

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**“Implementación de Lean Manufacturing para mejorar
las operaciones del proceso de transformación de la
castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa
CANDELA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

Bach: SULLCA CRUZ, Orlando David

ASESOR:

Mtro. MONTALVAN APOLAYA, Pedro
Saúl

CO-ASESOR:

M.Sc. SEBASTIAN RONCEROS, Walter
Sabino

Puerto Maldonado, abril, 2026

RST-RI_Implementación de Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk) en la empresa CANDELA

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	0%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
2	livrosdeamor.com.br	1%
	Fuente de Internet	
3	gestiondecalidadhome.files.wordpress.com	1%
	Fuente de Internet	
4	1library.co	1%
	Fuente de Internet	
5	doku.pub	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**“Implementación de Lean Manufacturing para mejorar
las operaciones del proceso de transformación de la
castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa
CANDELA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

Bach: SULLCA CRUZ, Orlando David

ASESOR:

Mtro. MONTALVAN APOLAYA, Pedro
Saúl

CO-ASESOR:

M.Sc. SEBASTIAN RONCEROS, Walter
Sabino

Puerto Maldonado, abril, 2026

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino, brindarme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar este importante logro académico y profesional.

A mi amada esposa, Zorayda Chávez Racua de Sullca, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. A mis queridos hijos, Ailton, Kiara, Thiago y Nathan, quienes con su amor, alegría y motivación constante han sido mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsó a culminar esta meta.

A mis queridos padres, Eugenio Sullca Condori y Gregoria Cruz de Sullca, con eterna gratitud por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y su ejemplo de esfuerzo y perseverancia. Gracias por inculcarme valores, principios, carácter y disciplina, que han sido pilares fundamentales en mi formación personal y profesional.

Orlando David Sullca Cruz

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expreso mi profunda gratitud a Dios por brindarme la fortaleza necesaria para superar los desafíos presentados durante este proceso y por guiarme con sabiduría a lo largo de mi formación profesional.

Expreso también mi sincero agradecimiento a mi alma mater la UNAMAD, la institución que me brindó la oportunidad de formarme profesionalmente y de ser parte de su comunidad académica, contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo personal y profesional.

Agradezco a los docentes que, con dedicación y compromiso, compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación universitaria, aportando valiosamente a mi crecimiento académico.

De manera especial, expreso mi reconocimiento al Mtro. Ing. Pedro Saúl Montalván Apolaya, asesor de la presente tesis, por su valiosa orientación, su permanente disposición y su guía durante el desarrollo de esta investigación. Del mismo modo, agradezco al Ing. M.Sc. Sebastián Ronceros Walter, cuyas enseñanzas y experiencia profesional han sido una fuente de inspiración y un importante aporte en la consolidación de mi formación académica.

Asimismo, expreso mi agradecimiento a la Lic. Guadalupe Lanao Flores, Gerente General de la empresa CANDELA, por brindarme la oportunidad de desarrollar la presente investigación en su prestigiosa organización, así como por el apoyo, la exigencia y la motivación brindada durante la ejecución del presente trabajo.

Finalmente, agradezco profundamente a mi familia por su comprensión, apoyo incondicional y constante motivación, siendo un pilar fundamental para alcanzar este importante logro académico y profesional.

PRESENTACIÓN

La presente tesis, tiene como finalidad la implementación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*), mejorando la calidad de los productos, reduciendo los tiempos de manufactura y los costos de producción, así como identificando y eliminando los desperdicios de sus procesos.

La estructura de la presente tesis está constituida por cuatro capítulos:

El primer capítulo, corresponde al Problema de Investigación, donde se realizó la descripción y formulación del problema, definición de objetivos, la operacionalización de variables, así mismo el planteamiento de la hipótesis, finalmente se desarrollaron la justificación y las consideraciones éticas.

El segundo capítulo, corresponde al Marco Teórico, donde se presentó, los antecedentes de estudio, se detallaron la información relacionada a la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*), conceptos de las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas al análisis de operaciones en el proceso de transformación, así mismo se detallaron la información y actividades relacionadas a la empresa, finalmente se presentaron la definición de términos.

El tercer capítulo, corresponde a la Metodología de Investigación, donde se describieron la identificación de actividades y recolección de datos que se analizaron en la investigación.

El cuarto capítulo, corresponde a los resultados de la tesis, se analizaron el impacto económico y la comparación con los beneficios que se obtuvieron, además se verificó la viabilidad económica de la aplicación de herramientas empleadas y finalmente las conclusiones y sugerencias.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar la metodología Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación primaria de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la empresa Candela Perú, ubicada en Puerto Maldonado. El estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental de corte transversal. Para el diagnóstico se emplearon técnicas de observación directa, análisis documentario y encuesta, permitiendo identificar actividades que no agregaban valor dentro del proceso productivo.

En la situación inicial se determinó un tiempo promedio de cambio de operación de 20 minutos por lote, con 48 % de actividades improductivas, pérdidas promedio de 15 kg por lote, productividad base de 180 kg/hora y un lead time de 16.12 días. A partir de ello se aplicaron herramientas Lean Manufacturing como Kanban, 5S y SMED, complementadas con diagrama de Pareto, Ishikawa, Value Stream Mapping y Diagrama de Operaciones del Proceso.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas en la eficiencia operativa: Kanban permitió reducir en 55 % el tiempo de espera por orden de producción; la metodología 5S redujo tiempos de búsqueda, traslados, espera y movimientos innecesarios; mientras que SMED disminuyó en 48 % el tiempo de cambio de operación. Asimismo, el análisis económico demostró viabilidad financiera, obteniéndose un VAN de S/ 13,608.06, TIR de 91.93 % y relación beneficio-coste de 2.21.

Se concluye que la implementación de Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad, reduce desperdicios y fortalece la competitividad empresarial en el proceso industrial de la castaña amazónica.

ABSTRACT

This research aimed to implement Lean Manufacturing methodology to improve operations in the primary transformation process of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) at Candela Perú, located in Puerto Maldonado. The study followed a quantitative approach, applied type, explanatory level, and non-experimental cross-sectional design. Observation, documentary analysis, and surveys were used to identify non-value-added activities within the production process.

The initial diagnosis identified an average operation changeover time of 20 minutes per batch, with 48% non-productive activities, average losses of 15 kg per batch, baseline productivity of 180 kg/hour, and a lead time of 16.12 days. Lean Manufacturing tools such as Kanban, 5S, and SMED were implemented, supported by Pareto chart, Ishikawa diagram, Value Stream Mapping, and operation process analysis.

The results showed significant operational improvements: Kanban reduced waiting time per production order by 55%; 5S reduced search time, transportation, waiting, and unnecessary movements; while SMED reduced setup time by 48%. Economic evaluation confirmed financial feasibility, obtaining an NPV of S/ 13,608.06, IRR of 91.93%, and benefit-cost ratio of 2.21.

It is concluded that Lean Manufacturing significantly improves productivity, reduces waste, and strengthens business competitiveness in the industrial processing of Amazonian Brazil nut.

INTRODUCCIÓN

En las regiones de la selva Amazónica se encuentran una gran variedad de recursos entre ellos está la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*), que es considerado como producto bandera de la Región de Madre de Dios, por su importancia económica que involucra a muchas familias que participan en la cadena de valor de la castaña para la exportación que inicia en la recolección, acopio, transporte y entrega en plantas de procesamiento de diferentes empresas, es aquí en las plantas de procesamiento que la materia prima es transformada en producto terminado, mediante diversas operaciones, que bajo el concepto de Lean Manufacturing, estas son las operaciones que aportan valor y las operaciones que no aportan valor al producto terminado, los cuales son llamados como desperdicios (Bravo 2023).

En la actualidad el sector Agroindustrial es cada vez más competitivo, esto se debe a las altas exigencias por parte de los clientes respecto a la calidad de los productos, costos competitivos y tiempos de entrega, debido a esto las empresas compiten y buscan las mejoras de sus procesos de manera permanente, para lograr reducir y/o eliminar las pérdidas y aprovechar los recursos disponibles de manera eficiente, así mismo la conservación de los ecosistemas medioambientales y preservación de la biodiversidad para el aprovechamiento sostenible de recursos (Titmarsh, Assad y Harrison 2020).

Es por ello que la presente investigación se basa en la implementación de Lean Manufacturing que consiste en la eliminación de desperdicios y errores, se centra en la velocidad, el flujo y el costo de un proceso (Widiwati, Liman y Nurprithatin 2024).

En CANDELA, empresa dedicada al procesamiento de castaña amazónica, se realizó un diagnóstico inicial del proceso productivo, se identificó que el tiempo promedio de cambio de operación era de 20 minutos por lote de proceso, de los cuales aproximadamente el 48% correspondía a actividades

que no agregan valor, como los tiempos de espera, los movimientos innecesarios, así como la falta de preparación previa. Asimismo, se registraron pérdidas operativas en promedio de 15 kg por lote, que principalmente están asociados a reprocesos y deficiencias en la organización del trabajo.

La productividad base del proceso fue estimada en 180 kg/hora, lo que evidenció un bajo aprovechamiento de la capacidad operativa y oportunidades de mejora mediante la estandarización y optimización de los procesos. Así también el lead time (tiempo de entrega al cliente) fue de 16.12 días desde el inicio de la orden de producción.

Es en ese sentido que la presente investigación se centró en Implementar la Estrategia Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación primaria de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

INDICE

DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTOS.....	
PRESENTACIÓN.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCIÓN.....	
1. CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Variables.....	4
1.4.1. Variables independientes.....	4
1.4.2. Variables dependientes.....	4
1.5. Operacionalización de las variables.....	4
1.5.1. Variables e Indicadores.....	4
1.6. Hipótesis general.....	7
1.7. Justificación.....	7
1.8. Consideraciones éticas.....	8
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes de estudio.....	10
2.2. Marco teórico.....	13
2.2.1. Castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> hbk).....	13
2.2.2. Origen de la castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> hbk).....	13

2.2.3.	Clasificación taxonómica.....	13
2.2.4.	Nombres comunes.....	14
2.2.5.	Características botánicas.....	14
2.2.6.	Características agronómicas.....	16
2.2.7.	Composición química y valor nutricional.....	17
2.2.8.	Concentración de elementos minerales.....	18
2.2.9.	Industria de la nuez de la castaña (<i>Bertholletia excelsa hbk</i>).....	19
2.2.10.	Herramientas de análisis de procesos (Pareto, causa efecto, VSM y DOP).....	21
2.2.11.	Lean Manufacturing.....	25
2.2.12.	Los 7+1 desperdicios.....	25
2.2.13.	Metodología 5S.....	26
2.2.14.	Metodología SMED.....	31
2.2.15.	Metodología Kanban.....	32
2.2.16.	Metodología TPM.....	33
2.2.17.	Metodología Andon.....	34
2.2.18.	Metodología Jidoka.....	34
2.2.19.	Información de la empresa.....	35
2.2.20.	Misión, Visión y Valores.....	36
2.2.21.	Certificaciones.....	36
2.2.22.	Organización.....	38
2.2.23.	Procesos productivos.....	38
2.2.24.	Indicadores.....	45
2.3.	Definición de términos.....	45
3.	CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN...	48
3.1.	Tipo de Estudio.....	48
3.2.	Diseño de estudio.....	48
3.3.	Población y muestra.....	49
3.3.1.	Población.....	49
3.3.2.	Muestra.....	49

3.4.	Métodos y técnicas.....	49
3.4.1.	Materiales.....	49
3.4.2.	Equipos y herramientas.....	50
3.4.3.	Insumos.....	50
3.4.4.	Análisis, diagnóstico e implementación.....	50
3.4.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.4.6.	Lugar de ejecución.....	54
3.5.	Tratamiento de datos.....	54
4.	CAPITULO IV: RESULTADOS.....	55
4.1.	Análisis y diagnóstico.....	55
4.1.1.	Descripción de productos.....	55
4.1.2.	Área a analizar.....	59
4.1.3.	Proceso a analizar.....	67
4.2.	Identificación de problemas.....	75
4.2.1.	Identificación de las causas críticas.....	77
4.2.2.	Determinación de las contramedidas.....	81
4.2.3.	Matriz VSM.....	83
4.3.	Implementación de la metodología Lean Manufacturing.....	88
4.3.1.	Metodología Kanban.....	89
4.3.2.	Metodología 5s.....	94
4.3.3.	Metodología SMED.....	106
4.4.	Evaluación del impacto económico para SMED.....	107
4.4.1.	Beneficio–Costo por la implementación.....	108
4.4.2.	Flujo de caja y factibilidad de la implementación.....	113
	CONCLUSIONES.....	119
	SUGERENCIAS.....	120
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	121
	ANEXOS.....	126

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Composición química y valor nutricional en 100 gramos de semilla de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> hbk).....	17
Tabla N° 2: Concentración de elementos minerales en la semilla de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> hbk).	18
Tabla N° 3: Los 10 principales países de destino para la exportación de castaña año 2021	21
Tabla N° 4: Grado de necesidad según frecuencia de uso.	28
Tabla N° 5: Certificaciones que respaldan el compromiso de la empresa...	37
Tabla N° 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
Tabla N° 7: Cantidad producida en planta CANDELA según tipo de producto terminado año 2024	57
Tabla N° 8: Cantidad producida según calidad de producto terminado año 2024	58
Tabla N° 9: Análisis de procesos en el área gris	68
Tabla N° 10: Proceso de mayor puntaje a analizar en el área gris	69
Tabla N° 11: Análisis de procesos en el área blanca	70
Tabla N° 12: Proceso de mayor puntaje a analizar en el área blanca	72
Tabla N° 13: Análisis de las operaciones DAP en el proceso de Control de peso y calidad	73
Tabla N° 14: Análisis de la operación de Selección fresco	74
Tabla N° 15: Determinación de las contramedidas en la etapa de Control de peso y calidad	82
Tabla N° 16: Determinación de las contramedidas en el proceso de Selección fresco.	83
Tabla N° 17 Beneficios de la aplicación de Kanban	94
Tabla N° 18: Metodología 5s, diagnóstico y propuesta de mejora	95
Tabla N° 19: Clasificación de artículos necesarios	96
Tabla N° 20: Implementación para la colocación de tarjetas rojas.	98
Tabla N° 21: Implementación para la supervisión de limpieza.....	100
Tabla N° 22: Implementación del pintado para la delimitación de zonas de trabajo.	102

Tabla N° 23, beneficios de la aplicación de las 5s	105
Tabla N° 24 beneficios de la aplicación del SMED	108
Tabla N° 25: Costo fijo tangible para la implementación de Lean Manufacturing.	109
Tabla N° 26: Costo fijo intangible para la implementación de Lean Manufacturing.	110
Tabla N° 27: Beneficios en la etapa de control de peso y calidad por implementación de Lean Manufacturing.	111
Tabla N° 28: Beneficios en el proceso de Selección fresco por implementación de Lean Manufacturing.	112
Tabla N° 29: Flujo de caja beneficio-costo.	114
Tabla N° 30: Viabilidad de la implementación de Lean Manufacturing.	116

Índice de cuadros

Cuadro N° 1: Operacionalización de las variables	5
Cuadro N° 2: Identificación de las causas críticas según la estimación del nivel de consecuencia.	52
Cuadro N° 3:: Indicadores de producción área Blanca Año 2024.	64
Cuadro N° 4: Identificación de las causas de los desperdicios (MUDA) en el proceso de Control de peso y calidad	78
Cuadro N° 5: Identificación de las causas `para los desperdicios (MUDA) en el proceso de Selección fresco.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Árbol de castaña (Bertholletia excelsa hbk).....	14
Figura N° 2: Inflorescencia y flor de castaña (Bertholletia excelsa hbk).....	15
Figura N° 3: Fruto y semilla de castaña (Bertholletia excelsa hbk)	16
Figura N° 4: Diagrama de Pareto	22
Figura N° 5: Diagrama de causa - efecto	23
Figura N° 6: Diagrama VSM	24
Figura N° 7: Diagrama DOP	24
Figura N° 8: Metodología 5 S	27
Figura N° 9: tarjeta roja para la identificación de elementos inútiles	28
Figura N°10: Metodología SMED Etapas de la progresión en el cambio rápido.	32
Figura N° 11: Metodología Kanban operativa con el sistema de tarjetas... ..	33
Figura N° 12: Diagrama de flujo de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk).....	39
Figura N° 13: Esquema del diseño de estudio para la Implementación de Lean Manufacturing.	49
Figura N° 14: Diagrama de flujo análisis, diagnóstico e implementación de Lean Manufacturing en la empresa CANDELA.....	50
Figura N° 15: Diagrama Pareto de la producción anual según tipo de producto terminado-CANDELA 2024.	57
Figura N° 16: Diagrama de Pareto de la producción anual según calidad de producto terminado-CANDELA 2024.	59
Figura N° 17: Tiempo de ciclo y Takt time del área Gris año 2024	66
Figura N° 18: Tiempo de ciclo y Takt time de los procesos del área Blanca año 2024	66
Figura N° 19: puntaje según análisis de procesos en el área Gris	68
Figura N° 20: Valoración de los procesos en el área Gris.	69
Figura N° 21: Valoración de los procesos en el área Gris	70
Figura N° 22: Valoración análisis de los procesos en el área Blanca.....	71
Figura N° 23: Valoración de los procesos en el área Blanca.....	71
Figura N° 24: Diagrama de Pareto en el área Blanca.....	72

Figura N° 25: DAP-Diagrama de análisis de proceso Control de peso y calidad.....	74
Figura N° 26: DAP-Diagrama de análisis de proceso-Selección fresco.	75
Figura N° 27: Análisis FODA general de procesos de planta CANDELA...	76
Figura N° 28: Diagrama de Ishikawa, control de peso y calidad.	77
Figura N° 29: Diagrama de Ishikawa selección fresco.....	79
Figura N° 30: VSM actual del área Gris.	85
Figura N° 31: VSM actual del área Blanca.....	86
Figura N° 32: tiempo de ciclo vs takt time	87
Figura N° 33: Layout actual	91
Figura N° 34: Layout futuro	92
Figura N° 35: Tarjeta Kanban de control de peso y calidad	93
Figura N° 36: Registro de la lista de chequeo de limpieza.	101
Figura N° 37: Registro de inspección para el cumplimiento de 5 s.	104

1. CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Descripción del problema

Uno de los principales motores de desarrollo económico en la región de Madre de Dios es el sector agroindustrial, destacando la exportación de la castaña amazónica (*Bertholletia excelsa h.b.k*). El proceso de transformación de este producto comprende diversas etapas: la recolección en campo, el transporte y el acopio, para posteriormente ser sometido a procesamiento en las plantas de transformación especializadas.

La gestión de operaciones en planta, desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto terminado, constituye un factor estratégico dentro de la cadena productiva. El área de procesos representa el mayor generador de costos en comparación con las demás áreas de la organización, lo que exige una administración eficiente y orientada a la optimización de recursos. A ello se suman factores externos de gran incidencia, tales como el incremento de las exigencias de los clientes en relación con la calidad, el precio y los tiempos de entrega, así como la creciente competitividad entre empresas del mismo rubro.

En este contexto, las operaciones deben caracterizarse por su flexibilidad y capacidad de adaptación a las necesidades y exigencias del mercado, de manera que garanticen la sostenibilidad y permanencia de la organización en un entorno competitivo y globalizado (Arroyo, 2018).

