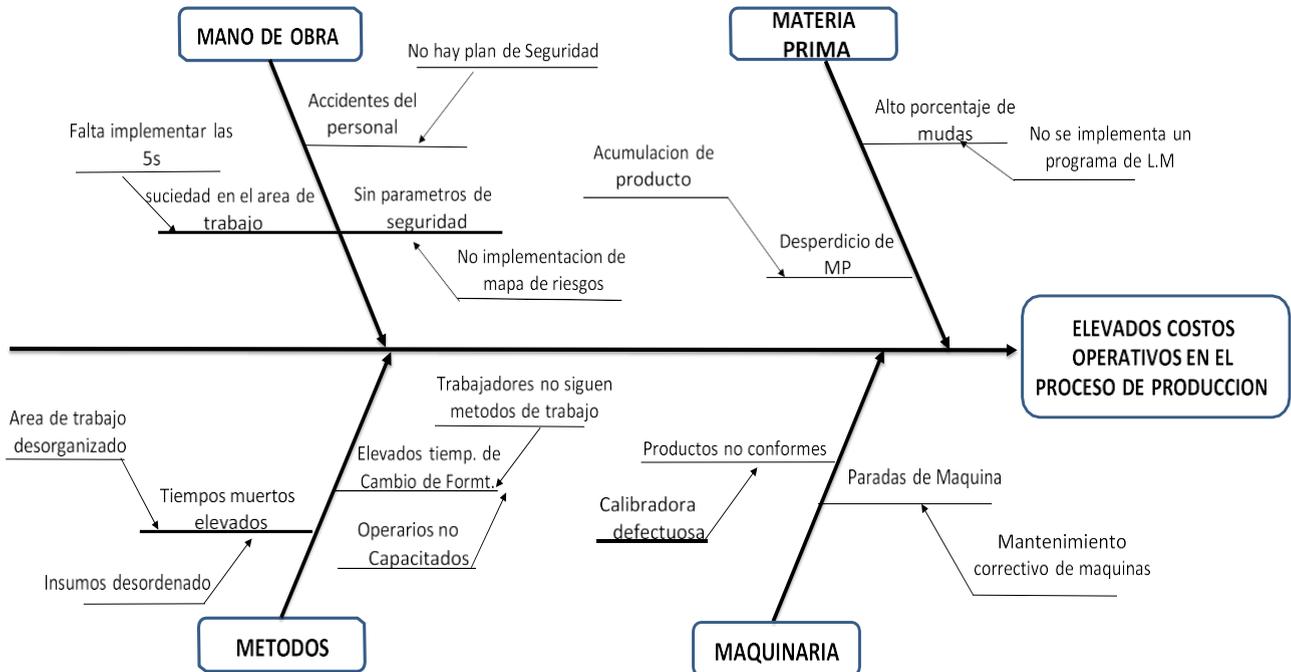
ANEXOS

ANEXO N° 1. Muestra en pallets recepcionados por día

Recepción	Pallet	Porcentaje
A	17	55%
B	14	45%
TOTAL	31	100 %

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3. Problemas detectados en la empresa

Problemas Identificados	Descripción de las Causas
Alto porcentaje de mandarinas no conformes	Mala calibración de la maquina calibradora
	Mala selección por parte de los operadores
Altos desperdicios de materia prima	Personal no capacitado recepción de MP
	Acumulación de producto
Sobretiempos en la búsqueda de materiales y herramientas	Insumos mezclados y desordenado
	Desorden en las áreas de trabajo
Accidentes e incidentes constantes del personal	Personal no tiene ni usa EPP's
	No se identifican los peligros ni se controlan los riesgos
	Personal no capacitado en temas de seguridad
Paradas frecuentes de máquina	Mantenimiento correctivo de máquinas y componentes
Elevado tiempo de cambio de formato	Moldes dispersos y mal organizados
	Largo tiempo de preparación

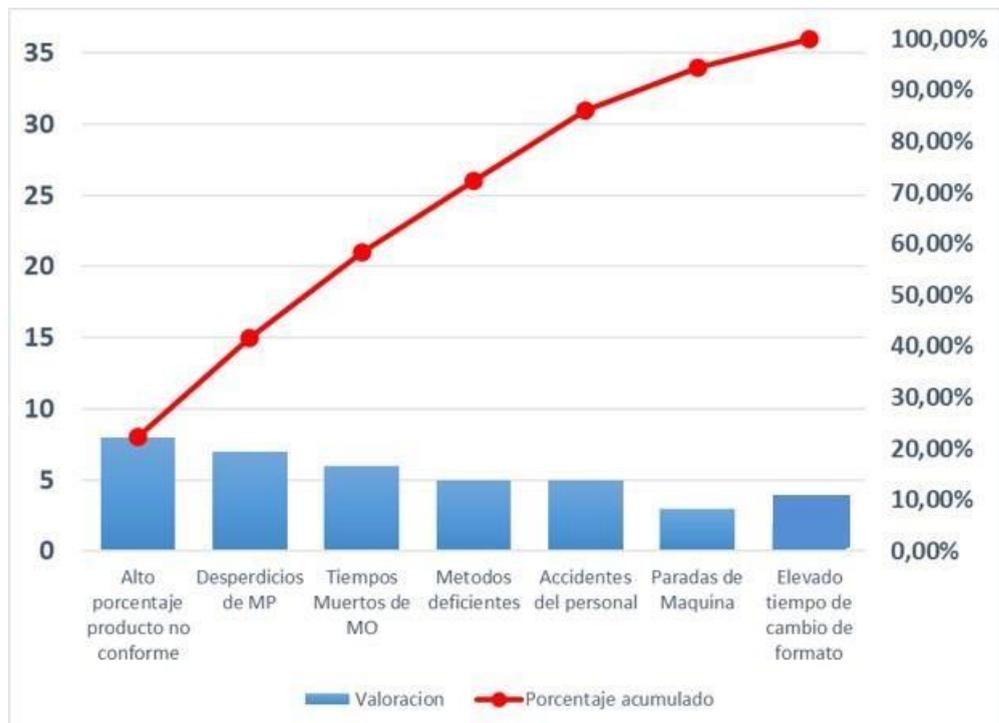
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4. Matriz de Priorización