En esa misma línea, Doberssan (2000), citado por Arroyo (2018), señala: “En el mundo globalizado y competitivo que hoy nos toca vivir, ninguna empresa puede desconocer las herramientas que utilizan aquellas que se destacan y triunfan dentro del sistema”. Esta afirmación refuerza la necesidad de que las

organizaciones adopten prácticas de gestión modernas y eficientes, incorporando innovación, tecnología y estrategias de mejora continua que les permitan mantenerse vigentes y competitivas en el mercado internacional.

En la empresa CANDELA, los elevados costos de producción y mantenimiento en las operaciones de transformación ponen en evidencia la ausencia de una adecuada gestión de procesos.

Estas deficiencias se reflejan en elevados tiempos de cambio de operación en promedio 20 minutos por lote de proceso, de los cuales 48% representaban actividades que no agregan valor al producto, también se registraban pérdidas promedio de 15 kg de producto por reprocesos y deficiencias del proceso, también la productividad base de 180 kg/hora en el pelado y selección que es muy baja, así también el lead time de la empresa era de 16.12 días como tiempo de entrega de pedido al cliente, esto evidenciaba una menor competitividad frente a otras organizaciones a nivel local, nacional e internacional, lo que limita significativamente la capacidad de participación en los mercados.

Ante esta problemática, se realizó la implementación de mejoras en las operaciones productivas mediante la aplicación de estrategias de gestión para la eficiencia. Para ello, se propuso la adopción de la metodología Lean Manufacturing, que permitió desarrollar un plan estructurado de análisis de las operaciones, identificando los principales problemas que generan pérdidas en el proceso de transformación y aplicando herramientas específicas de optimización de los recursos.

De esta manera, la empresa podrá alcanzar sus objetivos estratégicos y metas de producción, al mismo tiempo que reafirma su compromiso con la preservación de la biodiversidad y el liderazgo en el mercado de productos naturales y orgánicos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo contribuye la implementación de la metodología Lean Manufacturing a la mejora de operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa CANDELA?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las herramientas de análisis de procesos que nos propone Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa CANDELA?
2. ¿Cómo reducir el costo de producción en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) con la implementación de herramientas de Lean Manufacturing?
3. ¿Cómo reducir el Lead Time en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) con la implementación de herramientas de Lean Manufacturing?
4. ¿Cómo mejorar los flujos de producción reduciendo los inventarios y mejorando los resultados y beneficios económicos en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa CANDELA con la implantación de herramientas de Lean Manufacturing?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar la metodología Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación primaria de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*). en la empresa CANDELA, mediante la identificación y eliminación de desperdicios, la optimización del flujo de trabajo y la estandarización de procesos productivos.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las herramientas de análisis de procesos necesarias para la implementación de la metodología Lean Manufacturing, orientadas a la mejora de las operaciones en el proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.).
2. Reducir los costos de producción en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) mediante la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, optimizando el uso de recursos, eliminando desperdicios y aumentando la eficiencia de los procesos.
3. Reducir el lead time en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, orientadas a optimizar el flujo de materiales, eliminar tiempos de espera innecesarios y agilizar las etapas de producción.
4. Mejorar los flujos de producción en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, reduciendo niveles de inventario, optimizando la gestión de recursos y generando mejores resultados y beneficios económicos.

1.4. Variables

1.4.1. Variables independientes

Lean Manufacturing.

1.4.2. Variables dependientes

- Herramienta de análisis de proceso
- Costo de producción
- Lead Time
- Mejoramiento de flujo

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variables e Indicadores

Cuadro N° 1: Operacionalización de las variables

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Variable independiente				
Lean Manufacturing (Herramienta de gestión de procesos que busca mejorar del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto)	Lean Manufacturing (Herramienta de gestión de procesos para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (<i>Bertholletia excelsa hbk</i>) en la empresa CANDELA)	Metodología Kanban	Tiempo de ejecución de tareas/ ciclos	¿En cuánto tiempo se ejecutan las tareas?
		Metodología 5S	% de cumplimientos	¿En qué medida se cumplen con orden y limpieza?
		Metodología SMED	Tiempo de preparación para cambios	¿El abastecimiento en la línea de producción es constante?
		Metodología TPM	Número de fallas máquina/ Número de paradas máquina	¿En qué medida se dan las paradas de planta?
		Metodología Jidoka	Número de productos defectuosos	¿En qué medida se presentan los defectos por lote producida?

Variable dependiente				
Herramienta de análisis de proceso (conjunto de técnicas para identificar oportunidades de mejora)	Cómo se utiliza la herramienta de análisis de proceso para medir una variable	Pareto, causa efecto, VSM y DOP	Diagrama	¿Cuáles son las herramientas de análisis de proceso?
Costo de producción (es la suma de todos los recursos utilizados para obtener el producto terminado)	Los recursos utilizados se muestran mediante indicadores	Costos directos e indirectos	Margen de beneficio (% de reducción del costo de producción)	¿En qué medida se reducen los costos de producción?
Lead Time (tiempo total desde la recepción de la materia prima hasta obtener el producto terminado)	Indicador que muestra el tiempo que se tarda en obtener el producto terminado	Tiempo	% de reducción del tiempo de operación	¿En qué medida se reducen los tiempos de operación en la producción?
Mejoramiento de flujo (secuencia de pasos necesarios para transformar las materias primas en productos terminados)	Creación de un flujo continuo eliminando los cuellos de botella.	Mapa de flujo y diagrama de flujo	Eficiencia (% de incremento de volumen de producción)	¿En qué medida se mejora los flujos para incrementar el volumen de producción?

Fuente: Elaboración propia (2024)

1.6. Hipótesis general

La implementación de la metodología Lean Manufacturing contribuye significativamente a la mejora de las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la empresa CANDELA, a través de la reducción de desperdicios, la optimización del flujo de trabajo y el incremento de la eficiencia y productividad en planta.

1.7. Justificación

El proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la empresa CANDELA comprende varias etapas que van desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto terminado. En estas operaciones se han identificado actividades que no generan valor agregado al producto final, las cuales representan pérdidas económicas significativas y limitan la capacidad competitiva de la empresa en los mercados local, nacional e internacional.

Esta situación se vuelve más crítica en el contexto actual, caracterizado por un mercado globalizado donde los clientes exigen cada vez mayores niveles de calidad, eficiencia, disponibilidad y precios competitivos (Titmarsh, Assad y Harrison, 2020).

En consecuencia, surge la necesidad de implementar alternativas de mejora que permitan optimizar los procesos productivos mediante la eliminación de actividades que no aportan valor, incrementando la eficiencia, reduciendo costos y mejorando la competitividad (Vargas y Camero, 2021).

En este marco, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing constituyó una estrategia viable para la empresa CANDELA, su implementación permitió reducir desperdicios en el proceso productivo como sobrecostos, tiempos de espera (lead time) y acumulación de inventarios, así como optimizó los flujos de producción, garantizando la calidad de los productos y generando ahorros significativos en recursos.

De esta manera, la investigación se justifica en la medida en que contribuyó a fortalecer la competitividad de CANDELA, mejorando la satisfacción de sus clientes y consolidando su liderazgo en el mercado de productos naturales y orgánicos, todo ello bajo un enfoque de sostenibilidad y uso eficiente de los recursos disponibles.

Finalmente, en el ámbito académico, esta investigación aporta un modelo de aplicación del Lean Manufacturing adaptado al contexto del sector agroindustrial amazónica, sirviendo como referencia para futuras investigaciones orientadas a la optimización de procesos sostenibles en la región.

1.8. Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló respetando los principios éticos que rigen la investigación científica, garantizando la transparencia, confidencialidad y respeto hacia las personas y la organización involucrada. En primer lugar, se contó con la autorización formal de la empresa CANDELA para el acceso a la información necesaria sobre los procesos productivos y las operaciones del área de transformación primaria de la castaña. Toda la información recolectada se utilizó únicamente con fines académicos, preservando la confidencialidad de los datos empresariales y evitando su divulgación a terceros sin consentimiento.

La implementación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar las operaciones en el proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excel/sa* H.B.K.) en la empresa CANDELA se sustenta en principios éticos vinculados al respeto por las personas, la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social.

su aplicación fortaleció la competitividad de la empresa en beneficio de los diferentes sectores económicos que forman parte de la cadena de valor de la castaña, contribuyendo al desarrollo local y regional. Asimismo, tuvo un

impacto positivo en la reducción de desperdicios y en la preservación de la biodiversidad amazónica, ya que promueve un uso más eficiente de los recursos naturales y minimiza los efectos ambientales negativos.

esta metodología genera un efecto favorable en la economía de los colaboradores, tanto de mano de obra calificada, como no calificada, al fomentar procesos más productivos, condiciones de trabajo más ordenadas y seguras, y una distribución más justa de los beneficios derivados de la actividad de la castaña.

Lean Manufacturing permitió comprender, identificar y mitigar oportunamente los problemas que afectan la calidad, los tiempos de entrega y los volúmenes de producción. Con ello se evita la generación de pérdidas económicas significativas y se promueve un entorno empresarial ético, responsable y alineado con las exigencias de un mercado global cada vez más competitivo.

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Avila y Del Carpio (2021), realizaron el estudio de la “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de empaquetado de una empresa comercializadora de alimentos en conservas” con el objetivo de mejorar la productividad en el área del empaquetado de una empresa comercializadora de alimentos en conservas, donde se evaluó el tiempo de ciclo, tiempo de despacho y tiempo de parada de máquina, luego se aplicó flujo continuo, mantenimiento autónomo y el programa 5S, con lo cual se logró reducir el tiempo de las dimensiones de la productividad, teniendo como resultado un 67.61% en el tiempo de ciclo, 49.54% en el tiempo de despacho y 50.58% en horas de máquina parada.

Daza (2021), realizó el estudio “Diseño de una propuesta para mejorar el proceso productivo en la empresa Manufacturas para Cereales S.A mediante herramientas Lean Manufacturing”, con el objetivo de Diseñar una propuesta de mejoramiento aplicando herramientas *Lean* en la línea hojuelas de maíz azucaradas en la empresa Manufacturas para cereales S.A., el trabajo consistió en el análisis bibliométrico de técnicas *Lean* utilizadas en la industria, la descripción del sistema productivo de la organización utilizando herramientas *SIPOC* y diagrama de proceso *VSM* (*Value Stream Mapping*) y la priorización de herramientas *Lean* mediante la metodología *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*), Los resultados mostraron que las herramientas que permiten una mejora en el proceso son: *TPM*, control visual y *AMEF*. Finalmente, mediante un *VSM* futuro y la contribución de las herramientas antes mencionadas, se generó la propuesta teórica para la aplicación de herramientas *Lean* en la línea hojuelas de maíz azucaradas identificando mejoras en las esperas y defectos, al reducir el *takt time* en un 37 % y el

tiempo de procesamiento en un 48.8 % mejorando significativamente el sistema productivo.

Ramos (2012), realizó el “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”, con el objetivo desarrollar un modelo de implementación de las herramientas de manufactura esbelta que le permita mejorar la calidad de sus productos, reducir el tiempo de entrega y responder de manera rápida a las necesidad cambiantes del cliente, en la conclusión se priorizó el uso de las 5S's y el mantenimiento autónomo, el análisis financiero es factible de realizar en la línea de fideos largos P35 con un VAN FCE de S/: 141 505,05 > 0 y un TIR FCE de 34,13%.> COK.

Luis (2022), realizó el trabajo de tesis titulado “Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso Productivo de una Empresa Dedicada a la Fabricación de Botellas de Plástico Pet Empleando Herramientas de Lean Manufacturing”, con el objetivo de mejorar el proceso productivo, calidad de los productos, reducir tiempos, costos y eliminar desperdicios. Los problemas principales que se detectaron fueron: Desorden en la Zona de Inyección y Soplado, Preformas y botellas defectuosas. Con el Diagrama de Ishikawa, se determinaron las causas principales de los problemas que se encontraron. Como contramedida a estas causas principales se determinó las herramientas de: las 5S, Mantenimiento Autónomo y Método Jidoka. Estas propuestas fueron desarrolladas y planteadas lográndose así reducir los tiempos correspondientes a esperas y traslado de preformas y botellas entre 40% y 67%; los tiempos muertos y de parada se lograron reducir entre 50% y 75%; y la producción de unidades defectuosas se redujo de 2% a 1%. Además, se realizó la evaluación económica de las propuestas donde se obtuvo un VAN de S/. 19,203, un TIR de 42% y un COK de 14%, llegando así a la conclusión de que el proyecto es viable económicamente con un horizonte de 2 años.

Amjad, Rafique y Khan (2021) realizaron un estudio que lleva por título “Aprovechando la producción optimizada y más limpia a través de la Industria 4.0”, con el objetivo de lograr reducir el tiempo de entrega, el tiempo de valor agregado, el tiempo sin valor agregado y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este estudio se desarrolla una implementación integral que combina la manufactura esbelta, la manufactura ecológica y la Industria 4.0 de manera armoniosa. Los resultados revelaron que los enfoques de primero en entrar, primero en salir (FIFO), mantenimiento productivo total (TPM), control de producción inteligente, sistemas ciberfísicos, 6R y monitoreo inteligente de energía son extremadamente beneficiosos para lograr una producción optimizada y más limpia, donde el tiempo de entrega, el tiempo sin valor añadido y el tiempo con valor añadido se han reducido en un 25,60%, 56,20% y 24,68% respectivamente, mientras que las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso se redujeron en un 55%.

Widiwati, Liman y Nurprihatin (2024) realizaron el estudio titulado “La implementación del enfoque Lean Six Sigma para minimizar el desperdicio en una industria de fabricación de alimentos”. En este estudio se propone una metodología Lean Six Sigma como enfoque para reducir el desperdicio en el proceso de producción en una industria manufacturera de alimentos.

El enfoque propuesto es el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), y sus herramientas se utilizan para evaluar el Impacto de los residuos en el proceso de producción. Como resultado, este estudio también concluirá cómo el enfoque DMAIC Puede ser útil para que la empresa reduzca los residuos. Sugerencias relacionadas con las herramientas DMAIC y su implementación también se elaboran para que la empresa relacionada pueda evaluar su proceso actual y esforzarse por mejorar.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Castaña (*Bertholletia excelsa* hbk).

Es un árbol nativo de la cuenca amazónica, que se encuentra distribuida en determinadas zonas denominadas castañales, principalmente en los países de Perú, Bolivia y Brasil. La semilla de castaña (*Bertholletia Excelsa hbk*) es consumido fresco, tostada y en productos de confitería (Sotero et al. 2011). La semilla de castaña se destaca en el fortalecimiento del sistema inmunológico por su alto contenido de selenio, también tiene alto valor energético, debido a las concentraciones abundantes de lípidos y proteínas, además contiene ácidos grasos insaturados como los ácidos oleico y linoleico (Paiva et al. 2023).

2.2.2. Origen de la castaña (*Bertholletia excelsa* hbk).

La castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) es originaria de los bosques secos de la región Pan-Amazonía, que abarca países como Brasil, Guyana, Guayana Francesa, Surinam, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela (Carneiro et al. 2023). La castaña en Perú se encuentra en estado natural, cultivado y en producción en el departamento de Madre de Dios, y sólo cultivado en el departamento de Loreto y Ucayali (Rosales 2020).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Clasificación según (Humb. & Bonpl. 1807).

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Lecythidaceae

Subfamilia: Lecythidoideae

Género: *Bertholletia*

Especie: *Bertholletia excelsa*

2.2.4. Nombres comunes

Avellana del Brasil, castaña del Brasil, coquito de Brasil, nuez amazónica, nuez boliviana, nuez de Brasil, castaña de Pará y castaña de monte.

2.2.5. Características botánicas

Tronco

El árbol de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) puede alcanzar hasta 50 m de altura y hasta 3 m de diámetro, en el aspecto ecosistémico desempeña un rol importante ya que contribuye en el ciclo de nutrientes y proporciona beneficios a las de más especies de su entorno (Garate et al. 2022). Por otro lado Heber y Quiñones (2012) mencionan que el árbol de castaña tiene un porte grande de hasta 60 m de altura, tiene un fuste de forma cilíndrico rugoso y desprovisto de ramas hasta la copa con una corteza con agrietamientos más pronunciados en la base del tronco de un color oscuro con manchas blanquecinas.



Figura N° 1: Árbol de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*)

Fuente: Alamy (2012)

Hojas

Las hojas de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) tienen forma cóncava, lámina cartáceo--coriácea, el color de las hojas jóvenes es marrón rojizo, mientras de las maduras es verde brillante en el haz y verde pálido en el envés, con 25 a 35 cm de largo y 8 a 12 cm de ancho, con apariencia deciduas, con los pecíolos de 5 a 6 cm de longitud, en oblongas o elíptico-oblongas, base aguda, ápice obtuso-redondeado y ligeramente acuminado, márgenes ondulados, nervadura central prominente en la cara inferior y de sección rectangular; nervaduras laterales abundantes, delicadas y rectas, en ángulos de 60° con la nervadura central (villachica 1996)

Inflorescencia

La inflorescencia de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) tiene la forma de racimo terminal de 20 a 40 cm de largo (García 2018), con algunas ramas erectas, con epiciformes axilar en panículas terminales, raquis anguloso (villachica 1996)

Flores

La flor de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) posee forma zigomórficas, con 2 a 3 sépalos y 6 pétalos de color amarillo, gruesos y carnosos en la base, en su interior contiene números estambres dispuestos alrededor del orificio de la lígula, el ovario es ínfero, tetralocular o pentalocular, cada lóculo generalmente con 4 o 6 óvulos (villachica 1996).



Figura N° 2: Inflorescencia y flor de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*)

Fuente: Motta (2002)

Fruto y semilla

El fruto de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) comúnmente llamado coco es una cápsula de forma esférico ligeramente achatado de tipo pixidio incompleto, está conformado por una cáscara dura y leñosa, su diámetro varía de 10 a 25 cm y de 200 a 2000 g de peso (Quiñones y Heber 2012).

Este coco en su interior alberga un promedio de 18 semillas con cáscara coriácea y rugosa, con forma angulosas de 4 a 7 cm de longitud que están dispuestas uno al costado del otro conteniendo en su interior una almendra de color blanco lechosa, recubierta por una epidermis de color marrón (Quiñones y Heber 2012).



Figura N° 3: Fruto y semilla de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*)

Fuente: JARDIM COR (2023)

El fruto de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) esta compuesto por la cáscara que representa el 75%, semilla con su propia cáscara 25% y la semilla sin cáscara (almendra) representa el 50% de la semilla con cáscara (Villachica 1996)

2.2.6. Características agronómicas

según Flores (1997) citado por Rosales (2020) los requerimientos ambientales adaptativos de la castaña son:

Precipitación pluvial: Promedio anual de 1400-2800 mm;

Temperatura: Promedio anual de 24-27°C;

Humedad relativa: Promedio medio anual de 79-91 %; y

Altitud: la altitud está desde 0-500 msnm

Las características ideales para su óptimo desarrollo son los suelos oxisoles y ultisoles, ricos en materia orgánica, arcillosos o arcilloso-arenosos, ácidos, pobres en nutrientes, con buen drenaje en terrenos no inundables ya que no tolera saturación hídrica (Rosales 2020).

2.2.7. Composición química y valor nutricional

Villachica (1996) menciona que la semilla (almendra) de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) tiene alto valor nutritivo, comparable al de un huevo de gallina y valor proteico igual al de la leche, la semilla de castaña es esencialmente oleaginosa con alto contenido de proteínas, los cuales contienen los 8 aminoácidos esenciales para la dieta humana, ubicándose entre los alimentos de fuente vegetal que contiene mayor cantidad de metionina. En la siguiente tabla se muestra la composición química y valor nutricional en 100 gramos de almendra de castaña.

Tabla N° 1: Composición química y valor nutricional en 100 gramos de semilla de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

Componente	Unidad	Valor
Agua	g	3
Valor energético	cal	751.6
Proteínas	g	16.4
Lípidos	g	69.3
Carbohidratos	g	3.2
Sales minerales	g	3.5
Fibras	g	4.6
Calcio	g	0.243
Fósforo	g	0.664
Vitamina A	mg	Presente
Vitamina B1	mg	150
Vitamina B2	mg	Presente

Fuente: Brasil, Ministerio de Agricultura DEMA-PA, 1976 Villachica (1996).

2.2.8. Concentración de elementos minerales

Los elementos químicos como el bario, bromo, cobalto, cesio, magnesio, níquel, rubidio y selenio están presentes en la semilla de la castaña en concentraciones mucho mayores a otras nueces similares (Villachica 1996).

Tabla N° 2: Concentración de elementos minerales en la semilla de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

Elemento	Concentración (ppm)	Elemento	Concentración (ppm)
Al	5	Mg	3370
As	0.02	Mn	8
Au		Mo	
B	2.7	Na	7.2
Ba	1764	Ni	5.8
Br	87	Pb	0.4
Ca	1592	Rb	103
Cd	0.03	S	
Ce		Sb	0.1
Cl	78	Sc	0.02
Co	1.9	Se	11
Cr	0.6	Si	1770
Cs	1.3	Sm	0.04
Cu	18	Sn	3.5
Eu	0.1	Sr	77
F	1.7	Ta	0.1
Fe	93	Th	
Hf		Ti	6.1
Hg	0.01	U	
I	0.2	V	0.01
K	5405	W	0.1
La	0.1	Yb	0.2
Lu	0.01	Zn	0

Fuente: Furr et al. (1979)

2.2.9. Industria de la nuez de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

A nivel mundial los principales países productores de castaña son Perú, Bolivia y Brasil (Linares, Huaman y Villafuerte 2020), en el contexto Nacional, la región de Madre de Dios es el único lugar donde los árboles de castaña se encuentran en densidades suficientes y viables para su aprovechamiento industrial de su nuez, ocupando el 30 % de la superficie de la región con aproximadamente 2.5 millones de hectáreas (Corvera et al. 2014).

Así mismo, (MINCETUR, 2007) en el Plan operativo de Castaña de la región Madre de Dios, citado por Flores (2018), señala que la castaña de Madre de Dios, es un producto natural y silvestre. El aprovechamiento es otorgado por la gerencia regional Forestal y de Fauna Silvestre (GRFFS), mediante concesiones forestales con fines no maderables, hasta 10,000.00 hectáreas, hasta por 40 años que pueden ser renovados según las consideraciones técnicas del Plan General de Manejo Forestal (PGMF), Plan Operativo Anual (POA), Informe de Zafra (IF), Informe Quincenal (IQ), estos documentos son de carácter obligatorio que son presentados por los concesionarios.

Las concesiones castañeras están sujetas a la supervisión y fiscalización del Organismo de Supervisión de los Recursos y de Fauna Silvestre (OSINFOR) (Corvera et al. 2014), cabe aclarar que las concesiones en áreas naturales protegidas son otorgadas por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), esta institución para el año 2017 reportó 85 y 13 concesiones en la Reserva y zona de amortiguamiento respectivamente del Parque Nacional Bahuaja Sonene.

Por otro lado, la GRFFS, indica que hasta el 2017 había 1123 concesiones de castaña registradas fuera de áreas protegidas, (Willem, Ingram y Guariguata 2019). En Perú el aprovechamiento de la castaña a nivel comercial comenzó a inicios de la década de 1930, en ese entonces no había concesiones, ya a finales de la década de 1940 se establecieron las concesiones de hasta 10,000.00 ha y algunas empresas acopiadoras que entregaban “habilitos”

(pequeñas cantidades de dinero), en Puerto Maldonado en el año 1961 ya operaban 2 empresas exportadoras El Sol y Comersa (Corvera et al. 2014). Entre los años 2000 y 2005 se dio inicio al aprovechamiento sostenible de la castaña con la promulgación de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308, desde ese entonces se inician los esfuerzos basados en la implantación de manejo sostenible, estableciéndose planes de manejo de bosques para facilitar la adecuación de castañeros al nuevo sistema de aprovechamiento forestal, paralelamente surgen las experiencias exitosas asociativas de castañeros como: ASECAMAD, ASCART, FEDECAMD, RONAP, ASCA , entre otros.

En la actualidad esta actividad económica de productos no tradicionales contribuye de manera directa o indirecta alrededor del 67% del total de ingresos de las familias IIAP (2013) (Linares, Huaman y Villafuerte 2020), de ahí radica la importancia de la castaña en la economía de la región de Madre de Dios, ya que no hay otra región donde la castaña sea un pilar tan importante en la economía (Zuidema 2003).

Según MIDAGRI (2021) la exportación de castaña alcanzó los picos más altos en el mes de marzo del 2018 con US\$ 9.8 millones, siendo este el mejor año de exportación de la castaña amazónica, así mismo la SUNAT reporta que en los primeros 7 meses del 2023 las exportaciones de castaña crecieron en un 6.3% en volumen, pero cayeron -22.5% en valor. El principal país comprador de la castaña fue Corea del Sur con 1.106 toneladas por 6.6 millones, seguido de Estados Unidos, que compró un total de 1,024 toneladas por US\$ 5.6 millones. Corea del Sur supero a Estados Unidos como el principal destino de la castaña peruana.

En las siguientes posiciones se encontraron Finlandia, con 208 toneladas adquiridas por US\$ 1.2 millones; Rusia, con 203 toneladas por US\$ 1.1 millones; y España, con 164 toneladas por US\$ 1.1 millones.

Tabla N° 3: Los 10 principales países de destino para la exportación de castaña año 2021

PAIS	2021 (\$)	PARTICIPACION (%) 2021
COREA DEL SUR	19,554,100	40.92%
ESTADOS UNIDOS	12,221,077	25.57%
RUSIA	3,624,424	7.58%
ALEMANIA	2,938,230	6.15%
ESPAÑA	1,406,557	2.94%
NUEVA ZELANDA	1,136,696	2.38%
PAISES BAJOS	1,109,605	2.32%
FINLANDIA	874,890	1.83%
INDIA	735,065	1.54%
UCRANIA	537,066	1.12%
OTROS	3,650,277	7.64%
TOTAL	47787987	100.00%

Fuente: SUNAT (2022)

2.2.10. Herramientas de análisis de procesos (Pareto, causa efecto, VSM y DOP)

Para determinar y analizar los problemas existentes en las distintas etapas de proceso y posteriormente proponer mejoras en las etapas más críticas es necesario el uso de distintas herramientas de análisis de procesos (Luis 2022), que a continuación se detallan.

Diagrama de Pareto:

El diagrama de Pareto (La Ley de Pareto 80/20) es una generalización del principio de Pareto que se define así: que el 80% de todos los efectos son producidos por el 20% de todas las causas, así mismo dentro de cualquier conjunto de elementos que produzca el mayor impacto, se puede encontrar un subconjunto más pequeño de elementos (Luis 2022).

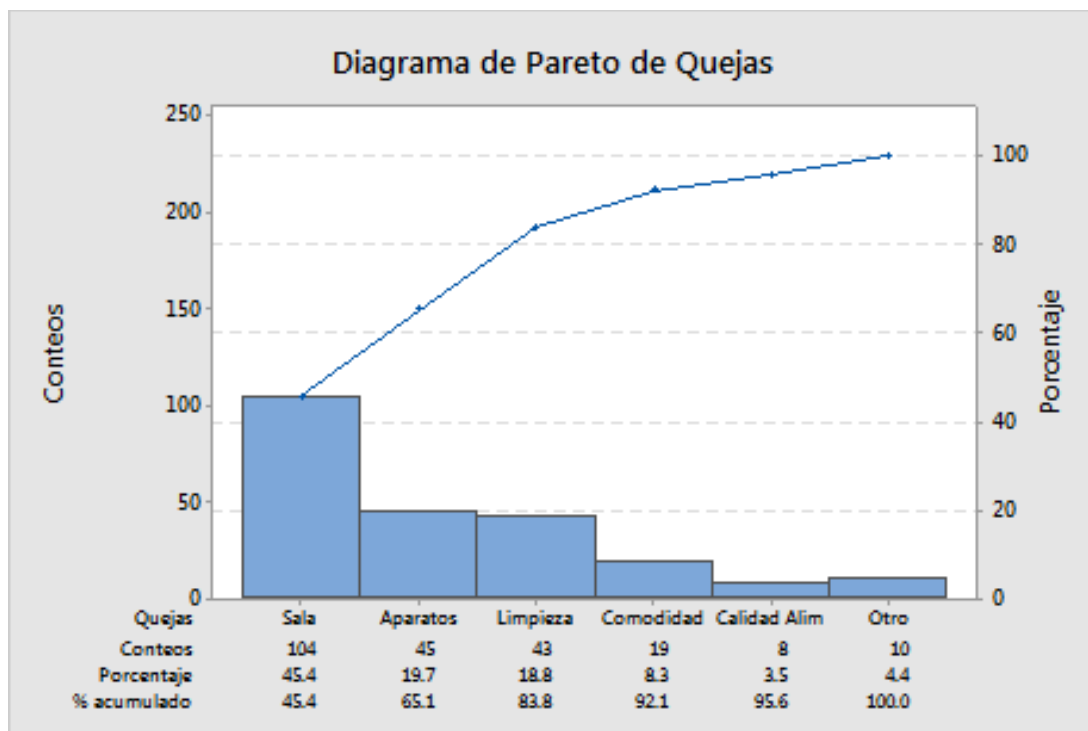


Figura N° 4: Diagrama de Pareto

Fuente: Soporte de Minitab® 21 (2023)

Diagrama de Causa y Efecto:

Santiago (2018) sostiene que el diagrama de causas-efecto llamado Ishikawa, es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Este enfoque permite visualizar de manera sencilla y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando diferentes metodologías. Al mismo tiempo, permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas, por otro lado Bravo (2011) indica que la relación causal, permite clasificar, categorizar y evaluar los posibles motivos de un resultado o efecto.

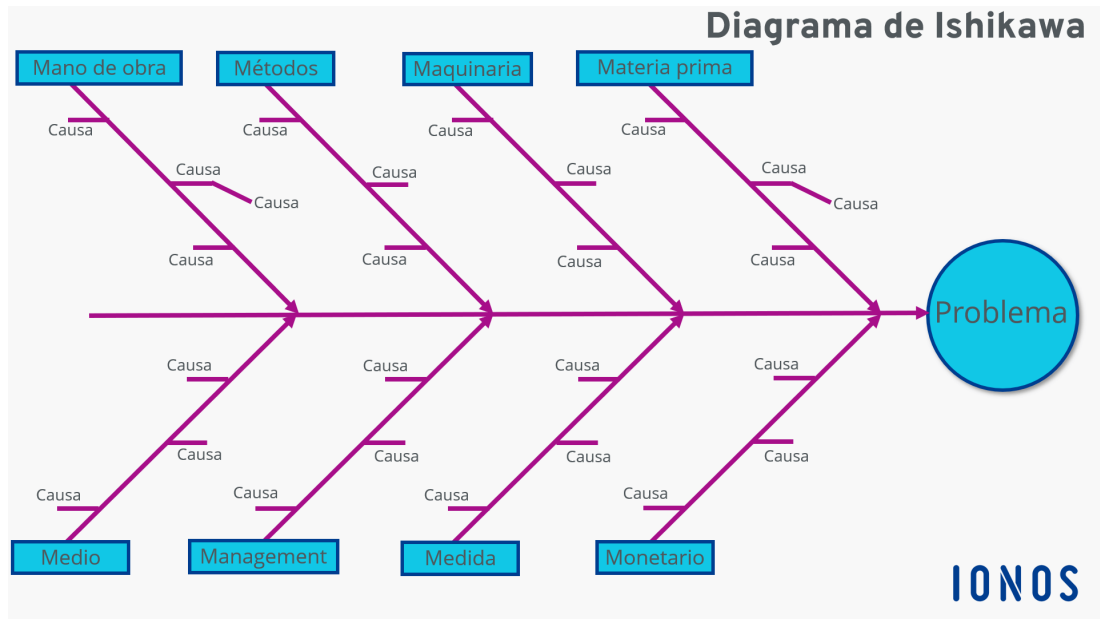


Figura N° 5: Diagrama de causa - efecto

Fuente: IONOS (2023)

Diagrama VSM:

El diagrama VSM (Value Stream Mapping) en español “Mapeo de Flujo de Valor” es una herramienta que permite ver y comprender un proceso, ayuda a identificar fuentes de ventaja competitiva y al mismo tiempo los desperdicios de un proceso, además conduce hacia la comunicación de ideas de mejora, de esta manera logrando establecer un lenguaje común para todos los usuarios (Muñoz et al, 2022).

Con la herramienta VSM se logra tener una visualización panorámica desde el inicio hasta el final de todo el proceso de producción, de esta manera permite detectar aquellas actividades que no aportan valor al producto y poderlos eliminar y ser más eficientes. Algunos ejemplos de software para modelar el diagrama VSM son: Smartdraw, eVsm, SigmaFlow o Microsoft Visio (Hernández y Vizán 2013).

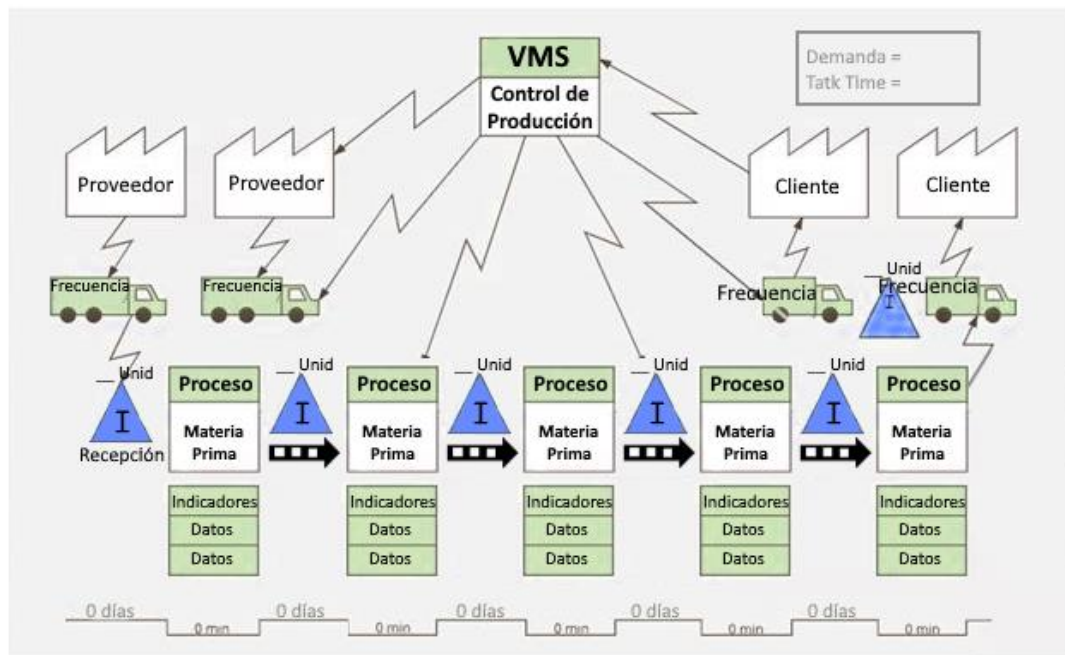


Figura N° 6: Diagrama VSM

Fuente: AMBIT BST (2024)

Diagrama DOP:

El diagrama DOP (Diagrama de Operaciones de Proceso) muestra una imagen clara de las operaciones e inspecciones del proceso, mediante gráficas, aquellos puntos en los que se ingresan materiales al proceso, siguiendo un orden estricto uno a continuación del otro de todas las inspecciones y operaciones (Luis 2022).

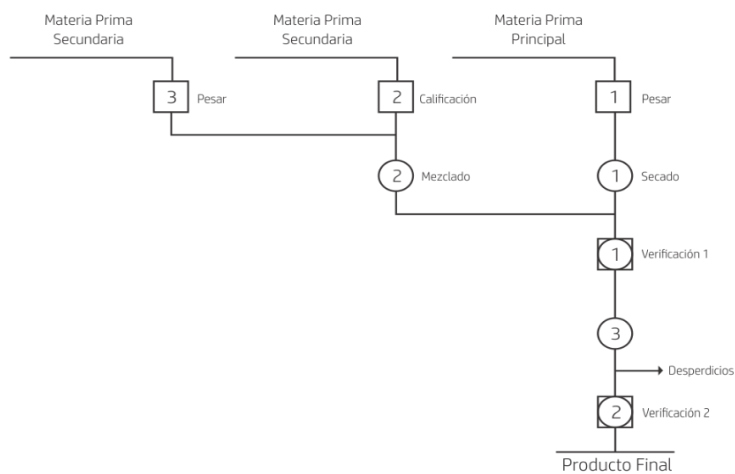


Figura N° 7: Diagrama DOP

Fuente: Conduce tu empresa (2023)

2.2.11. Lean Manufacturing

Según Hernández et al. (2013), Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, que se basa en las personas, que orienta la mejora y optimización de un sistema de producción, su principio central radica en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”.

Así mismo, Rajadell y Sánchez (2010) indican que se entiende por Lean Manufacturing, a la persecución de la mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto.

Por otro lado Muñoz et al, (2022) mencionan que la filosofía Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios mediante la utilización de diversas herramientas y metodologías, que se desarrollaron fundamentalmente en Japón en la planta de producción de la fábrica de Toyota.

2.2.12. Los 7+1 desperdicios.

Arroyo (2018) considera que los desperdicios son las actividades, procesos, tiempos, espacios, materiales, personas, esfuerzo que añaden costo al producto y/o servicio sin añadir valor al proceso, por lo tanto, no son necesarios.

A continuación, se detallan los 7+1 desperdicios:

1. **Sobreproducción:** Es producir demasiado y/o antes de lo que necesita el cliente y/o el proceso siguiente, originando un mal flujo de información, productos e inventarios.
2. **Sobre procesamiento:** Es procesar mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos de los clientes.
3. **Esperas:** Es el tiempo inactivo cuando personas, materiales, información o equipo no están disponibles cuando se requiere. El recurso más valioso de una empresa es el tiempo debido a que es un recurso no recuperable.
4. **Movimientos:** Es el conjunto de movimientos y/o desplazamientos innecesarios de las personas dentro de un proceso. Es un desperdicio en la forma de trabajar de la persona.

5. **Transporte:** Es el tiempo invertido perdido realizado por el movimiento de materiales y personas que no agregan valor al producto o servicio utilizando algún medio de transporte.
6. **Inventarios:** Es la mayor cantidad de partes y/o materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos de los clientes
7. **Defectos:** Cualquier producto o servicio que no cumpla con las especificaciones técnicas del cliente, el cual repercute en un mayor costo, generando un mayor tiempo de fabricación.
8. **Talento Humano:** Es el desperdicio más desaprovechado y valioso que poseen las organizaciones. La creatividad y/ habilidades no utilizadas de los empleados son pérdidas del potencial humano, teniendo en cuenta que son ellos quienes poseen el “Know-How” de los procesos productivos.

2.2.13. Metodología 5S

Santiago (2018). Sostiene que la implantación profunda de las 5 S es el punto de arranque de las actividades de mejora para asegurar la supervivencia en el mercado de la empresa.