Causa - Raíz		Valoración	Porcentaje relativo	Porcentaje acumulado
1	Materia Prima Desperdicios de MP	6	20,89%	28.57%
4	Mano de Obra Tiempos Muertos de	5	18,78%	52.38%
3	Parámetros de seguridad no definidos	4	17,89%	71.43%
2	Maquinaria Paradas de Maquina por mantenimiento	1	12,78%	76.19%
5	Operarios no capacitados	2	14,83%	85.71%
6	Métodos Área de trabajo desorganizada	3	14,83%	100.00%
		21	100%	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 6. Análisis Macro de las alternativas de solución

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	5S	KANBAN	Análisis Causa - Raíz	SMED	TPM	VSM	SGSST	JIDOKA	Alternativas de Solución
Alto porcentaje de mandarina noconforme	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	5S + TPM
Accidentes e incidentes constantes del personal	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	KANBAN + VSM + JIDOKA
Altos desperdicios de materia prima	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	VSM + JIDOKA
Sobretiempos en la búsqueda demateriales y herramientas	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	5S+SGSST+SMED
Paradas frecuentes de máquina	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	5S+TPM+SMED
Elevado tiempo de cambio deformato	Alto	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	5S+Ana. C-R+SMED

LEYENDA

	Alto impacto en la solución de los problemas
	Impacto medio en la solución de los problemas
	Bajo impacto en la solución de los problemas

ANEXO N° 7. Alternativas de solución

ID	ALTERNATIVA
A1	5S+SGSST+Análisis C-R
A2	5S+ Análisis C-R + SMED
A3	TPM+SMED
A4	5S+SGSST+SMED
A5	KANBAN+VSM+JIDOKA

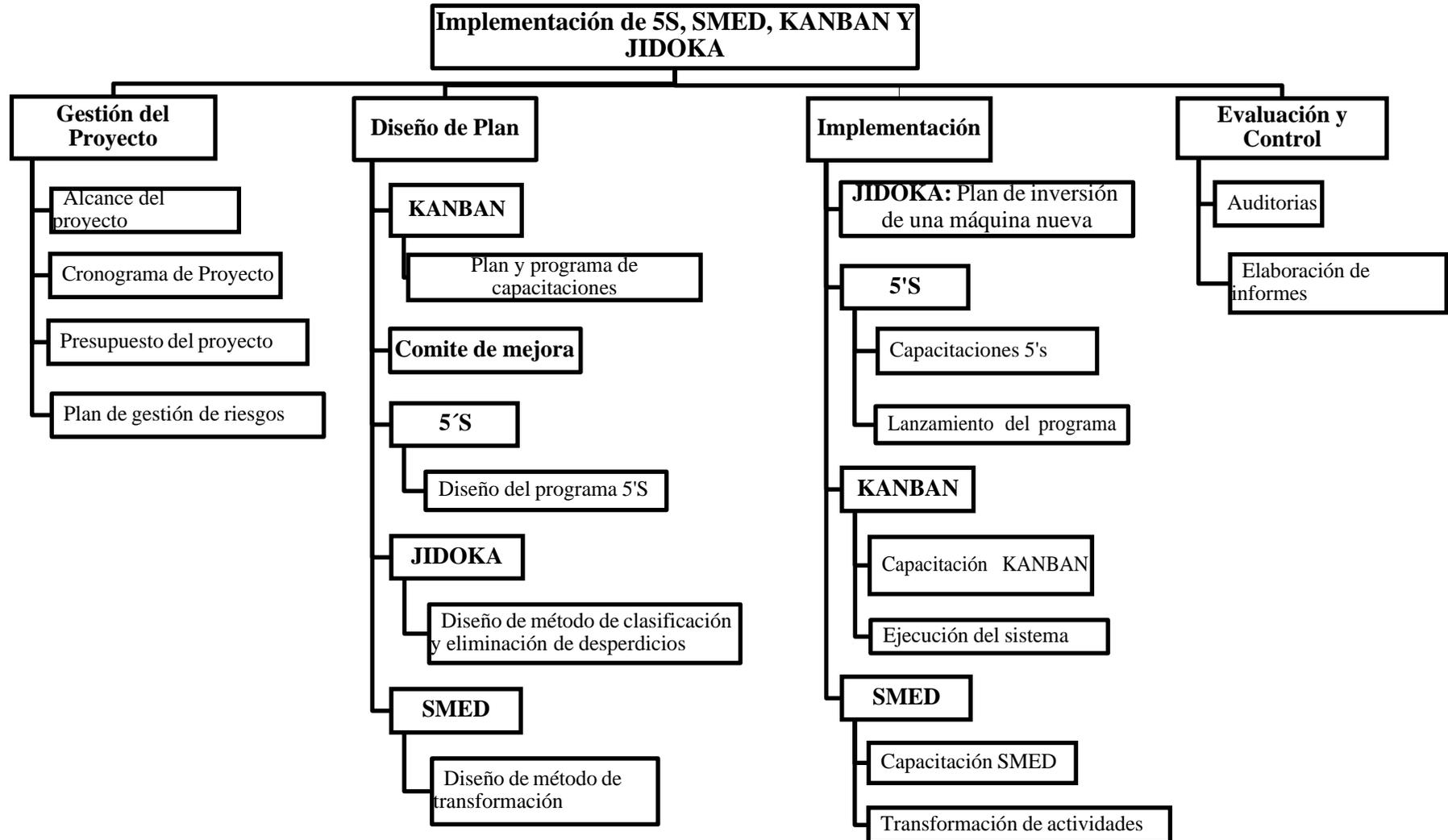
Fuente: Datos de la investigación

ANEXO N° 8. Selección de la alternativa de solución

DESCRIPCIÓN	A1	A2	A3	A4	A5
RESTRICCIÓN	6.2	8.9	7.6	6.1	7.9
CRITERIO TÉCNICO	6.2	7.9	6.9	6.7	8.9
Total	12.4	16.8	14.5	12.7	16.8

Fuente: Datos de la investigación

ANEXO N° 9. Implementación de la mejor alternativa de solución



ANEXO N° 10. Presupuesto de la implementación de 5S, Análisis Causa – Raíz, SMED,
KANBAN Y JIDOKA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	PRECIO UNITARIO	TOTAL MENS.	TOTAL ANUAL
1	Máquina de Pesaje y Seleccin	1	Unid.	S/195,199.00	S/195,199.00	S/195,199.00
2	Tiempo de Personal	140.0	hh	S/5.42	S/758.80	S/9,105.60
3	Capacitador	14	hh	S/45.00	S/630.00	S/7,560.00
4	Trapo Industrial	20	Kg.	S/2.50	S/50.00	S/600.00
5	Paneles	8	Unid.	S/135.00	S/1,080.00	S/12,960.00
6	Estante	4	Unid.	S/320.00	S/1,280.00	S/15,360.00
7	Periódico Mural	2	Unid.	S/250.00	S/500.00	S/6,000.00
8	Hojas bond	3	Paquete	S/15.00	S/45.00	S/540.00
9	Pintura	3	Galón	S/75.00	S/225.00	S/2,700.00
10	Señales de Seguridad	30	Unid.	S/5.00	S/150.00	S/1,800.00
11	Escobas	5	Unid.	S/10.00	S/50.00	S/600.00
12	Recogedores	5	Unid.	S/10.00	S/50.00	S/600.00
13	Llaves vaso 1/2"	6	Unid.	S/25.00	S/150.00	S/1,800.00
14	Llaves Hexagonal	6	Unid.	S/18.50	S/111.00	S/1,332.00
15	Zapatos de Seguridad	8	Pares	S/80.00	S/640.00	S/7,680.00
16	Guantes de Badana	10	Pares	S/7.50	S/75.00	S/900.00
17	Tapón auditivo	10	Unid.	S/1.00	S/10.00	S/120.00
18	Lapicero	10	Unid.	S/1.00	S/10.00	S/120.00
19	Micas	10	Unid.	S/1.00	S/10.00	S/120.00
20	Diplomas	15	Unid.	S/1.00	S/15.00	S/180.00
21	Incentivo	2	Unid.	S/50.00	S/100.00	S/1,200.00
22	Cinta Adhesiva	3	Unid.	S/2.00	S/6.00	S/72.00
TOTAL					S/201,144.80	S/266,548.60

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 11. Flujo de caja proyectado

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 242,540.00				
Inversión	S/. -266,548.60	S/. -2,160.00				
Flujo neto de efectivo	S/. -266,548.60	S/. 240,380.00				

Fuente: Elaboración propia

VAN	S/. 539,242.44
TIR	86.15%
VAN Ingresos	S/. 813,031.70
VAN Egresos	S/. 259,307.94
B/C	3.1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 12. Resumen de costos generales actuales en la línea de producción

PROBLEMA	COSTO	COSTO ACUMULADO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Mantenimientos correctivos	S/ 70,412.56	S/ 70,412.56	57%	57%
Elevados tiempos muertos	S/ 14,235.33	S/ 84,647.90	12%	69%
Estandarización de procesos	S/ 38,766.02	S/ 123,413.91	31%	100%
Total	S/ 123,413.91		100.00%	

Fuente: Datos de la investigación

ANEXO N° 13. Comparación de costos del antes y después de aplicar la mejora

PROBLEMA	COSTO		$\Delta\%$
	Actual	Mejorado	
Costos de mantto correctivos	S/ 70,412.56	S/ 14,054.19	80.04%
Elevados tiempos muertos	S/ 14,235.33	S/ 7,902.83	44.48%
Estandarización de procesos	S/ 38,766.02	S/ 24,758.62	36.13%
Total	S/ 123,413.91	S/ 46,715.64	62.15%