Una buena organización que permita preparar eficazmente los elementos necesarios en la producción como materiales, herramientas y entre otras cosas sin perder tiempo en buscar, recoger y/o trasladar favorecen enormemente los objetivos de las empresas de eliminar desperdicios (Cuatrecasas 2017).

La implantación de la metodología 5S en el proceso productivo de las empresas tiene un impacto directo y total en la mejora de la eficiencia, ya que está fundamentado en la clasificación, organización, limpieza, estandarización y disciplina, actividades (y actitudes) estas que favorecen el ahorro de recursos y actividades inútiles y, desde luego, suponen eficiencia (Cuatrecasas 2017), desde luego esta metodología se enfoca a lograr orden y limpieza en todas las áreas de la empresa fomentando la creación de una disciplina que a la larga se convierta en cultura y en práctica común (Santiago 2018).



Figura N° 8: Metodología 5 S

Fuente: Procem Consultores (2024)

1. Seiri (Clasificación)

La clasificación consiste en disponer de los elementos propios en cada puesto de trabajo y aquellos elementos que no se utilizan se deben eliminarse (Cuatrecasas 2017), pero la eliminación no implica solamente deshacerse de los elementos que no se usan y ordenar las cosas, la selección o clasificación significa dejar solo lo estrictamente necesario, de esta manera se logra que el uso de los recursos como el tiempo, espacio, dinero, energía y otros sea gestionado de forma más efectiva (Santiago 2018).

Tabla N° 4: Grado de necesidad según frecuencia de uso.

FRECUENCIA DE USO	TIPO DE COSAS	MÉTODO DE ALMACENAJE
Bajo	Elementos que no se ha utilizado en el año o que sólo ha utilizado una vez en los 6 - 12 meses	Desechar /Almacenar lejos
Medio	cosas que ha utilizado una vez en los últimos 2 - 6 meses	Almacenar en un lugar central del área de trabajo
Alto	Elementos que se usa más de una vez al mes/una vez a la semana/que se usa diario/que utiliza constantemente	Almacenar cerca del lugar de trabajo o que la persona lo lleve consigo

Fuente: Santiago (2018)

Hernández y Vizán (2013) recomiendan que el uso de tarjetas rojas para identificar elementos que no son necesarios y esto ayudará a determinar la utilidad de un elemento, caso contrario se deberá considerar como un desecho que debe ser eliminado.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita		5. Contaminante
	2. Defectuoso		6. Otros
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar		5. Otros
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Figura N° 9: tarjeta roja para la identificación de elementos inútiles

Fuente: Hernández y Vizán (2013)

2. Seiton (Organización)

La organización según Santiago (2018) se fundamenta en el principio de un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, la cual implica ordenar los elementos necesarios de manera que sean de fácil uso y dispuestos de forma que cualquiera pueda encontrarlos y usarlos, del mismo modo menciona Cuatrecasas (2017), que los elementos que se encuentran y son útiles en el puesto de trabajo, ahora deben ordenarse, de manera que se pueda reconocer rápidamente la ubicación de cualquiera de ellos por su naturaleza. La importancia de la organización radica en la eliminación de actividades innecesarias tales como:

- ✓ pérdida de tiempo por la búsqueda de las herramientas de trabajo.
- ✓ desperdicio de movimientos para realizar las actividades.
- ✓ desperdicio de energía de personas.
- ✓ exceso de inventario de materiales.
- ✓ servicios con errores.
- ✓ accidentes y errores por condiciones inseguras de trabajo.

Para implementar cualquier tipo de estandarización en el área de trabajo se debe considerar que este esté ordenado, ya que la organización es la esencia de la estandarización (Santiago 2018).

3. Seiso (Limpieza)

La limpieza se basa en el compromiso de ser responsable para conservar en las mejores condiciones las cosas que se utilizan en el área de proceso (Santiago 2018). Los elementos de un área de trabajo se deberán mantener permanentemente limpios y ordenados, en ese sentido la limpieza es una responsabilidad del propio trabajador que realiza distintas actividades de producción (Cuatrecasas 2017).

Por otro lado Santiago (2018) indica que el hábito de limpieza debe de estar profundamente aplicada en el área de trabajo, de manera que las herramientas, accesorios, equipos y áreas de trabajo estén en óptimas condiciones para su uso, ya que uno de los propósitos más importantes de la limpieza es que el lugar de trabajo sea en un ambiente limpio, pulcro, en el que todos puedan trabajar a gusto.

4. Seiketsu (Estandarizar)

La estandarización permite que la clasificación, organización y limpieza sean perdurables, lográndose así la consolidación de las metas alcanzadas con la aplicación de las tres primeras “S” (Rajadell y Sánchez 2010).

Las 3 primeras eses son implementadas y mantenidas mediante las reglas creadas en la estandarización (Cuatrecasas 2017), que comprende lo siguiente:

- ✓ Estandarizar los procedimientos de aplicación de la etiqueta roja.
- ✓ Estandarizar reglas de áreas de almacenamiento de etiquetas rojas.
- ✓ Estandarizar la localización de los materiales y artículos.
- ✓ Estandarizar número y posición de todos los materiales y artículos.
- ✓ Estandarizar los programas y los procedimientos de limpieza.

Básicamente el propósito de la estandarización es hacer que la ejecución de las 3 primeras eses sean un hábito diario, teniendo claro y uniformizado los criterios de *¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Por qué?* (Santiago 2018), ya que la estandarización consiste en seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales (Rajadell y Sánchez 2010).

5. Shitsuke (Seguir mejorando)

Shitsuke comprendido como disciplina o normalización, su objetivo es convertir la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada en un hábito, mediante el desarrollo de una cultura de autocontrol (Rajadell y Sánchez 2010).

Santiago (2018) describe la disciplina como el hábito de cumplir de manera constante con los procedimientos apropiados para mantener un curso de acción específico ya que los beneficios de seguirlos superan a las ventajas de apartarse de él. En tal sentido los procedimientos estandarizados sean ejecutadas y se repitan éstos cada vez que corresponda de acuerdo con el método estándar y no solo cuando el tiempo y la motivación lo permitan, será conveniente completar el programa 5S con la disciplina necesaria (Cuatrecasas 2017).

Esta herramienta resulta relevante para el proceso de transformación de la castaña, debido a que es la base de la implementación de mejoras, por el orden y limpieza que requiere la agroindustria amazónica castañera.

2.2.14. Metodología SMED

La metodología SMED por siglas en inglés (*Single Minute Exchange of Die*) consiste en la aplicación de técnicas que permitan realizar cambios de preparación en periodos cortos, esto significa que los cambios de matriz se deben ejecutar en menos de diez minutos (Cuatrecasas 2017).

Según Shingo (1985) citado por Cuatrecasas (2017), SMED es un nuevo enfoque o filosofía que supone un cambio generalizado de actitud, para su implantación se basa en las siguientes etapas esenciales que son:

1. Separar las operaciones que deben hacerse a máquina o proceso parado (MP) de las que pueden hacerse con la máquina o proceso en marcha (MM).
2. Transformar el mayor número posible de operaciones tipo MP a MM, ya que, así, se reduciría el consumo de tiempo con la máquina o proceso parados.
3. Simplificar las operaciones de tipo MP (eliminando, además, todas aquellas que sea posible) y reducir sus tiempos; asimismo, será muy conveniente suprimir ajustes manuales y operaciones de fijación sustituyéndolas por dispositivos de encajado rápido o automático.
4. Las operaciones de tipo MP no eliminadas o no transformadas a tipo MM es posible que no precisen efectuarse de forma secuencial; acaso, algunas o incluso todas, puedan efectuarse de forma simultánea, obteniendo de esta manera una nueva ganancia de tiempo.

Importante en la industria de castaña para reducir los tiempos de parada prolongadas y optimizar el flujo de proceso.

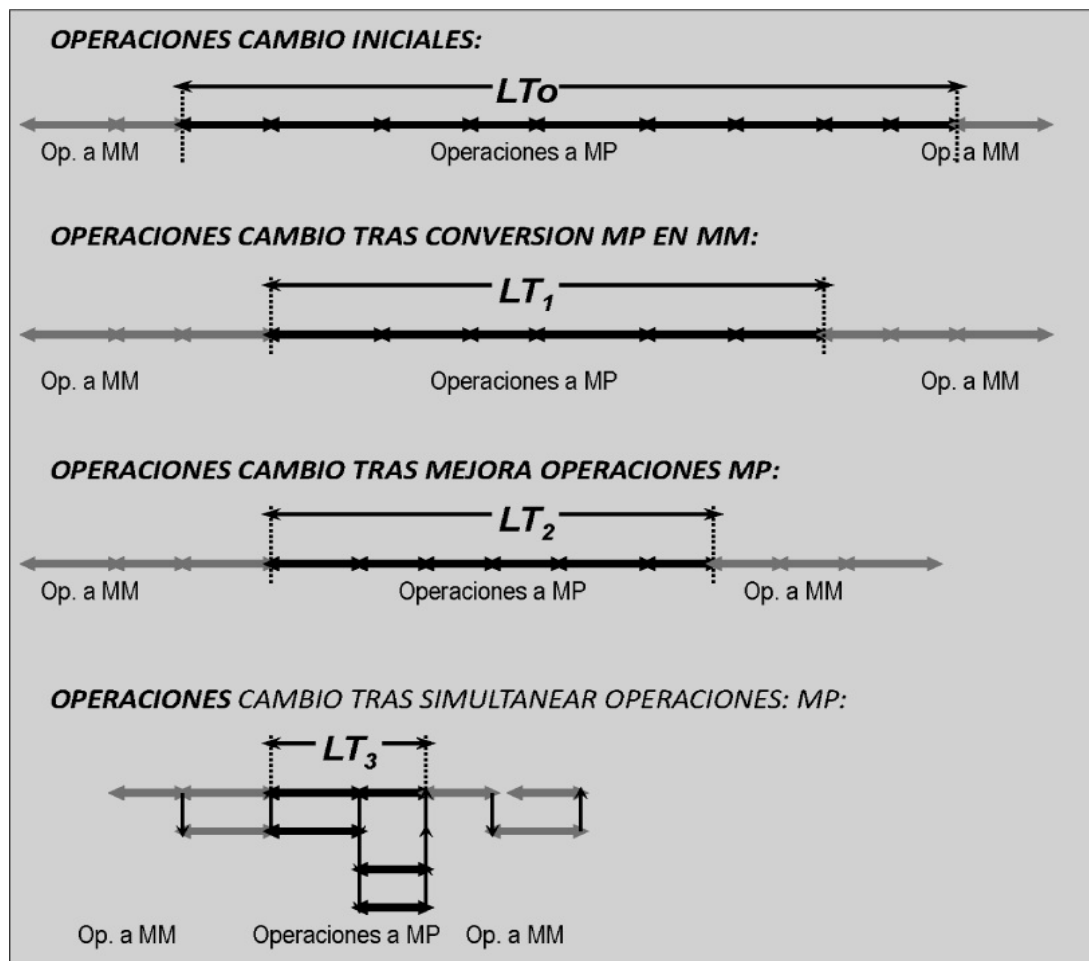


Figura N°10: Metodología SMED Etapas de la progresión en el cambio rápido.

Fuente: Cuatrecasas (2017).

2.2.15. Metodología Kanban

La metodología Kanban consiste en la aplicación de un sistema de tarjetas, que se fundamenta en la transmisión de órdenes de producción y órdenes de recogida de materiales y productos de los proveedores y líneas de producción, en la clase, cantidad y momento que se precisan (justo a tiempo) (Cuatrecasas 2017)

Según Cuatrecasas (2017), existen dos clases de tarjetas

1. Tarjeta o Kanban de producción: se utiliza para solicitar al proceso anterior la producción de un lote de producto que ha sido ya consumido. El Kanban de producción indica la cantidad que debe ordenarse que produzca el proceso anterior.

2. Tarjeta o Kanban de movimiento o de transporte: se utiliza para solicitar la retirada de un lote de producto que ya ha sido terminado. El Kanban de transporte indica la cantidad que enviar al proceso siguiente.

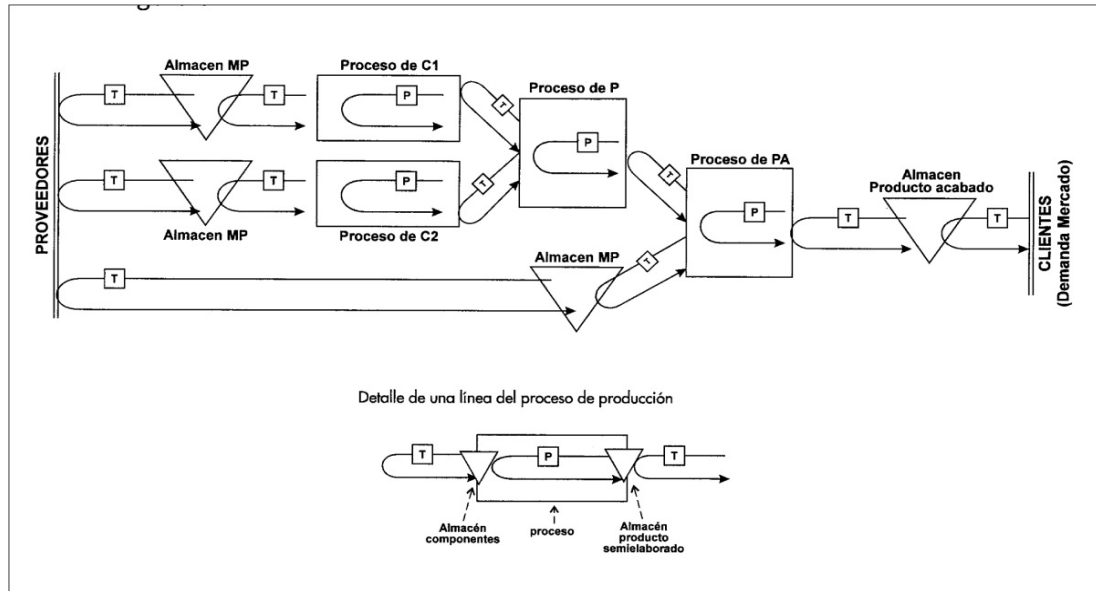


Figura N° 11: Metodología Kanban operativa con el sistema de tarjetas.

Fuente: Cuatrecasas (2017)

Esta herramienta resulta importante su aplicación en la industria de la castaña, ayuda en el flujo de materiales y materias primas.

2.2.16. Metodología TPM

La metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) consiste en maximizar la disponibilidad y prolongar el ciclo de vida de las maquinarias y equipos, basándose en el principio de que, para hacer un buen mantenimiento es necesaria la participación de los operarios de producción, porque son los que mejor pueden evaluar el estado de los equipos o procesos y evitar que se produzcan averías (Luis 2022).

Por otro lado, Ramos (2012) menciona que un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad, esto se basa en el principio de que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

2.2.17. Metodología Andon

Según (Santiago 2018), Andon es un término de origen japonés que significa “lámpara”, que consiste en el control visual, que permite mostrar de manera clara y sencilla el estado de un proceso productivo, su principal propósito es facilitar la identificación inmediata de anomalías y de esa manera el control visual empodera y motiva al personal a través de la información, facilitando así la toma de decisiones y la participación del personal, proporcionando al mismo, información acerca de cómo su desempeño influye en los resultados, logrando así que pueda tener un mayor control sobre sus metas.

Por otro lado, Ramos (2012) menciona que los controles visuales están entrañablemente relacionados con los procesos de estandarización, y a su vez son indicadores que comunican información importante, de forma visual, de tal forma que las acciones y movimientos, estén controlados bajo esa información. La finalidad de los controles visuales es distinguir apropiadamente lo que es normal y lo que no lo es; hacer que las anomalías y desperdicios sean obvios y fáciles de reconocer por cualquiera dentro del área de trabajo; así como descubrir constantemente aspectos que necesitan mejorarse.

2.2.18. Metodología Jidoka

Según Hernández y Vizán (2013), Jidoka es un término japonés, que consiste en la automatización con un toque humano. Bajo la perspectiva Lean Manufacturing el proceso debe tener su propio autocontrol de calidad, de manera que, si existiera un defecto durante el procesamiento, este se deberá detener de forma automática o manual para evitar que las piezas defectuosas puedan pasar a etapas siguientes del proceso.

Así mismo Cuatrecasas (2017) menciona que el control autónomo o *jidoka* puede llegar a dotar a las máquinas de sistemas para arrancar y parar e informar automáticamente de su situación, a fin de evitar tiempos improductivos, de esa manera cede el protagonismo a las máquinas de controlar el ritmo de los procesos, otorgándole así eficiencia máxima y

ausencia de desperdicios en forma de problemas que no controle por sí misma, lo cual supondría la vigilancia por parte del operario.

Bajo este concepto se logra reducir la producción de los defectos, sobre producción y minimiza los desperdicios, así mismo se enfoca en comprender las causas de los problemas y reducirlos planteando medidas preventivas (Santiago 2018).

Las causas comunes de defecto en un proceso productivo son:

- ✓ Procedimientos operativos inapropiados. Cuando las actividades se realizan sin seguir estándares. o cuando no existe instrucciones claras.
- ✓ Variación excesiva en las operaciones. Falta de uniformidad de métodos, tiempos y condiciones de trabajo.
- ✓ Materia prima defectuosa. Calidad de la materia prima
- ✓ Error humano o de las máquinas. falta de capacitación cansancio o descuido de los operarios, fallas mecánicas o de calibración de los equipos. Son fuentes frecuentes de defectos.

2.2.19. Información de la empresa

La empresa CANDELA (Comercio Alternativo de Productos No Tradicionales y Desarrollo en Latinoamérica-Perú), fundada en el año 1989, se dedica al procesamiento y transformación de forma sostenible la materia prima natural generando valor en las regiones donde la actividad agroindustrial constituye una fuente de ingresos y bienestar para las comunidades asegurando la calidad de vida de las personas en el Perú, su historia se sustenta en el profundo compromiso con la biodiversidad, desarrollando prácticas regenerativas y sostenibles, apoyando a los pequeños comerciantes, que cosechan de forma sostenible los mejores cultivos indígenas de los Andes y la Amazonia, logrando así fortalecer y promover el desarrollo de las comunidades de las que proceden.

2.2.20. Misión, Visión y Valores

Misión: La misión de la empresa CANDELA es impulsar el desarrollo de mercados éticos a través de la transformación y comercialización de productos orgánicos de calidad, contribuyendo al desarrollo y fortalecimiento de cadenas de valor amazónicas y andinas, y su labor se orienta en el empoderamiento de las capacidades de los productores rurales, fomentando el uso sostenible de los ecosistemas de donde provienen los recursos.

Visión: La visión de empresa CANDELA radica en consolidarse como una organización líder en la promoción de productos amazónicos y andinos en los mercados nacionales e internacionales, es pionera en un futuro mejor para las personas y el planeta. Con el lema “El Perú y el Mundo comprometidos con la sostenibilidad de la biodiversidad de los bosques, consumen productos saludables de la amazonia”.

Valores:

Transparencia: actuar con apego a la normativa vigente garantizando la claridad y la honestidad en todos los procesos.

Derechos humanos: resguardar la confidencialidad. Y promover la Igualdad de oportunidades y equidad

Respeto del medio ambiente y protección de la biodiversidad, protección del entorno natural mediante la ejecución de prácticas sostenibles y responsables.

Comportamiento ético y medidas contra el soborno y la corrupción, con una conducta íntegra y rechazo a cualquier forma de soborno y corrupción.