Fuente: Datos de la investigación

ANEXO N° 15. Desarrollo de la Herramienta 5S en la empresa

HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING: 5S	
Clasificar (Seiri)	<p>La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros. Para ello, se aplica Seiri identificando aquellos elementos que serán eliminados con tarjetas rojas de eliminación.</p>
Orden (Seiton)	<p>Diseñar un Layout del área de la ubicación de los estantes, mesas, maquinas, herramientas, etc. de la empresa agroindustrial y así demarcar zonas de trabajo, realizar rotulaciones de señalización de seguridad e identificar zonas seguras.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar organizadores necesarios de herramientas y equipos. - Realizar delimitaciones en el dónde cada operador identifique rápidamente las herramientas, para de esa manera ahorra tiempos.
Limpieza (Seiso)	<p>En este punto se establece realizar una hoja de control de limpieza e inspección, esto ayudará a comprometer al personal donde se recogen las distintas tareas a realizar por el operario dependiendo del puesto que ocupe y maquinaria en la que trabaje. Del mismo modo, establecer las metas de la limpieza como elementos almacenados (materiales, moldes,</p>

	<p>herramientas), equipos (maquinarias, mesas de trabajo, etc.) y espacios (pisos, paredes, pasillos, áreas de trabajo, estantes, etc.) y por último determinar las responsabilidades de limpieza, en la cual que todos trabajen y se sientan responsable de manera automática.</p>
<p>Estandarizar (Seiketsu)</p>	<p>La entrega de la hoja de control de limpieza e inspección anteriormente mencionada detalla las tareas a realizar por cada empleado, recogiendo de manera secuencial las distintas actividades para mantener las 5S descritas y así establecer procedimientos por trabajo en el que se describe las actividades, las inspecciones, el tiempo frecuencia, materiales a usar, medidas de seguridad a tomar en cuenta, entre otros. Para eso se establecerá procedimientos y planes para mantener orden y limpieza, manteniendo todo en su sitio y en orden, estableciendo un estándar o medida temporal y promoviendo auditorias.</p>
<p>Disciplina (Shitsuke)</p>	<p>De cara a contribuir a la creación de una conciencia comprometida con la implementación de las 5S, se va a diseñar un boletín informativo de las 5S y publicar los avances tras las sesiones llevadas, también se procede a realizar una reunión con todos los trabajadores explicando la idea de implementar la metodología Lean Manufacturing. Por otro lado, se comenta las ventajas y beneficios logrados a largo plazo que se esperan con el esfuerzo de todos, la cual se debe tomar acciones correctivas o preventivas. A si mismo, se situar numerosos carteles donde se recuerda el obligado cumplimiento de las normas prestando especial cuidado a la limpieza de las distintas zonas de trabajo.</p>

ANEXO N° 16. Desarrollo de la Herramienta SMED en la empresa

Una vez que se ha identificado que es necesario reducir los tiempos de cambio de formato en la planta, es necesario realizar también la capacitación al equipo para que nos permita contar con un equipo multidisciplinario en la aplicación de la Técnica, es imperativo poner en práctica su aplicación para mejorar las condiciones actuales de trabajo.

FASE N° 1:

- 1) Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo Actual.
- 2) Analizando el área de empaque los tiempos de cambio de formato, se decide aplicar SMED para esta área ya que toma un tiempo actualmente de 45 minutos por día en realizar el cambio de formato.
- 3) Iniciamos con el detalle de todas las actividades con el cambio de los diferentes formatos para cada caja de mandarina:
 - 10 Kg(más usado)
 - 12 Kg
 - 15 Kg
 - 20 Kg
 - Por volumen

Realizando la toma de datos, observemos la siguiente tabla de la recogida de datos:

Tabla 19. Análisis de datos

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
1	Cosecha	90
2	Acopio Temporal/ Control De Calidad	40

3	Carga De Unidad De Transporte	10
4	Traslado A Cae'S	25
5	Recepcion De Mp	5
6	Control De Calidad	
7	Sanitizado	30
8	Pre Enfriamiento	90
9	Almacenamiento En Cámara	180
10	Carga De Unidad De Transporte	180
11	Traslado De Packing	30
12	Recepción De Mp	180
13	Control De Calidad	
14	Almacenamiento En Cámara Mp	24 HR
15	Empaque/Control De Calidad	60
16	Enfriamiento	120
17	Almacenamiento En Cámara Pi	3.5 DIA
18	Carga De Contenedor	30
19	Salidad De Contenedor	300

Fuente: Elaboración propia

FASE N° 2. Diferenciar las actividades internas de las externas

En esta fase vamos a revisar que las fases anteriores estén cumpliendo con los logros establecidos, para identificar aquellas actividades que se realizan el cambio como el mantenimiento predictivo, control pre operacional, chek list de formatos, en este caso podemos marcar las actividades externas de las internas.

Tabla 20. Clasificación de actividades internas y externas

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
1	Cosecha	I
2	Acopio temporal/ control de calidad	I
2	Carga de unidad de transporte	I
3	Traslado a cae's	I

4	Recepción de MP	I
5	Control de calidad	
6	Sanitizado	I
7	Pre enfriamiento	I
8	Almacenamiento en cámara	I
9	Carga de unidad de transporte	I
10	Traslado de packing	I
11	Recepción de mp	I
12	Control de calidad	
13	Almacenamiento en cámara mp	I
14	Empaque/control de calidad	I
15	Enfriamiento	I
16	Almacenamiento en cámara pi	I
17	Carga de contenedor	I
18	Salidad de contenedor	I

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla, todas las operaciones se han identificado como operaciones de cambio internas, debido a que actualmente se realizan cuando la máquina empacadora se ha detenido completamente para poder iniciar el cambio de formato.

Para reducir el tiempo de cambio mediante la Técnica del SMED, es necesario generar una cultura de economía, orden, limpieza, disciplina y compromiso dentro del área de empaçado, ya que estos son factores fundamentales para reducción de los tiempos de cambio; es decir, de una manera ordenada y disciplinada se logrará obtener la mejora que se desea en el lugar de trabajo, en este caso mantener la maquina limpia de manera que al realizar el cambio de formato reduzca el tiempo y se haga más efectiva.

Para poder complementar esta técnica del SMED y tener un resultado mucho más eficaz, agregaremos la técnica de 3M (Muri, Muda, Mura):

a) MURI

Este paso está basado en los excesos que se pueda dar en el área de empacada y su eliminación dentro del sistema de trabajo de todo lo que no es necesario para agregar valor, en este caso identificamos las siguientes:

- Mano de obra y tiempo, que se espera que se realiza un cambio de formato pararecién aplicar la cultura de limpieza lo que provoca que el tiempo de cambio de formato se prolongue, es necesario que la limpieza se dé continuamente de manera que nuestra maquina esta presentable ante cualquier inspección y demore menos en realizar el cambio de formato.
- Inventario, en este caso cuando no se planea la producción o el empaque no está con sus especificaciones correctas y se da sobre producción, generando una acumulación de inventario lo que provoca que ese lote que iba a ser enviado se quede a comercializarse en el país, generando menos ingresos.

b) MUDA

- En la parte de la MUDA, se identificará todas aquellas actividades que no le agregan valor al producto, al contrario, generan costos.
- Sobre producción: Se produce más de lo ordenado por el área de producción.
- Transporte: Los movimientos generados de un ambiente al otro, se tendría que reorganizar las áreas para que se disminuya los tiempos de transporte.
- Desperdicio de Tiempo: Demoras por paros de máquinas, tal vez generar un plande mantenimiento, retrasos de proveedores, y buscar una nueva cosecha con

mejor calidad de mandarina.

c) MURA

- Esta técnica hace referencia de la variación de los procesos y el control en ellos, ya sea una variaciones común o especial es decir que no pasa a menudo, esta parte ayudará al SMED a eliminar actividades que no agregan valor, reducir las variaciones en el proceso mediante estandarizaciones. Por ejemplo, si existe unavariación del tamaño de mandarinas, se debe determinar un tamaño específico deeste que pueda hallarse dentro de los parámetros del mercado y estandarizarlo, de manera que si una cosecha falla se podrá buscar una nueva ya con parámetrosestandarizados.

ANEXO N° 16. Desarrollo de la Herramienta VSM en la empresa

A) VSM ACTUAL

Luego de haber determinado los tiempos que se demora cada proceso y las capacidades de cada etapa respectiva, se procede a realizar el trazado del *Value Stream Mapping* (VSM); en el cual, la empresa agroindustrial cuenta con una planta de proceso de mandarina, con una capacidad de 250 TN, y tiene su presentación en caja de cartón (10 Kg).

El proceso comienza con la recepción de materia prima y se tiene un stock actual en el almacén de abastecimiento de 500 TN. Se trabaja 6 días a la semana, con una hora de refrigerio en cada turno, también se están presentando problemas con el abastecimiento de materia prima por retraso de la cosecha de mandarina en campo.

La producción es continua y el abastecimiento de materia prima (mandarina) es de 540 TN a 25 TN/H, posteriormente pasa al proceso de volcado de mandarina con una

capacidad de 280 TN con una velocidad de 11TN/H y se registra una parada de 60 minutos por cambio de variedad de mandarina. Luego, pasa a un proceso de lavado y secado, esta área tiene una capacidad de 250 TN con una velocidad de 10 TN/hora.

El producto que se va a procesar es de 228TN., estas ingresan a calibración y selección donde se realiza a 10 TN por hora. De los cuales, se están presentado problemas en la línea por sobrecarga de mandarina con una merma de 6%. De este proceso se obtiene el 80% en mandarina para exportación y 20% en producto no conforme.

El producto final de los tres turnos es de 180TN (producto conforme), la cual es empaquetado en cajas de 10 Kg. El área de empaque tiene una velocidad de 400 cajas por hora, la merma en el empaquetado de mandarina es de 4%.

El abastecimiento diario al almacén de productos terminados es de 170 TN. y las órdenes de fabricación para la semana son de 80 000 cajas de mandarina.

Tabla 21. Datos de los Procesos (TN)

Proceso	Capacidad	Velocidad de producción
Abastecimiento	540 TN	25 TN/hora
Volcado	280 TN	11 TN/hora
Lavado y secado	250 TN	10 TN/hora
Calibración y selección	228 TN	10 TN/hora
Empaquetado	180 TN	4 TN/hora
Almacén de PT.	170 TN	

Fuente: Datos de la investigación

Tabla 22. Demanda y tiempo

	Fórmula	Cantidad/Velocidad
Demanda Semanal	80 000 cajas	800 TN
Demanda Diaria	800 TN/6 días	133.3 TN/día
Tiempo disponible	(8 Hrs-1 Hra.Ref.)x3 Turnos.	21 Hrs
Tak Time:	T.disp/Dem. del cliente	9.45 Min.