Protección de la salud y seguridad de las personas. Mediante la garantía de condiciones seguras de trabajo y velar por el bienestar integral de todas las personas de la organización.

2.2.21. Certificaciones

La empresa CANDELA en su compromiso con los productores y clientes ha logrado los más altos estándares de calidad, inocuidad, seguridad alimentaria y sostenibilidad en toda la cadena de valor de la castaña, estos logros son respaldados por las certificaciones.

Tabla N° 5: Certificaciones que respaldan el compromiso de la empresa.

Certificación	Descripción	Logo
BRCGS	Desde el año 2023 la empresa trabaja bajo los lineamientos de la Norma BRC food safety basado en la seguridad alimentaria, asegurando la calidad e inocuidad en los procesos productivos brindando confianza a los proveedores y clientes en los productos que se comercializan.	
Comercio Justo	Desde el año 2017, la empresa opera bajo los estándares de la certificación Fair Trade, promoviendo un comercio basado en el diálogo, la transparencia, el respeto y la equidad entre productores.	
Certificación orgánica	Desde el año 2001 la empresa cuenta con la certificación orgánica en base a los estándares de la Unión Europea (EU), Estados Unidos (NOP) y Reglamento Técnico Peruano, respaldando el compromiso con la de sostenibilidad ambiental y asegura la trazabilidad de las cadenas de valor.	  
Biocomercio	Desde el año 2007 es miembro de la Union for Ethical BioTrade (UEBT), organización que promueve la “provisión con respeto” de las materias primas provenientes de la biodiversidad, y contribuyendo a una recolección, siembra y practicas productivas amigables con el medio ambiente.	

Fuente: CANDELA (2024)

2.2.22. Organización

La empresa CANDELA está organizada bajo la dirección del actual presidente de la organización, Sr. Gastón Adolfo Vizcarra Kennedy, quien es el representante legal de la organización a nivel institucional y quien trabaja directamente en coordinación con Sra. Guadalupe Raquel Lanao Flores, quien es la gerente general y supervisa las operaciones, los procesos, lidera el plan estratégico con sus actividades e inspecciona su implementación. El presidente lidera la Junta Directiva, la cual se congrega cada tres meses para la toma de decisiones institucionales y manejo de la gestión de la organización. Se cuenta con una Jefatura por cada área de la organización, según el organigrama de la organización y está constituido por las siguientes jefaturas:

- Administración, contabilidad y recursos humanos
- Sostenibilidad, certificaciones y proyectos
- Aseguramiento y control de calidad
- Operaciones
- Comercial y Planning

2.2.23. Procesos productivos

El proceso de transformación de la castaña comprende desde la recolección en campo, acopio, transporte y el proceso en planta, netamente dicho, que inicia con la recepción de la materia prima, control de peso y calidad, luego se realiza el acondicionamiento en función a la humedad y clasificación por tamaño para homogenizar las propiedades inherentes y estandarizar los parámetros de proceso de acuerdo para cada condición específica de la materia prima, esto afecta directamente los procesos de: secado en cáscara, el auto clavado, pelado automático y secado de la nuez pelada, ya que la materia prima que tenga las características similares y en cantidades suficientes para poner en marcha las operaciones, finalmente se realiza el envasado, almacenamiento y despacho.

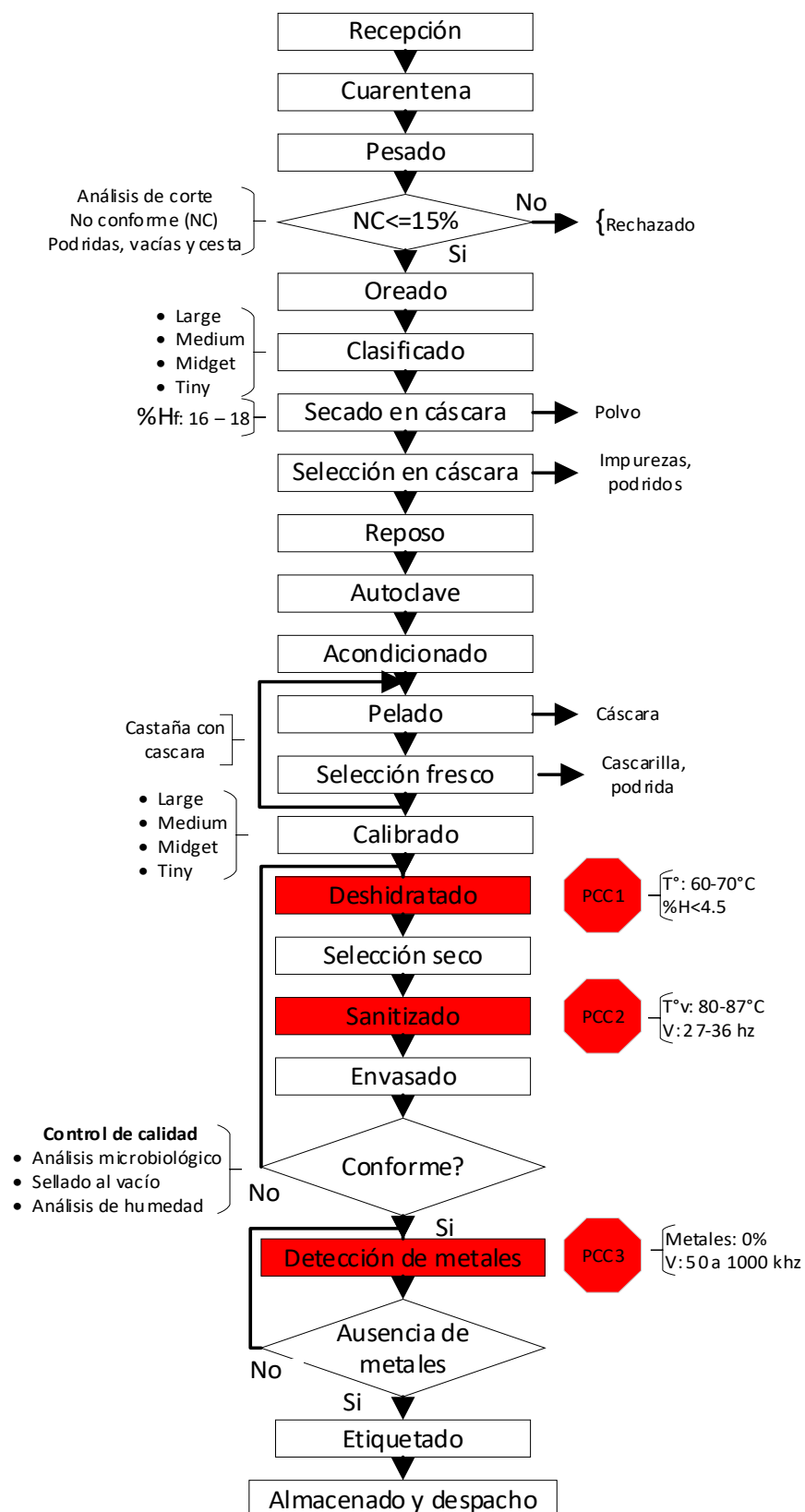


Figura N° 12: Diagrama de flujo de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

Fuente: Elaboración propia (2024)

Recepción:

La materia prima proveniente de diferentes sectores (rio o carretera), se descarga y arruma 10 sacos en cada parihuelas, verificando la lista de proveedores aprobados (LPA) según la condición (orgánico, por certificar o convencional), se le asigna un código de 7 dígitos en la hoja de ingreso a almacén (HIA), de tal manera que el primer dígito corresponde a la condición orgánico (1), por certificar (2) y convencional (3), los tres dígitos siguientes corresponden al número juliano de los días del año y los tres últimos son números correlativos de ingresos a almacén.

Cuarentena:

La castaña en cuarentena se encuentra colocados en un sólo lugar agrupados por proveedor a la espera del pesado del respectivo pesado y determinación de la calidad mediante el corte, pudiendo ser directamente pesado.

Pesado:

La materia prima es pesada en la balanza, luego se vacía en los almacenes correspondientes de acuerdo a su condición y se continúa con el cajeo para determinar el peso por barrica y hallar el número de barricas y al mismo tiempo se realiza el muestreo según La Norma Técnica Peruana (NTP) NTP-ISO 2859-1:2013 Procedimientos de Muestreo Para Inspección por Atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. Que consiste en tomar una porción de diferentes puntos de la ruma, mezclar y vaciar en la superficie, formando un cuadrado, luego recoger 25 unidades de cada lado y proceder con el corte en forma longitudinal y determinar la cantidad de no conformes (ojos, podridos y vacías) y su respectivo registro.

Oreado:

Consiste en reducir y homogenizar el contenido de humedad hasta un valor de 22 a 24 % realizando periódicamente el batido y extendido de las castañas mediante el movimiento regular del producto.

Clasificado:

Consiste en agrupar un lote de aproximadamente 800 a 1200 barricas según su afinidad de humedad y corte de calidad, luego alimentar a la zaranda giratoria para clasificar la castaña en cáscara que cae a través de los orificios de la zaranda según su tamaño (Tamaño 04, Tamaño 03, Tamaño 02, tamaño 01), luego se deposita en las tolvas inferiores. El clasificado por tamaño es muy importante, ya que influye en las operaciones posteriores de secado y pelado, facilitando el manejo por su tamaño homogéneo.

Secado en cáscara:

Consiste en pulir y reducir la humedad de la castaña en cáscara hasta un 16% a 18% de humedad, esta operación se realiza primero abasteciendo los cilindros rotatorios dispuestos horizontalmente con 110 barricas de castaña, luego se procede a la rotación de 5 rpm con una temperatura de 40°C durante la primera hora y luego a 60°C hasta alcanzar la humedad deseada y finalmente se continua con la rotación por 5 horas más a temperatura ambiente, pasado este tiempo se procede a descargar.

Selección en cáscara:

Consiste en hacer pasar las castañas por una faja, donde las seleccionadoras se encargan de retirar manualmente las castañas no conformes (aceitadas, vanas, podridas y pupos) colocándolos en un saco y dejando pasar sólo la castaña en buenas condiciones para las siguientes etapas.

Reposo:

En esta etapa la castaña es almacenada en las tolvas de reposo por un tiempo no menor a 5 días con la que se busca la homogenización de humedad de las castañas.

Autoclave:

Consiste en colocar aproximadamente 6 barricas de castaña en el Autoclave, luego aplicar 3 golpes de presión en el siguiente orden 30 a 25 psi (20 a 18 segundos), 25 a 20 psi (20 a 15 segundos) y 20 a 15 psi (15 a 10

segundos), inmediatamente se abre la compuerta de salida del Autoclave y se deja caer la castaña sobre la zaranda vibratoria, luego se aplica agua fría con la finalidad de enfriar y detener el proceso de sancochado. Esta operación se realiza con la finalidad de desprender la nuez de su cáscara y debilitar la cáscara para facilitar el pelado.

Acondicionado:

Después del autoclavado la castaña es cargado al cilindro rotatorio, donde se somete a rotación con flujo de aire durante 5 horas como mínimo para eliminar la humedad superficial de la cáscara de castaña, de esta manera maximizar el desprendimiento de la nuez de su cáscara logrando el efecto sonaja como indicador de las nueces separadas de su cáscara.

Pelado:

Consiste en descascarar las nueces dentro de una centrifuga que por efecto del impacto generado por una paleta fractura y desprende la cáscara de la castaña, luego la cáscara es separada por extracción con aire y lo que queda por un tamiz. En esta etapa se manejan diferentes tamices según el tamaño del orificio por donde atraviesan las nueces peladas, para determinar el tamiz adecuado se realiza una prueba que consiste en tomar 100 castañas en cascara, pelar manualmente, luego hacer pasar por los orificios del tamiz.

Selección fresca:

En esta etapa se retiran las castañas con cáscara para su retorno a pelado y las podridas son desechadas, a continuación, las nueces se seleccionan en función a la calidad de las mismas (entera, chipedd, broken, ojo). Las castañas enteras pasan a través de la faja a la maquina calibradora, el chipedd, broken y ojo son depositados en unos recipientes para su posterior tratamiento. En final de faja se realiza el control de calidad, que consisten en la verificación de nueces no conformes sean menores que 5%.

Calibrado:

En esta etapa las nueces enteras son clasificados en una mesa vibratoria compuesta por un tamiz con orificios circulares dispuesta según el tamaño del orificio, por donde caen las nueces en función al calibre (Large, Medium, Small, Midget y Tiny), las cuales son recogidas en jabas de aproximadamente 7 kg y colocadas en cedazos, que a su vez están apilados en coches de 25 cedazos cada uno.

Deshidratado:

En esta etapa se encuentra el PCC1, donde se controla el peligro químico y biológico sometiendo a las nueces a 70 °C durante un tiempo de 20 a 27 horas promedio para lograr reducir la humedad de la castaña hasta un 2.5–4.5 %. Con la cual se logra alcanzar un contenido inocuo de humedad que corresponda a una actividad acuosa, A_w , inferior a 0,70 a 25 °C, en estas condiciones los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden proliferar ni producir aflatoxinas. Estos parámetros de control están basados en el Código de Prácticas para la Prevención y Reducción de la Contaminación de las Nueces de árbol por Aflatoxinas CAC/RCP 59-2005 Codex Alimentarius (2010).

Selección seca:

Consiste en la eliminación de las nueces que no reúna los requisitos de calidad requeridos, las cuales son: broken (nuez partida), ojo (presenta signos de alteración) y chala (nuez con cáscara). Las nueces que cumplan con los requisitos (nuez o castaña de exportación) pasan a la siguiente etapa rotulados según lote de producción.

Sanitizado:

En esta etapa se encuentra el PCC 2, donde se controla el peligro biológico, que consiste en hacer pasar la nuez a través de la faja a una velocidad de 40 Hz y temperatura de aire seco que varía entre 68° - 78°C, De esta manera se logra reducir la carga microbiológica hasta los niveles permitidos.

Envasado:

las nueces se envasan en bolsas de Nylon polietileno, las cuales están colocadas dentro de cajas de cartón corrugado debidamente codificadas según lote de producción, el contenido de nueces en las cajas deberá tener un peso de 20 kg, luego se realiza el sellado al vacío y finalmente se cierra la caja colocándole goma y cinta adhesiva.

Detección de metales:

En esta etapa es PCC 3, donde se controla la presencia de metales, consiste en pasar las cajas una por una a través del equipo detector de metales, el cual deberá estar debidamente calibrado haciendo pasar los patrones (metales ferrosos ≥ 2.0 mm, metales no ferrosos ≥ 2.5 mm y acero inoxidable ≥ 3.0 mm / metales ferrosos ≥ 2.0 mm, metales no ferrosos ≥ 2.0 mm y acero inoxidable ≥ 2.5 mm), en caso se detecte la presencia de metales se procederá a separar la caja para su respectiva revisión.

Etiquetado:

Este proceso se realiza en función a las cualidades del producto terminado, los cuales deberán cumplir con los requisitos legales nacionales y del país de destino.

La etiqueta deberá brindar la siguiente información:

Nombre del producto.

Nombre y dirección del fabricante.

Nombre, razón social y dirección del importador.

Número de Registro Sanitario.

Fecha de vencimiento. Ingrediente y aditivos.

Código del lote.

Condiciones de conservación, manipulación, uso y preparación del producto.

Almacenado y despacho:

Una vez etiquetado las cajas son colocados sobre parihuelas en rumas de 32 cajas, las cuales se almacenan agrupados por lotes y condición en lugares

específicos para su despacho. El despacho se realiza con la confirmación de pedidos según destino, esta operación consiste en cargar el producto terminado en el vehículo de transporte previamente inspeccionado para garantizar la calidad y seguridad de que el producto no sufra ninguna alteración ni sea vulnerable a contaminantes externos durante el transporte en el trayecto.

2.2.24. Indicadores

1. Calidad

El indicador de calidad mide la cantidad de productos defectuosos que se presentan por lote de producción.

$$\text{Producto no conforme (\%)} = \frac{\text{cantidad de productos defectuosos}}{\text{cantidad de productos producidos}} * 100$$

2. Disponibilidad

El indicador de disponibilidad mide el tiempo de funcionamiento de los equipos por el tiempo total de referencia.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{tiempo de funcionamiento}}{\text{tiempo total de referencia}} * 100$$

3. Productividad

El indicador de productividad mide la cantidad de producto procesado (barrica, caja, jaba o kg) por una unidad de tiempo (hora, día, semana o mes).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{cantidad de producto procesado}}{\text{tiempo de procesamiento}}$$

2.3. Definición de términos

Lean Manufacturing. Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios

Producción. La producción se fundamenta en dar valor para cubrir necesidades de los consumidores. Los bienes generados ya sean por extracción, por manufactura o por prestación de servicios, incluyendo actividades como el transporte, comercialización, espectáculos, etc., son considerados actividades de producción (Cuatrecasas 2017).

Productividad. Es una medición que refleja la relación existente entre los resultados de una actividad, el tiempo invertido en ella y los recursos que han sido utilizados para llevarla a cabo.

Eficiencia. Es la relación entre lo obtenido y lo esperado. A su vez, menciona que la eficiencia es utilizar los mínimos recursos para lograr un objetivo o aumentar los objetivos sin aumentar los recursos.

Eficacia. Es el cumplimiento de los objetivos planteados, aunque durante el proceso no se utilicen los recursos óptimamente.

Operaciones. Las operaciones son los que constituyen una actividad de un sistema productivo, sea éste un bien o servicio, estas actividades, a su vez forman parte de los procesos (Cuatrecasas 2017).

Según Cuatrecasas (2017), las operaciones son tan solo uno de los tipos de actividades efectuadas en los sistemas productivos y son los siguientes:

1. Actividades que aportan valor añadido al producto

Son las actividades denominadas operaciones, aunque no todas éstas aportan valor (por ejemplo, no lo hacen las preparaciones o manipulaciones).

2. Actividades que no aportan valor añadido al producto

Son actividades de soporte a las operaciones de los procesos, tales como transportes, almacenamientos y actividades de control.

Proceso. El proceso es el elemento central de un sistema productivo que está conformado por un conjunto de actividades coordinadas que suponen la ejecución física de la producción (Cuatrecasas 2017).

Desperdicio. Es cualquier tipo de ineficiencia, que conlleva el uso inapropiado de capital, equipos y materiales, que produce pérdidas, es adecuado el término para la ejecución de trabajo innecesario, generando costos y ningún beneficio

Barrica. Saco lleno de semillas de castaña en cáscara que es cargado por los castañeros equivale a seis latas de castaña (en cáscara) o 70 kg aproximadamente.

Zafra. Época de cosecha de castaña (generalmente de enero a mayo).

Calidad. Se refiere a las características y atributos del producto que determina su capacidad para cumplir con las expectativas del cliente, los requisitos reglamentarios y los estándares de producción.

Ratio de producción. Es la relación de unidades producidas por una unidad de tiempo, que mide la productividad.

Sostenibilidad. La sostenibilidad se basa en el principio de asegurar las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, siempre sin renunciar a la protección del medioambiente, el crecimiento económico y el desarrollo social.

3. CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Estudio

El presente trabajo de investigación “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa CANDELA”, se orientó a la aplicación de un modelo de gestión que consistió en la identificación de actividades y recolección de datos para su análisis descriptivo con un enfoque cuantitativo ya que se busca eliminar las actividades que no aportan valor añadido a la empresa.

Por lo tanto, la presente investigación es de tipo aplicada, según su enfoque es cuantitativo, según su diseño es transversal, según su nivel es explicativo, según su método es analítico.

3.2. Diseño de estudio

El diseño de estudio para la presente investigación es de tipo no experimental, transversal, descriptivo, porque los datos se tomaron de la información recolectada directamente de donde se realizaron las actividades, sin manipular ni controlar la variable, es decir la información se obtiene sin alterar las condiciones existentes. El resultado de las indagaciones se analizó e interpreto para describir con precisión la Implementación de Lean Manufacturing que permitió mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) en la empresa CANDELA.

Se realizará en tres etapas.

Etapas 1: Análisis y diagnóstico.

Etapas 2: Implementación de Lean Manufacturing.

Etapas 3: Evaluación del impacto económico.

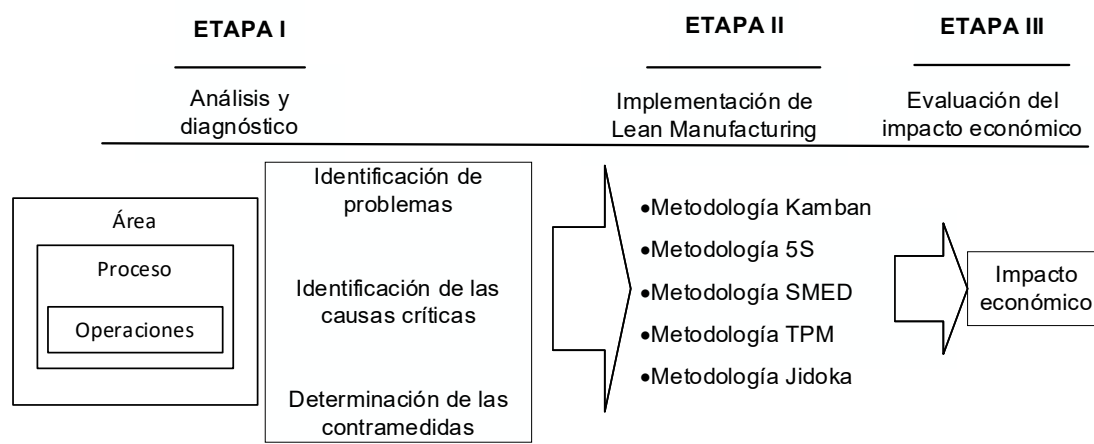


Figura N° 13: Esquema del diseño de estudio para la Implementación de Lean Manufacturing.

Fuente: Elaboración propia, (2024)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para la presente investigación se consideró como población todas las áreas dentro del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*), que comprende desde la recepción de materia prima hasta producto terminado.

3.3.2. Muestra

Como muestra de análisis se consideró todas las operaciones que generan mayores desperdicios dentro de las áreas del proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa hbk*).

3.4. Métodos y técnicas

3.4.1. Materiales

- ❖ Lapicero
- ❖ Ficha de encuestas y entrevistas
- ❖ Registros
- ❖ Formatos
- ❖ Plano de ubicación
- ❖ Plano de infraestructura
- ❖ Cuaderno

3.4.2. Equipos y herramientas

- ❖ Computadora
- ❖ Impresora
- ❖ Software
- ❖ Celular
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Cronómetro
- ❖ Calculadora

3.4.3. Insumos

- ❖ Papel
- ❖ Tonner
- ❖ Internet

3.4.4. Análisis, diagnóstico e implementación

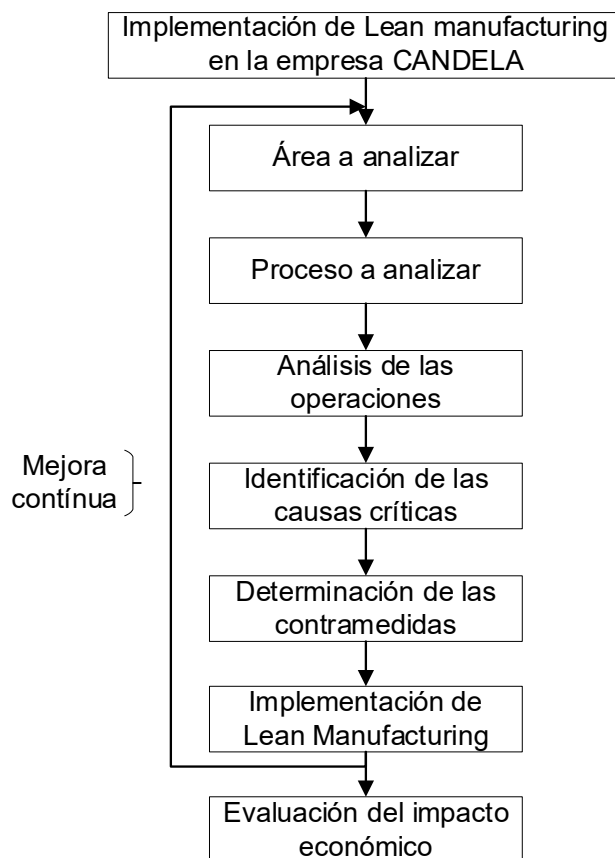


Figura N° 14: Diagrama de flujo análisis, diagnóstico e implementación de Lean Manufacturing en la empresa CANDELA

Fuente: Elaboración propia (2024)

Área a analizar:

1. **Área Gris** (recepción, control de peso y calidad, oreado, clasificado, secado en cáscara, selección en cáscara, autoclave, acondicionado y pelado)
2. **Área Blanca** (selección fresca, calibrado, deshidratado, selección seca, sanitizado, detección de metales, etiquetado, almacenado y despacho).

Proceso a analizar:

Mediante la aplicación del Diagrama de Pareto se determinó el proceso a analizar, considerando los siguientes criterios:

1. Número de actividades en cada proceso
2. Número de deficiencias en cada proceso
3. Número de reprocesos en cada proceso
4. Número de rotación de personal en cada proceso
5. Número de personal empleado en cada proceso.

Análisis de las operaciones:

Se analizaron todas las operaciones dentro de un proceso de transformación, en la cual se buscó encontrar alguno de los 7 desperdicios.

1. Transporte
2. Inventario
3. Movimiento
4. Espera
5. Sobreproducción
6. Sobre procesamiento
7. Defectos

Identificación de las causas críticas:

Para la identificación de las causas críticas se emplearon el diagrama de Ishikawa, Lluvia de Ideas y Análisis FODA, se realizó la estimación del nivel de consecuencia, considerándose la severidad de las causas que determinan la prioridad de atención (Trivial, tolerable, moderado, urgente e inmediata) según el puntaje obtenido aplicando los criterios de puntuación.

Cuadro N° 2: Identificación de las causas críticas según la estimación del nivel de consecuencia.

VALOR	PROBABILIDAD				ESTIMACION NIVEL DE CONSECUENCIA		
	Cantidad operarios	Procedimiento	Capacitado entrenado	Frecuencia	Magnitud	Prioridad	Puntaje
1	1 a 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Entrenado	Al menos una vez al año	Contratiempo	Trivial (T)	4
				Esporádicamente	Retraso	Tolerable (TO)	5 a 8
2	4 a 12	Existen, parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Parcialmente entrenado	Al menos una vez al mes	Parada de Operación	Moderado (MO)	9 a 16
				Eventualmente	Parada de Línea	Urgente (UR)	17 a 24
3	> 12	No existen	No entrenado	Al menos una vez al día	Parada de Proceso	Inmediata (IN)	25 a 36
				Permanentemente	Parada de Planta		

Fuente: Manual para identificación de peligros y evaluación de riesgos y determinación de controles. Adaptado de la R.M. N.° 050-2013-TR (2024)

Determinación de las contramedidas:

Las contramedidas se determinaron tomando en cuenta la particularidad de cada problema causa relevante, a las cuales se aplicó las herramientas Lean Manufacturing que se adecue específicamente para resolver dicho problema.

Implementación de Lean Manufacturing:

La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se efectuaron de acuerdo a los resultados de la determinación de las contramedidas para cada caso específico, para contrarrestar los efectos del problema causa

relevante, teniendo en cuenta la factibilidad de la implementación en función al costo beneficio, se presenta a continuación las herramientas de Lean Manufacturing a Implementar:

- Aplicación de la Metodología Kanban
- Aplicación de la Metodología 5S
- Aplicación de la Metodología SMED
- Aplicación de la Metodología TPM
- Aplicación de la Metodología Jidoka

Evaluación del impacto económico:

El impacto económico de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing fueron evaluadas en función del costo beneficio, con la finalidad de verificar la factibilidad de la implementación de las herramientas seleccionadas como contramedidas para contrarrestar los efectos de los problemas causa relevantes, considerándose las variables de tiempo, N° de operarios, máquinas y materiales usados en las operaciones (horas - hombre, horas - máquina y materiales).

El valor del beneficio-costos, se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$B/C = \frac{VAN}{VAC}$$

Donde:

VAN: Valor Actual de los Ingresos Totales Netos o (beneficios netos).

VAC: Valor Actual de los Costos de inversión (VAC) o (costos totales).

3.4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron recolectados mediante entrevistas, encuestas y revisión de registros de producción y mantenimiento de equipos y/o paradas de planta.

Tabla N° 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	FINALIDAD
Encuesta	Cuestionario y entrevista	Medir la necesidad de realizar mejoras en el área
Observación	Guía de observación	Identificar las actividades que no aportan valor a la empresa
Análisis documental	Fichas	Evaluar los indicadores de producción y mantenimiento de equipos y/o paradas de planta.

Fuente: Elaboración propia (2024)

3.4.6. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de procesamiento de castaña (*Bertholletia excelsa hbk*) de la empresa CANDELA ubicada en carretera la joya km 3.5 del sector la Joya en la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Tambopata, provincia Tambopata y Departamento Madre de Dios.

3.5. Tratamiento de datos

Para el tratamiento de datos se empleó el software Microsoft Excel, Minitab y SPSS, mediante la tabulación y análisis de los datos, a través del control de los indicadores establecidos para la identificación de las causas críticas y determinación de las contramedidas para contrarrestar los efectos mediante la implementación del Lean Manufacturing, así mismo para la evaluación del impacto económico, se realizó mediante el análisis de beneficio-costos, permitiendo medir la relación que existe entre el costo de la implementación de Lean Manufacturing y los beneficios obtenidos.

4. CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis y diagnóstico.

El análisis y diagnóstico de la situación actual del proceso de transformación de la castaña amazónica (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la empresa CANDELA se desarrolló a partir de realizar la recopilación y la evaluación de la información técnica relacionada con los indicadores de producción en cada una de las etapas del proceso, tanto en el Área Gris (etapa desde recepción hasta pelado automático) como en el Área Blanca (desde Selección fresco hasta producto terminado).

A través de este análisis, se identificaron las principales deficiencias y limitaciones operativas presentes en cada etapa del proceso de producción, como los cuellos de botella, tiempos improductivos, reprocesos, inventarios y pérdidas de materia prima. Dichas observaciones permitieron detectar oportunidades de mejora orientadas a la optimización de las operaciones, el aumento de la eficiencia y la eliminación de los desperdicios, estableciendo así la base para la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa.

4.1.1. Descripción de productos.

Los productos obtenidos como producto terminado, se clasificaron según tipo y calidad, lo que permitió organizar la producción y definir estándares para la comercialización.

Tipo

La clasificación estándar para la castaña amazónica incluye las siguientes categorías nueces peladas según su tipo se describen como: LARGE, MEDIUM, SMALL, MIDGET, TINNY, CHIPPED, BROKEN Y CESTA.

y se encuentran estandarizadas de la siguiente manera:

- **Grande (Large):** 90 a 110 nueces por libra.
- **Mediano (Medium):** 110 a 140 nueces por libra.
- **Pequeño (Small):** 140 a 160 nueces por libra.
- **Enano (Midget):** 160 a 180 nueces por libra.
- **Minúsculo (Tiny):** 180 a 220 nueces por libra.
- **Astillada (Chipped)** Castaña pelada con el 95% de su conformación
- **Partidas (Broken).** Nueces que se han partido en trozos durante el proceso de pelado.
- **Defectuosa (Cesta Ojos).** Nueces que presentan cierto grado de deterioro.

Esta clasificación permitió definir estándares de calidad, facilitar la trazabilidad del producto y mejorar la gestión de inventarios, mediante el cual se asegure que cada tipo de castaña cumpla con los requisitos de presentación y calidad e inocuidad, establecidos por la empresa CANDELA y las normas del mercado exportador. A continuación, se presenta una tabla con los datos reales de la producción de CANDELA 2024, como castaña pelada de producto terminado.

Tabla N° 7: Cantidad producida en planta CANDELA según tipo de producto terminado año 2024

Posición real	Tipo	Cantidad producida (Kg)	%
1	MEDIUM	147936,06	27,12%
2	SMALL	143776,18	26,35%
3	MIDGET	85464,05	15,67%
4	LARGE	57804,73	10,60%
5	BROKEN	38486,94	7,05%
6	CESTA	31408,95	5,76%
7	TINY	25520,00	4,68%
8	CHIPPED	15169,24	2,78%
Total, anual		545566,15	

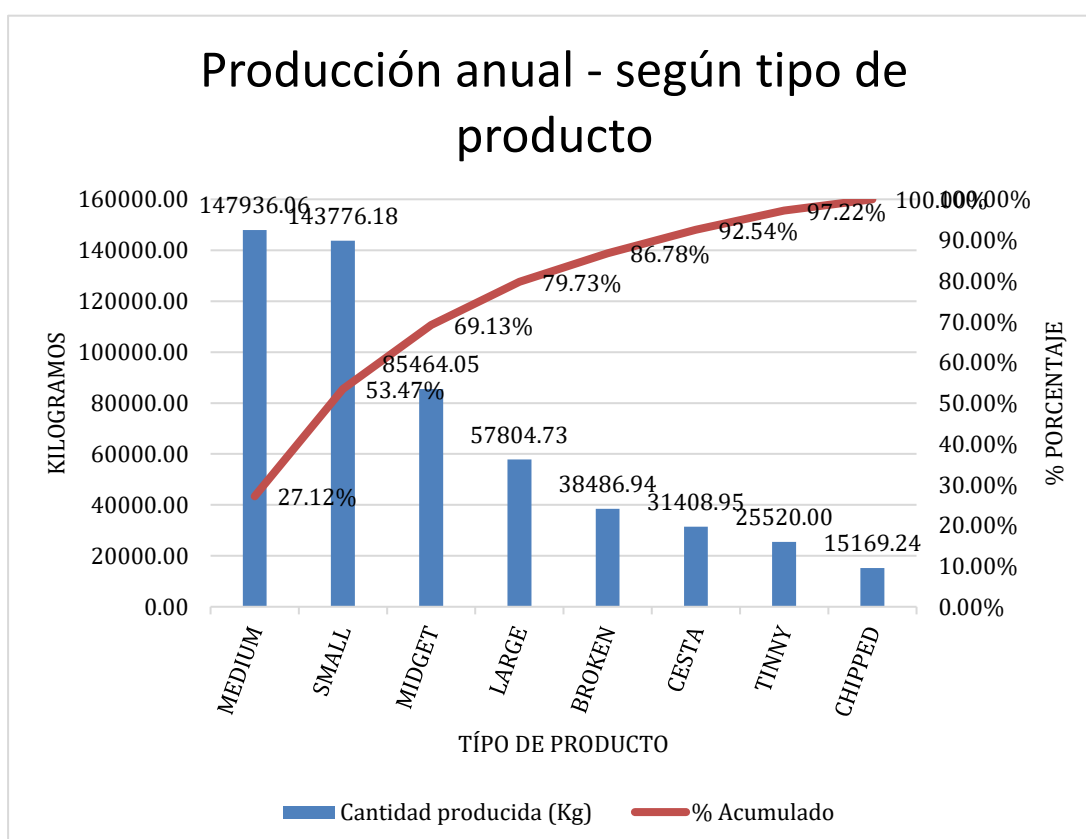


Figura N° 15: Diagrama Pareto de la producción anual según tipo de producto terminado-CANDELA 2024.

El mercado internacional tiene la preferencia de la castaña entera en la comercialización.

Calidad

Las nueces peladas se describen según su calidad como:

- Primera (las nueces enteras)
LARGE
MEDIUM
SMALL
MIDGET
TINNY
- Segunda (CHIPPED)
- Tercera (BROKEN)
- Descarte (CESTA).

En la tabla N° 8 de Pareto se muestra que la castaña entera acumula el 84.41% de la producción en la planta de proceso, por lo tanto, cualquier mejora en la eficiencia del procesamiento va tener un impacto directo en el rendimiento y eficiencia de la planta de transformación de CANDELA.

Tabla N° 8: Cantidad producida según calidad de producto terminado año 2024

Posición real	Tipo	Cantidad producida (Kg)	%
1	Primera	460501,02	84,41%
2	Tercera	38486,94	7,05%
3	Descarte	31408,95	5,76%
4	Segunda	15169,24	2,78%
Total, anual		545566,15	

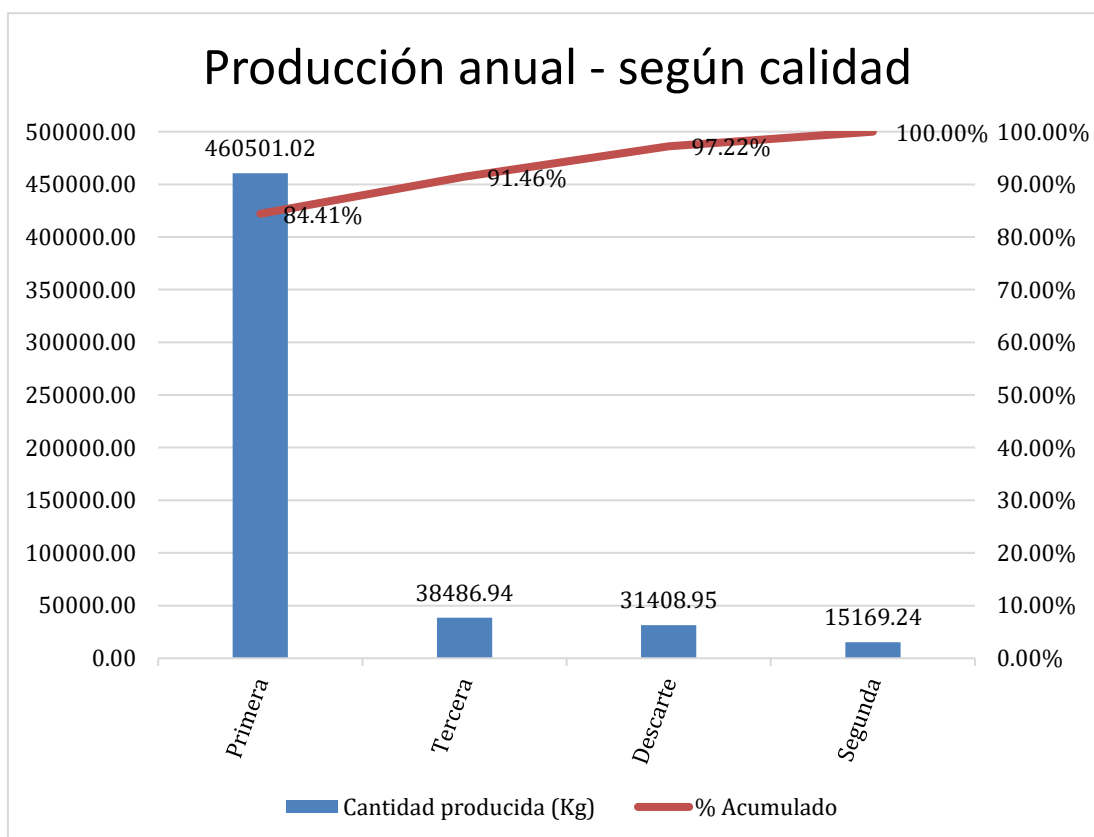


Figura N° 16: Diagrama de Pareto de la producción anual según calidad de producto terminado-CANDELA 2024.