Fuente: Datos de la investigación

Calculando el tiempo de no valor agregado NVA, corresponden a los inventarios en unidades de peso para convertirlos en unidad de tiempo.

Tabla 23. Inventario y tiempo

	Inventario	Tiempo
Inv. M Prima	540 TN/250 Tn.día	2.16 días
Inv. Volcado	280 TN/250 Tn.día	1.12 días
Inv. Lavado y secado	250 TN/250 Tn.día	1.00 días
Inv. Calibración y selección	228 TN/250 Tn.día	0.91 días
Inv. Empaquetado	180 TN/250 Tn.día	0.72 días
Inv. Almacén de PT.	170 TN/250 Tn.día	0.68 días
Total		6.59 días

Fuente: Datos de la investigación

Tabla 24. Datos de procesos (Hrs)

Proceso	Capacidad	Velocidad de producción
Abastecimiento	540 TN / 25Tn.hra	21.6 hrs.
Volcado	280 TN/11 Tn+ 1 hr. CP	26.45 hrs.
Lavado y secado	250 TN/10 Tn.hra	25.00 hrs.
Calibración y selección (6% merma)	228 TN*1.06/10 Tn.hra	24.17 hrs.
Empaquetado (4% merma)	180 TN*1.04/20 Tn.día	9.36 hrs.
Total		106.58 horas

Fuente: Datos de la investigación

Como se puede apreciar en la tabla 24, el cambio de variedad de producto de una hora es significativo; por lo cual, se sugiere cambiar producto sin parar la línea; así mismo, se tiene una alta pérdida por mermas en el área de selección y empaquetado.

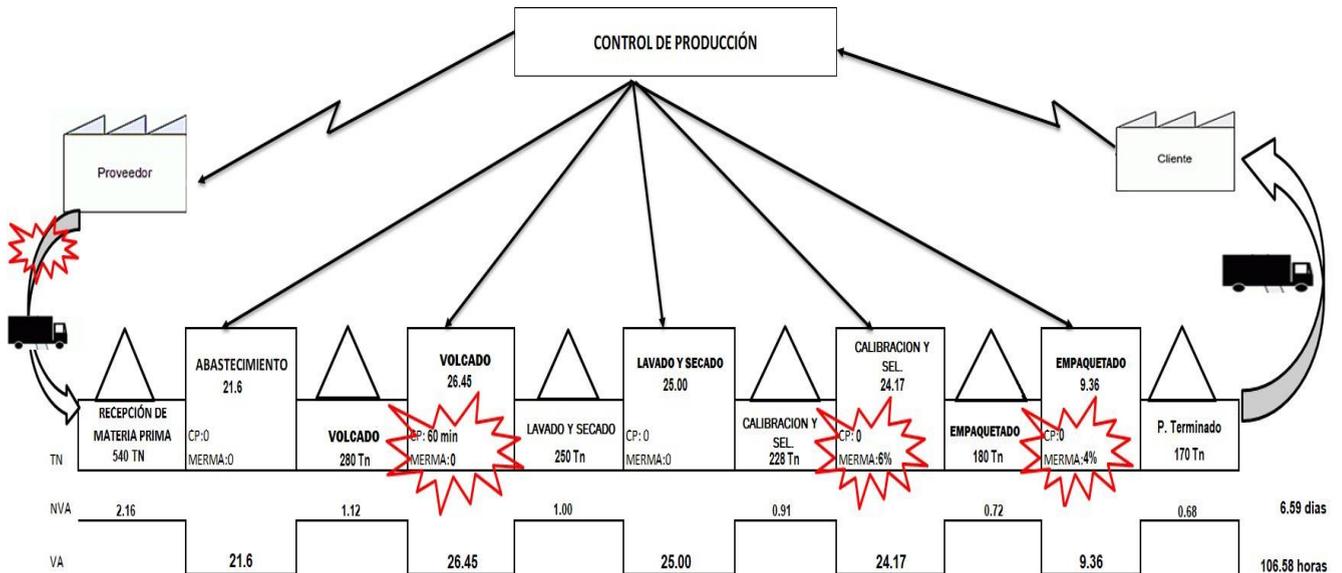


Figura 3. Control de producción

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la Figura 3, los problemas que más resaltan en las estaciones de trabajo que generan valor son: El tiempo por cambio de producto en el área de volcado que suman 60 minutos y las mermas en el área de calibración y empaquetado con un 6% y 4% respectivamente. Por otro lado, en las áreas que no generan valor se tiene que, el proveedor no cumple con el abastecimiento a tiempo de MP, en este caso por demoras de cosecha en campo con el riesgo de parar la producción incumpliendo con las órdenes que demanda del cliente.

B) VSM MEJORADO (LUEGO DE APLICAR LAS HERRAMIENTAS LEAN)

Una vez aplicadas las herramientas lean, se puede observar en la figura 4 eliminación de mudas, el cual se tiene como resultados la eliminación de paradas con cambios de variedad de producto en proceso, la eliminación de mermas con ajustes de maquina y personal capacitado evitando mermas y reprocesos, por ende, se tiene un incremento de tiempo de valor agregado.