4.1.2. Área a analizar

Para esta etapa se realizó un análisis completo del área gris y del área blanca, que agrupan procesos diferenciados, por procesos de castaña con cascara y castaña descascarada pelada en el proceso dentro de la planta de procesamiento de CANDELA.

Aquí evaluamos las áreas operativas críticas de toda la línea de proceso de transformación de la castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*) en la planta de la empresa CANDELA, ubicada en la región Madre de Dios.

Los valores que se analizaron en los indicadores de calidad, disponibilidad y productividad, se recolectaron de datos reales registrados en planta en un periodo de evaluación, así mismo se complementan con observaciones

directas, y las mediciones de campo realizado por el tesista, los valores no son estáticos y pueden variar de acuerdo al periodo de análisis en la planta.

Los indicadores que aplicamos no forman parte del sistema de control de CANDELA, fueron calculado por el tesista de acuerdo a la información brindado por el proceso disponible. De esta manera los resultados reflejan la situación actual de las etapas de procesamiento del sistema de producción permitiendo ver las oportunidades de mejora visto desde los principios Lean Manufacturing.

Área Gris

El área Gris comprende las etapas iniciales del proceso, como recepción, pesado, oreado, secado, selección cascara vaporizado, acondicionado y pelado de la castaña. Estas etapas se caracterizan porque la castaña se encuentra con cascara y se acondicionan para el descascarado respectivos.

En el diagnóstico se identificaron los siguientes desperdicios:

- **Espera**
- **Movimientos innecesarios**
- **Pérdidas por defectos**
- **Desperdicio por transporte.**

Área Blanca

El área blanca corresponde a las fases finales del proceso, donde se ejecutan las operaciones de selección fresco, calibrado, secado de castaña pelado, selección seco, sanitizado, envasado y almacenamiento del producto terminado. Aquí la castaña se encuentra pelada y deshidratado. Es una zona de mayor exigencia sanitaria, por lo que requiere condiciones controladas de limpieza, temperatura y humedad, así como personal especializado. En esta área se identificaron desperdicios relacionados con:

- Sobre procesamiento
- Defectos en el pesado o sellado de cajas
- Esperas y cuellos de botella
- Movimientos innecesarios. Movimientos de jabas con castaña
- Sobre producción. Castaña que se acumulada en áreas de secado y selección

Concluimos que el estudio en las áreas gris y blanca nos hace ver de manera integral el rendimiento de la planta de procesos.

Ello nos permitió ver y elegir las áreas más críticas donde se puedan implementar la metodología Lean Manufacturing para la presente investigación, de esta manera permitió establecer las acciones correctivas y preventivas que estén alineadas con la metodología **Lean Manufacturing**.

Área Gris (Recepción, cuarentena, control de peso y calidad, oreado, clasificado, secado, selección, vaporizado, Acondicionado, Pelado)

Cuadro N° 2: Indicadores de producción área Gris Año 2024.

Descripción	UMD	Procesos									
		Recepción	Cuarentena	Control de peso y calidad	Oreado	Clasificado	Secado en cáscara	Selección en cáscara	Autoclave	Acondicionado	Pelado
		1 gris	2 gris	3 gris	4 gris	5 gris	6 gris	7 gris	8 gris	9 gris	10 gris
Número de turnos	turnos/día	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Jornada laboral	h/turno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Refrigerio	h/turno	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25	0.25	0.33	0.50
Charlas de SST	h/turno	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Mantenimiento Preventivo	h/turno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.50	0.08	0.17	0.17	0.17
Otros contratiempos	h/turno	0.17	0.17	0.25	0.25	0.17	4.00	0.17	0.17	0.33	0.25
Tiempo disponible (TD)	min/día	450	450	445	445	440	480	445	440	425	420
Velocidad teórica	Barricas/min	0.89	0.89	0.93	0.56	0.56	0.20	0.55	0.56	0.56	0.52
Producción bruta	Barricas/turno	350	350	200	220.00	220	70	220	220	220	200
N° máquinas	ud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N° Operarios	ud	4	1	4	2	1	3	4	2	1	2
Producción real	Barricas/día	350	350	200	220	220	210	220	220	220	200

Tiempo de ciclo (TC)	seg/barrica	77.14	77.14	133.50	121.36	120.00	137.14	121.36	120.00	115.91	126.00
Tiempo avería	min	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempo de cambio producto (TCP)	min	0	0	0	0	15	10	10	5	15	15
Tiempo de espera	min	5	0		10	10	10	5	10	10	10
Tiempos muertos	min	10	10	10	15	30	120	20	20	30	30
Tiempo productivo	min	440	440	435	430	410	360	425	420	395	390
Disponibilidad (D)	%	98%	98%	98%	97%	93%	75%	96%	95%	93%	93%
Capacidad productiva	Barricas/día	391.11	391.11	405.59	238.89	227.78	212.10	234.55	233.333	220.917	204.29
Rendimiento (R)	%	89.49%	89.49%	49.31 %	92.09 %	96.59%	99.01 %	93.80%	94.29%	99.58%	97.90 %
Piezas buenas (tiempo total)	Cajas x 20 kg	332.5	332.5	184	215.6	215.6	205.80	215.60	220.00	220.00	178.00
Calidad (C)	%	95%	95%	92%	98%	98%	98%	98%	100%	100%	89%
Descripción	uds	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Inventario	Barricas	500	0	500	210	210	210	210	210	110	210
Inventario	días	2.38	0.00	2.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	1.00

Fuente: CANDELA (2024)

Área Blanca (Selección fresco, calibrado, deshidratado, selección seca, sanitizado, envasado, detección de metales, almacenado, etiquetado, despacho producto terminado)

Cuadro N° 3: Indicadores de producción área Blanca Año 2024.

Descripción	UMD	ETAPAS DE PROCESOS AREA BLANCA									
		Selección fresca	Calibrado	Deshidratado	Selección seca	Sanitizado	Envasado	Detección de metales	Almacenado	Etiquetado	Despacho
		11 Blanca	12 Blanca	13 Blanca	14 Blanca	15 Blanca	16 Blanca	17 Blanca	19 Blanca	18 Blanca	20 Blanca
Número de turnos	turnos/día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jornada laboral	h/turno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Refrigerio	h/turno	0.33	0.33	0.25	0.50	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Charlas de SST	h/turno	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento Preventivo	h/turno	0.08	0.08	0.08	0.08	0.25	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros contratiempos	h/turno	0.17	0.17	0.25	0.17	0.50	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Tiempo disponible (TD)	min/día	440	440	440	430	410	445	470	470	470	470
Velocidad teórica	Barricas/min	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.50	0.47	0.47	0.47	0.47
Producción bruta	Barricas/turno	200	200	210	200	200	220	220	220	220	220
N° máquinas	ud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N° Operarios	ud	17	1	2	15	2	3	1	1	2	1
Producción real	Barricas/día	200	200	210	200	200	220	220	220	220	220
Tiempo de ciclo (TC)	seg/barrica	132.00	132.00	125.71	129.00	123.00	121.36	128.18	128.18	128.18	128.18
Tiempo avería	min	5	5	5	5	5	7	8	5	0	0

Tiempo de cambio producto (TCP)	min	10	10	10	10	5	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	min	5	5	5	10	10	0	0	0	0	0
Tiempos muertos	min	20	20	20	25	20	7	8	5	0	0
Tiempo productivo	min	420	420	420	405	390	438	462	465	470	470
Disponibilidad (D)	%	95%	95%	95%	94%	95%	98%	98%	99%	100%	100%
Capacidad productiva	Barricas/día	214.78	214.78	220.00	207.11	199.44	220.00	218.58	220.00	222.37	222.37
Rendimiento (R)	%	93.12%	93.12%	95.45%	96.57%	100.28%	100.00 %	100.65%	100.00%	98.94%	98.94%
Piezas buenas (tiempo total)	Cajas x 20 kg	170	170	178.5	170	170	187	187	187	187	187
Calidad (C)	%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Descripción	uds	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A19	A18	A20
Inventario	Barricas	0	0	200	210	200	200	0	200	0	0
Inventario	días	0.00	0.00	0.95	1.00	0.95	0.95	0.00	0.95	0.00	0.00

Analizando el tiempo de ciclo y el takt time área gris (Seg/barrica)

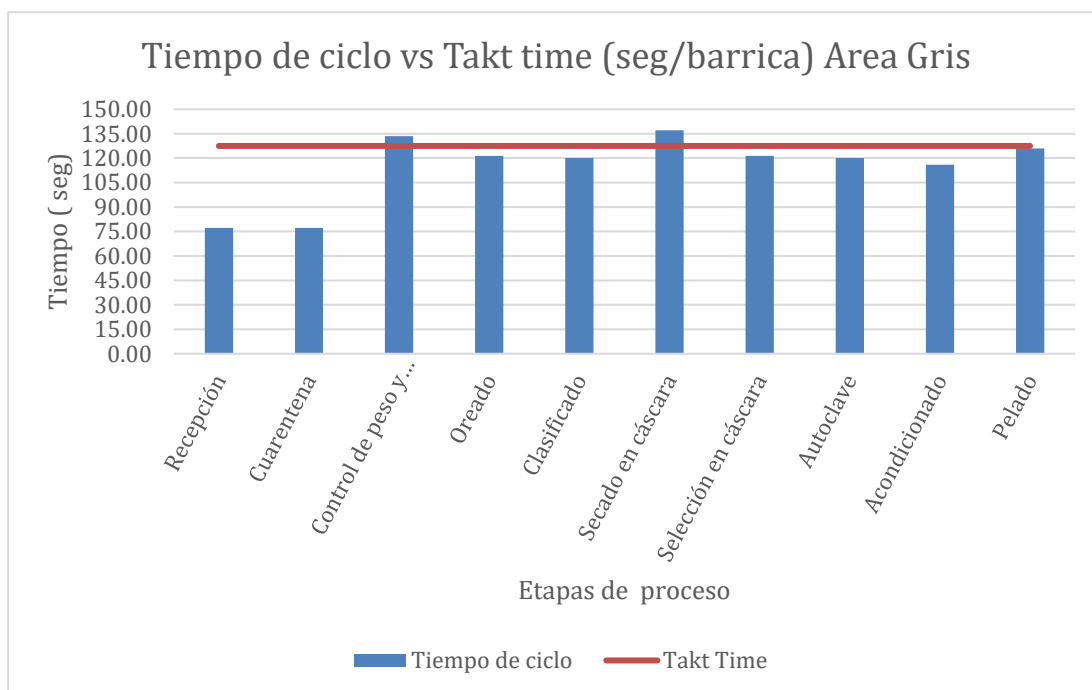


Figura N° 17: Tiempo de ciclo y Takt time del área Gris año 2024

Tiempo de ciclo y Takt time área blanca.

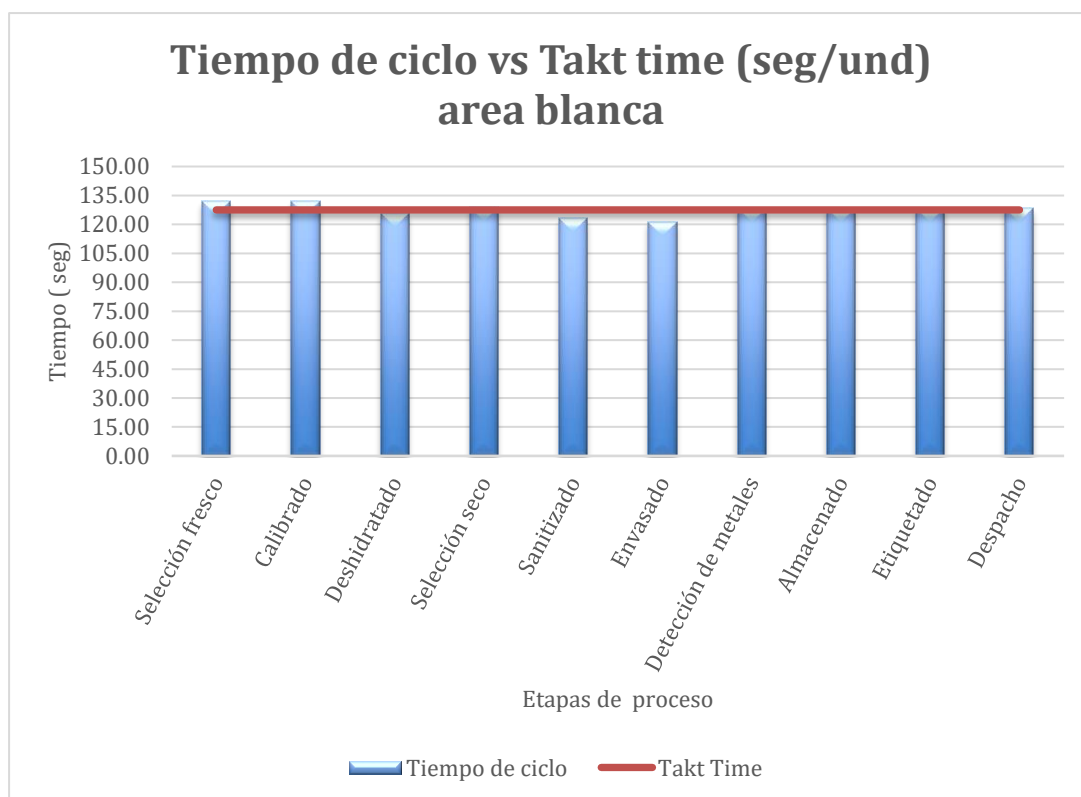


Figura N° 18: Tiempo de ciclo y Takt time de los procesos del área Blanca año 2024

4.1.3. Proceso a analizar

Para analizar el proceso se realizó el diagrama DAP de todo el proceso productivo de planta CANDELA, se identificaron los procesos con sus respectivas actividades, las deficiencias reales encontradas, identificación de desperdicios de acuerdo a Lean Manufacturing, la identificación si existen reprocesos, número de personal por cada operación, salarios, así como tiempos recorridos tomados con cronometro por áreas y distancias recorridas, esto se tomó durante el periodo de 4 semanas en CANDELA y los datos fueron tabulados para la ponderación respectivas.

El Diagrama DAP (también conocido como Diagrama de Análisis del Proceso) herramienta de estudio que se utiliza para analizar, registrar y mejorar los procesos productivos.

El proceso analizado se determinó aplicando el diagrama de Pareto, se consideró la valoración como la suma total de los siguientes criterios: el número de las actividades, deficiencias, reprocesos, rotación de personal y cantidad de operarios involucrados en cada proceso. De esta manera se justifica el proceso para los análisis que influyen de manera directa en la eficiencia del proceso de producción.

Para priorizar que proceso a desarrollar se realizó de acuerdo a una evaluación por valoración empírica no ponderada, mediante el cual todos los criterios tuvieron igual puntuación en peso.

Es importante mencionar que el método que se utilizó no incorpora ponderaciones diferenciales como tampoco análisis estadístico de correlación.

Es por ello que los resultados que se obtuvieron son considerados como una etapa exploratoria de priorización.

Proceso a analizar en el área Gris

Tabla N° 9: Análisis de procesos en el área gris

Ran King	Proceso	Val.	N° act.	N° def	N° repro	N° rot	N° per	Suma	%
2	Recepción	22	10	4	1	2	5	22	14%
7	Cuarentena	11	5	3	0	0	3	11	7%
1	Control de peso y calidad	39	16	8	3	5	7	39	24%
3	Oreado	19	7	3	1	2	6	19	12%
8	Clasificado	11	5	1	1	1	3	11	7%
9	Secado en Cáscara	11	5	2	0	1	3	11	7%
4	Selección en cáscara	15	5	2	1	1	6	15	9%
5	Autoclave	15	8	2	0	1	4	15	9%
10	Acondicionado	4	2	0	0	1	1	4	2%
6	Pelado	14	7	2	1	1	3	14	9%
TOTAL	10	161	70	27	8	15	41	161	100%

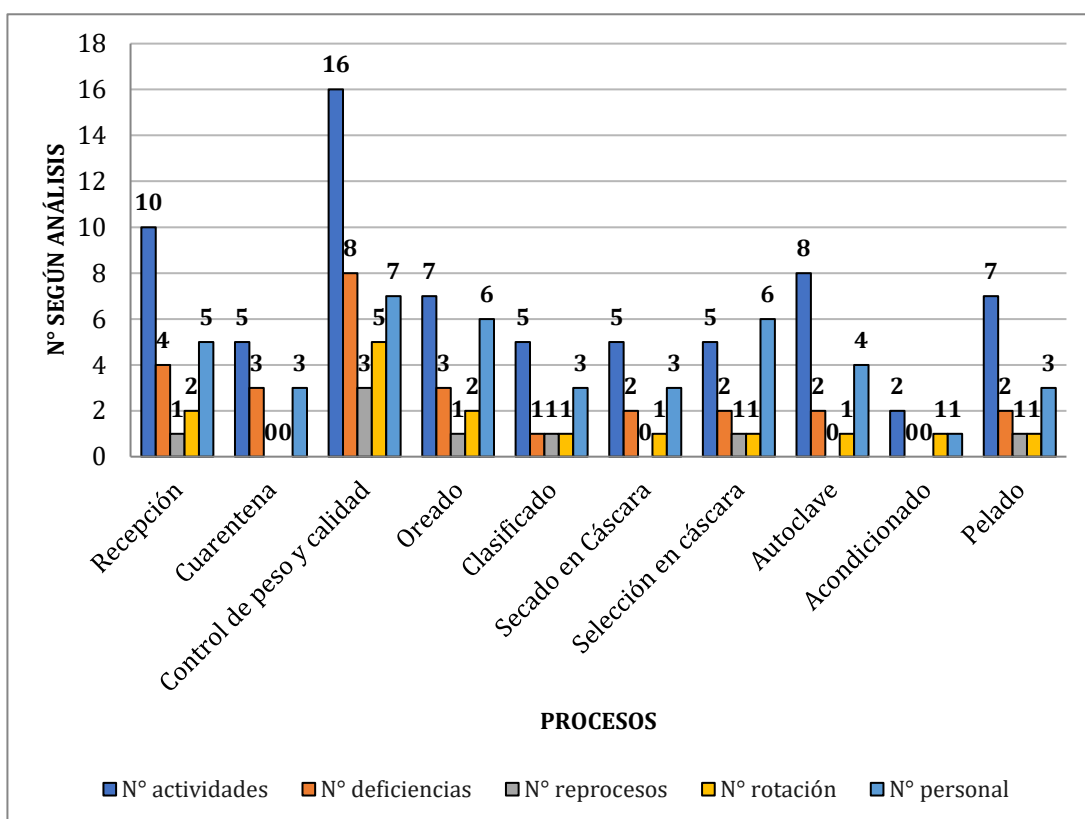


Figura N° 19: puntaje según análisis de procesos en el área Gris

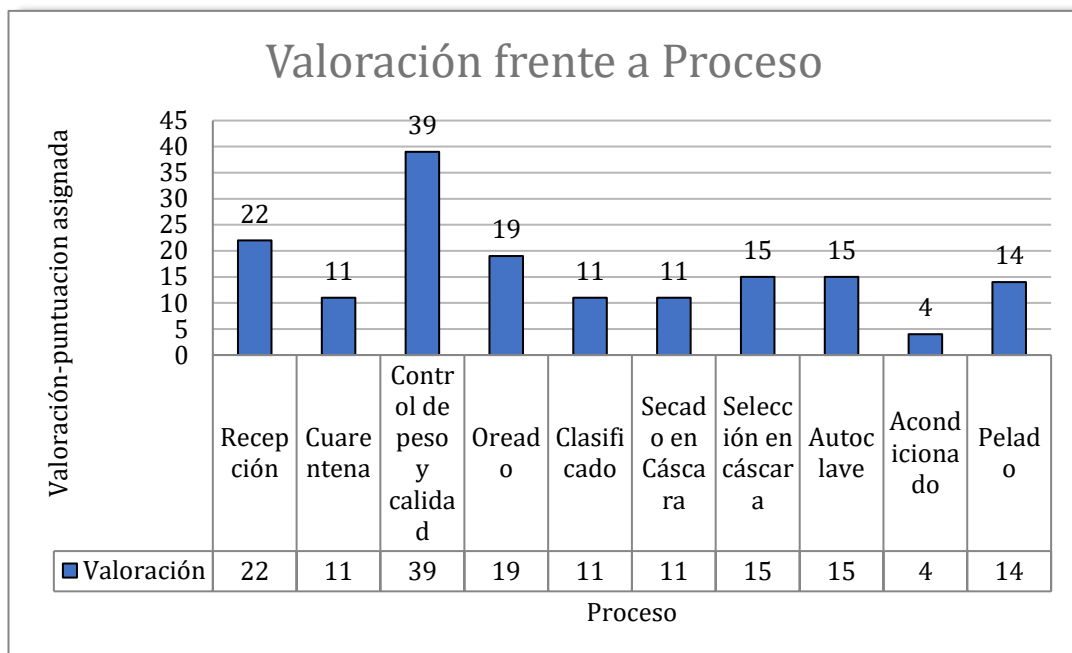


Figura N° 20: Valoración de los procesos en el área Gris.