Tabla 25. Datos de procesos luego de las herramientas lean

Proceso	Capacidad	Velocidad de producción
Abastecimiento	540 TN / 25Tn.hra	21.60 hrs.
Volcado	280 TN/11 Tn	25.45 hrs.
Lavado y secado	250 TN/10 Tn.hra	25.00 hrs.
Calibración y selección	228 TN/10 Tn.hra	22.80 hrs.
Empaquetado	180 TN/20 Tn.día	9.00 hrs.
Total		103.85 hrs.

Fuente: Datos de la investigación

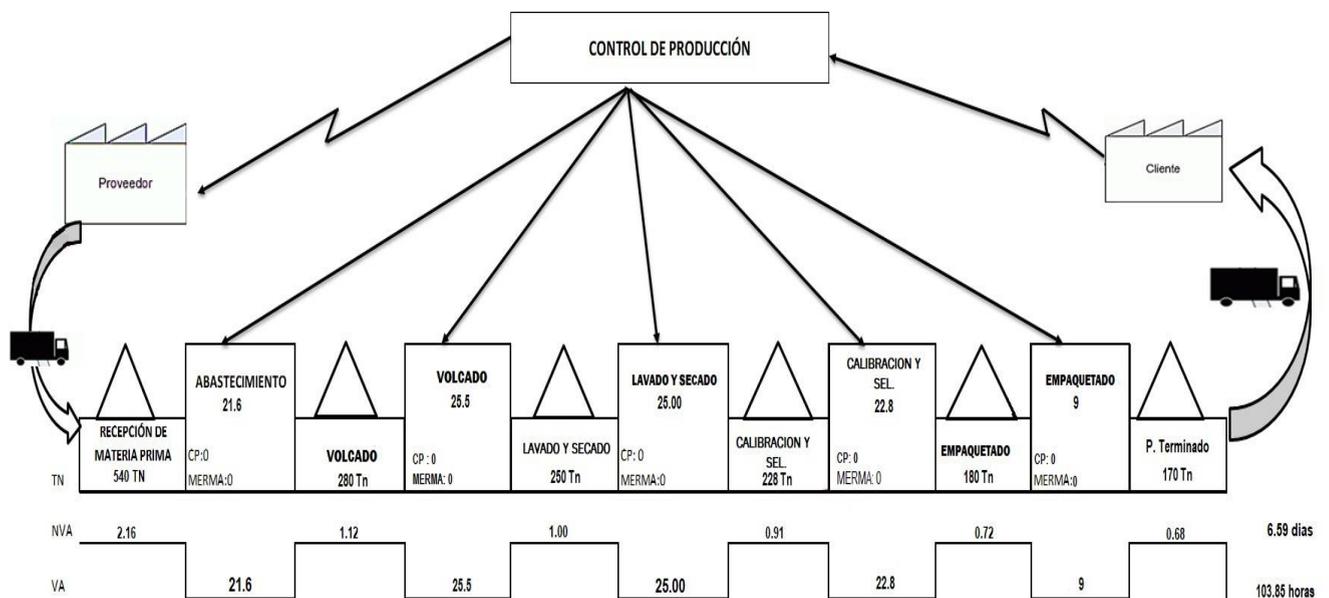


Figura 4. Mapa de flujo de valor mejorado

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 17. Desarrollo de la Herramienta JIDOKA

IMPLEMENTACIÓN DE JIDOKA: Máquina de pesaje para selección de mandarina.

En los últimos meses, se encontraron muchos problemas en cuanto a la calidad de mandarinas exportadas, principalmente en el peso al final del empaçado, estas deben encontrarse en un rango de 250 g tomando de referencia el formato más vendido; sin embargo, no se estuvieron cumpliendo estas especificaciones; por lo cual, se tuvo que realizar continuos reprocesos y en el peor de los casos, el producto pasaba al siguiente proceso con niveles de calidad no óptimos y eran enviados al cliente.

Estos incidentes están generando grandes pérdidas a la empresa, se genera un proceso que es innecesario en la producción, el reproceso, lo que causa incrementos en los gastos productivos. Además, se disminuye la confiabilidad del cliente, causando que este opte por nuevos proveedores, viéndose afectada la imagen de la empresa en el mundo. Por lo cual, se buscó una solución factible para reducir los errores de calidad en el proceso de empaçado, esencialmente al momento del pesaje de estas. La empresa decidió invertir en una máquina de pesaje y selección automatizada, encargada de identificar aquellos empaques que tengan un peso que se encuentre fuera de las especificaciones y separándolos de la banda o faja de productos empaçados, siendo direccionados a un área de reproceso, donde se volverá a empaçar con el peso correcto y puesto nuevamente en la faja transportadora para nuevamente pasar por un análisis.

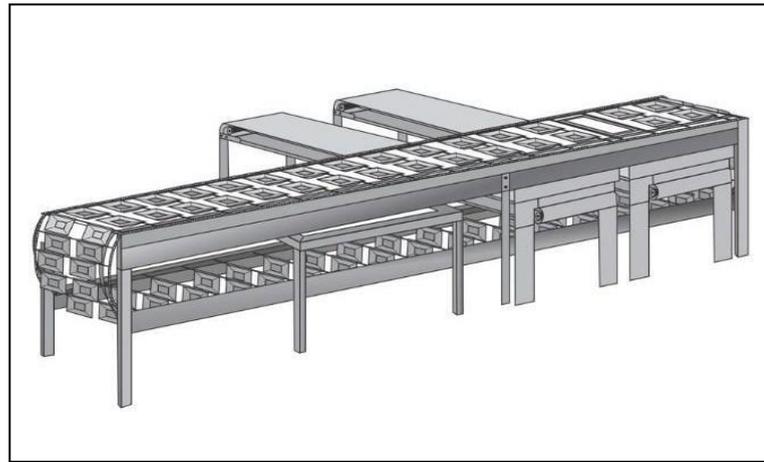


Figura 5. Máquina de Pesaje y Selección Automatizada

Luego de la implementación se procederá a evaluar el funcionamiento de la misma mediante 4 pasos:

1. Localización de la anomalía:

La máquina tendrá un supervisor o encargado de verificar el correcto funcionamiento de esta, en caso de la ocurrencia de alguna anomalía. La máquina cuenta con un sistema de medición de pesos en digital, que es mostrado en la pantalla del supervisor para su verificación. En caso de que algún producto con el pesaje incorrecto sea seleccionado, el supervisor deberá actuar rápidamente para evitar que este pase a la siguiente área.

2. Detención de la operación

Mediante un botón de emergencia, el supervisor detendrá la faja transportadora y por ende el proceso, luego procederá a extraer las mandarinas con el pesaje inadecuado y separado de la línea, para ser transportado posteriormente a un área de reproceso.

3. Emisión de la alerta

Al momento de que una mandarina con peso inadecuado sea detectada, el

supervisor emitirá una alerta al presionar el botón de paro, para que todos en la planta sean informados y sea detenido la producción evitando atascamiento en otras áreas. Asimismo, al momento de reposicionar y poner en marcha nuevamente la producción, se les informará a las otras áreas que las actividades se pueden reanudar normalmente y que todo está funcionando correctamente.

Próxima localización		KANBAN DE TRANSPORTE
Anterior localización		
Contenedor		
Cant. Pallets Entregados		
Transporte		

Figura 6. Tarjeta Kanban de transporte

ANEXO N° 18. Desarrollo de la Herramienta KAMBAN

El sistema de tarjetas Kanban implementado en la empresa será de transporte o movimiento, indicando qué y cuánto producto se retirará del proceso anterior. Al mismo tiempo, se establecen una serie de reglas, recordadas mediante el empleo de carteles donde figuran las mismas:

Regla 1: No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsiguientes

Regla 2: Los procesos subsiguientes requerirán solo lo que es necesario

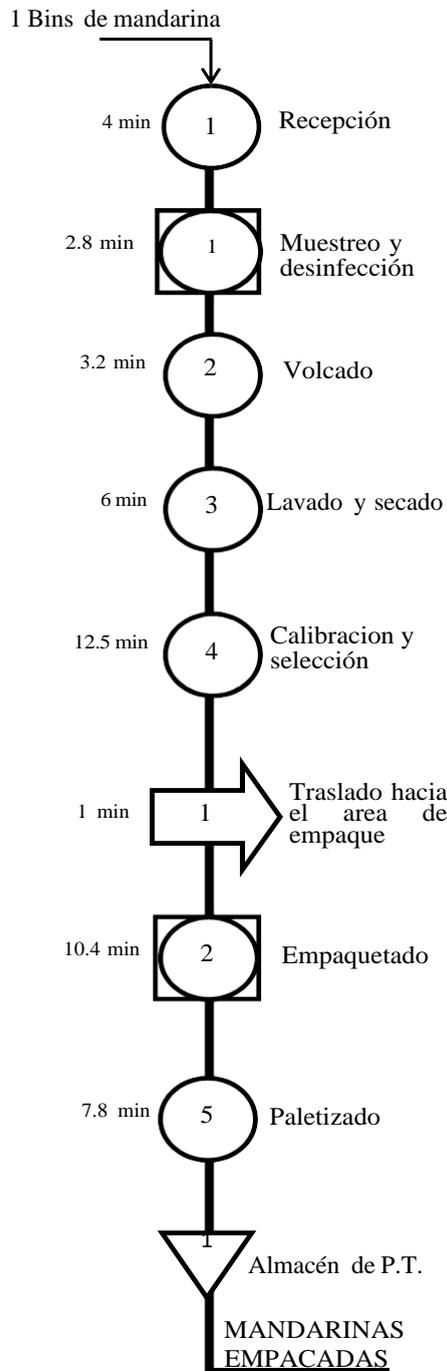
Regla 3: Procesar solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente

Regla 4: Balancear la producción para los procesos subsiguientes

Regla 5: Kanban es un medio adecuado para evitar suposiciones que con lleven a desperdicios y despilfarros o escases. Permite la adaptación de pequeñas fluctuaciones de la demanda o exigencias de la producción.

Regla 6: Estabiliza y racionaliza el proceso, con este sistema de tarjetas, se consigue una organización para la empresa que ayuda particularmente a describir el proceso de transporte. Éstas serán utilizadas al sacar producto de las cámaras de enfriamiento de manera que se envíe una orden de producción.

ANEXO N° 19. Diagrama de Análisis de Procesos DAP



ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
○	33.5
□	13.2
➔	1
▽	0
TOTAL	47.7