Se realizó el diagrama de Pareto para identificar el proceso a analizar considerando la ponderación. Para el caso del área gris de acuerdo a Pareto se prioriza control de peso y calidad.

Tabla N° 10: Proceso de mayor puntaje a analizar en el área gris

Posición real	PROCESO	datos ordenados	Frecuencia acumulada	Porcentaje
1	Control de peso y calidad	39	39	24.22%
2	Recepción	22	61	13.66%
3	Oreado	19	80	11.80%
4	Selección en cáscara	15	95	9.32%
5	Autoclave	15	110	9.32%
6	Pelado	14	124	8.70%
7	Cuarentena	11	135	6.83%
8	Clasificado	11	146	6.83%
9	Secado en Cáscara	11	157	6.83%
10	Acondicionado	4	161	2.48%
		161		100%

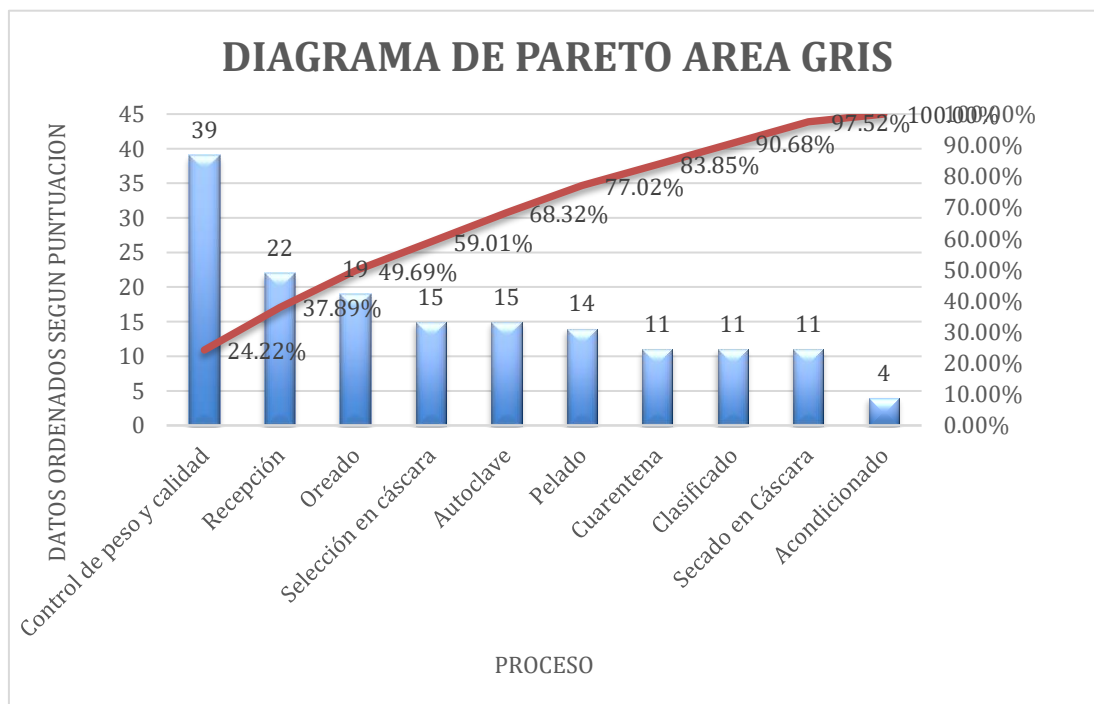


Figura N° 21: Valoración de los procesos en el área Gris

Proceso a analizar en el área Blanca

Tabla N° 11: Análisis de procesos en el área blanca

Rankin g	Proceso	Val	N° act	N° def	N° repr	N° rot	N°per	Suma	%
1	Selección f	48	7	3	1	5	32	48	29%
7	Calibrado	8	5	1	0	0	2	8	5%
3	Secado	22	12	3	1	1	5	22	13%
2	Selección	32	9	3	1	3	16	32	19%
5	Sanitizado	13	6	3	1	1	2	13	8%
4	Envasado	17	9	3	1	1	3	17	10%
9	Detección de metales	5	4	0	0	0	1	5	3%
8	Etiquetado	8	5	1	0	0	2	8	5%
10	Almacen	4	2	1	0	0	1	4	2%
6	Despacho	11	7	3	0	0	1	11	7%
TOTAL	10	168	66	21	5	11	65	168	100 %

VALORACION AREA BLANCA

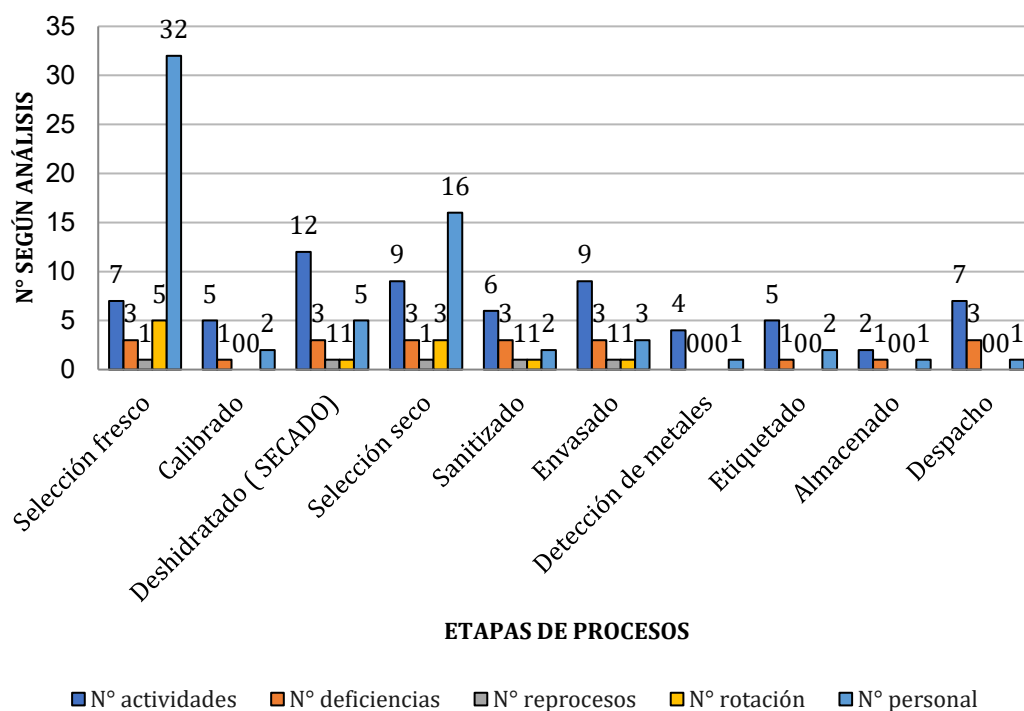


Figura N° 22: Valoración análisis de los procesos en el área Blanca

VALORACIÓN DE PROCESO AREA BLANCA

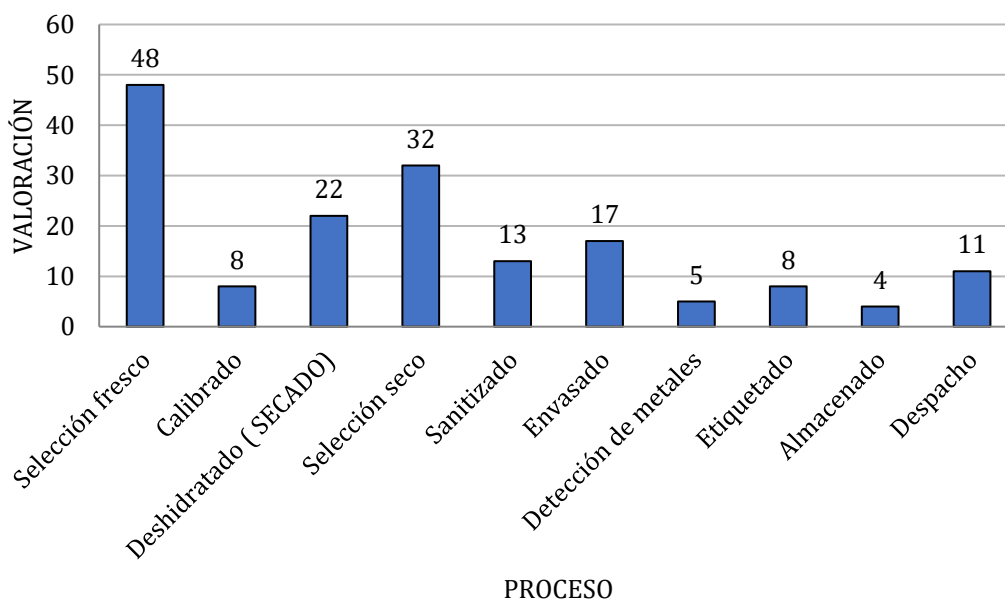


Figura N° 23: Valoración de los procesos en el área Blanca

Se realizó el diagrama de Pareto para identificar el proceso a analizar según ponderación y podemos determinar área de selección fresco con mayor puntaje.

Tabla N° 12: Proceso de mayor puntaje a analizar en el área blanca

Posición real	Proceso	datos ordenados	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Selección fresco	48	48	28.57%	28.57%
2	Selección seca	32	80	19.05%	47.62%
3	Deshidratado (SECADO)	22	102	13.10%	60.71%
4	Envasado	17	119	10.12%	70.83%
5	Sanitizado	13	132	7.74%	78.57%
6	Despacho	11	143	6.55%	85.12%
7	Calibrado	8	151	4.76%	89.88%
8	Etiquetado	8	159	4.76%	94.64%
9	Detección de metales	5	164	2.98%	97.62%
10	Almacenado	4	168	2.38%	100.00%
		168		100.00%	

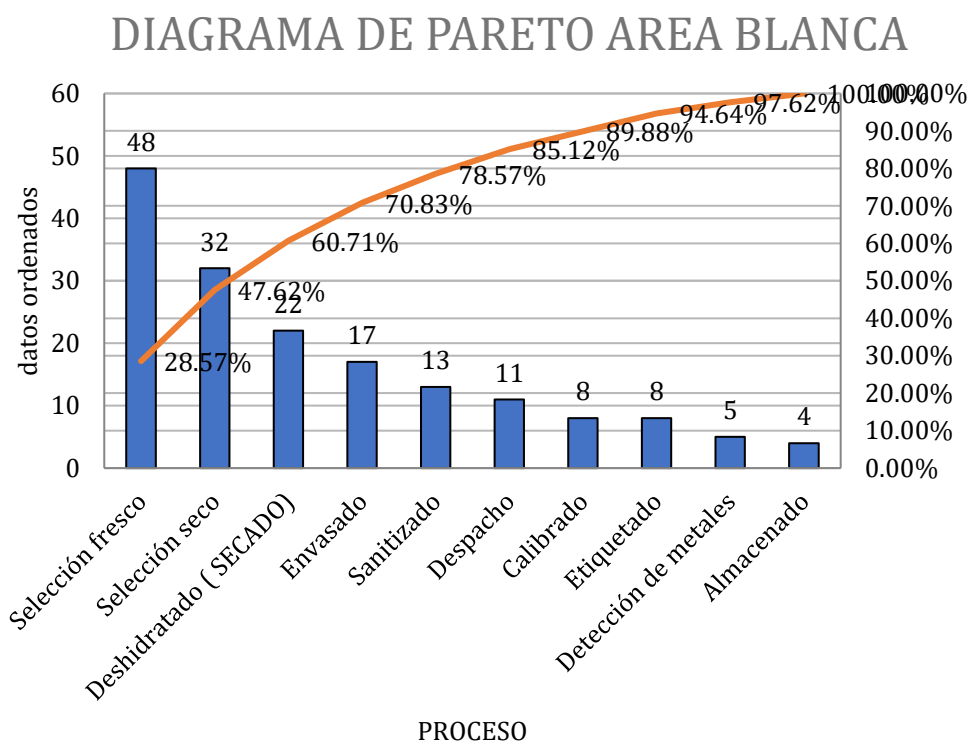


Figura N° 24: Diagrama de Pareto en el área Blanca

Análisis de las operaciones en el área Gris.

De acuerdo al análisis de indicadores de los procesos de la planta CANDELA, así como al análisis del diagrama DAP mediante el cual se realiza el diagrama de PARETO, en ambos casos resalta los procesos que tienen o presentan los cuellos de botellas, en el área gris sobresalen el control de pesos y calidad y secado de castaña en cascara donde se evidencia los tiempos de ciclo superior al takt time y las numerosas actividades como desperdicios

En el área blanca sobre salen los procesos de selección fresco, selección seca.

Para el presente estudio se tomaron dos procesos: El control de pesos y calidad y selección fresco

Tabla N° 13: Análisis de las operaciones DAP en el proceso de Control de peso y calidad

PROCESO	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	LOS 7 DESPERDICIOS
Control de peso y calidad	Control de peso	Realizar programación de pesado	
		Buscar y ubicar producto a pesar	
		Trasladar hacia balanza y pesado registrar peso	Movimiento / Transporte / Espera
		Trasladar hacia Galpón	
	Cálculo del N° Barricas	Vacear los sacos	
		Cajear (3 cajas = 1 barrica)	
		Trasladar hacia balanza y pesado	Movimiento / Transporte /
		Trasladar hacia Galpón	Espera
	Inspección de calidad	Calcular # de barricas	
		Tomar muestra y hacer corte	Defectos
		Registrar % calidad	

PROCESO	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	SIMBOLOS					Distancia (m)	Tiempo (min) Prom
			○	➡	□	▽	D		
Control de peso y calidad	Control de peso	Realizar programacion de pesado					*		6,50
		Buscar y ubicar producto a pesar	*						6,50
		Trasladar pallet a balanza		*				22,5	25,70
		Pesar pallet	*						2,00
		Registrar peso	*						1,00
		Trasladar pallet a Galpón		*				45	30,90
		Trasladar sacos a zona desisgnada		*				15	10,00
		Vacear los sacos	*						52,50
		Cajear (3 cajas = 1 barrica)	*						4,51
	Cálculo del N° Barricas	Trasladar barrica a balanza		*				45	5,28
		Pesar barrica de castaña	*						2,00
		Registrar peso de barrica	*						1,00
		Trasladar barrica a Galpón		*				45	4,76
		Calcular # de barricas	*						6,44
	Inspección de calidad	Tomar muestra y hacer corte					*		14,85
		Registrar % calidad	*						1,92

Figura N° 25: DAP-Diagrama de análisis de proceso Control de peso y calidad.

Análisis de las operaciones en el área Blanca

Tabla N° 14: Análisis de la operación de Selección fresco

PROCESO	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	LOS 7 DESPERDICIOS
		Verificar documentación del lote	
	Recepción y preparación	Organizar al personal	Espera
		Realizar limpieza de fajas y área	
		Encender máquinas	
Selección fresca	Selección física de la castaña pelada	Retirar los defectos, partida y nueces no peladas	defectos /
		Refrigerio del personal	movimientos/
		Mantener orden y limpieza	espera
	Inspección de calidad	Muestrear cada 60 minutos	Defectos
		Registrar datos de producción	

PROCESO	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	SIMBOLOS					Distancia (m)	Tiempo (min)
									Prom
			O	⇒	□	▽	D		
Selección fresco	Recepción y preparación	Verificar documentación del lote					*	9.5	1.25
		Organizar al personal					*		2.50
		realizar limpieza de fajas y area	*					12	2.50
		Encender máquinas	*					8	0.75
	Selección física de la castaña pelada	Retirar los defectos, partida y nueces no peladas	*						246.40
		refrigerio del personal					*	95	30.00
		Mantener orden y limpieza	*						12.90
	Inspección de calidad	Muestrear cada 60 minutos					*	10	2.50
		Registrar datos de produccion	*					5	6.50

Figura N° 26: DAP-Diagrama de análisis de proceso-Selección fresco.

4.2. Identificación de problemas

Para realizar la identificación de los problemas se procedió con la entrevista a los operarios, supervisores y jefe de planta para recopilar información preliminar relacionado a los problemas y desafíos, que día a día enfrentan los trabajadores en planta.

Con la información obtenida se aplicaron las herramientas de análisis de causa - efecto y diagrama Pareto, las cuales permitieron identificar los tipos de desperdicios presentes en el proceso productivo. Estas herramientas facilitan la priorización de los problemas más críticos, determinando aquellos que requieren una intervención inmediata.

Posteriormente, los resultados fueron representados en el Mapa de Flujo de Valor (VSM, por sus siglas en inglés), herramienta que es fundamental nos permitió visualizar el flujo actual del proceso, detectar los puntos de ineficiencia del proceso y establecer medidas para la implementación de las mejoras orientadas a la optimización de los procesos de producción.

También se realizó el análisis FODA general para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas presentes con el fin de detectar ciertos problemas y aprovechar las oportunidades de mejora.

ANÁLIS FODA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Debilidades</u>
• Potencial de mejora continua • Mano de obra calificada y con la experiencia en el proceso. • Enfoque en la calidad del producto • Buen nivel del trabajo en equipo y el compromiso del personal involucrado.	• Falta de métodos estandarizados de procesos. • Capacidad limitada de máquinas • Alta dependencia de la mano de obra en procesos críticos • Falta de registro y análisis de datos precisos para la toma de decisiones.
<u>Oportunidades</u>	<u>Amenazas</u>
• Expansión en el Mercado internacional • Acceso a Tecnología accesible para modernizar los procesos • Posibilidad de establecer alianzas estratégicas con entidades públicas y privadas • Creciente demanda por productos sostenibles y de origen responsable	• Baja productividad de los bosques de castaña. • Altas exigencias de las autoridades sanitarias y de certificaciones. • Altos costos de materia prima • Presencia de empresas competidoras en el mismo rubro. • Normativas ambientales y sanitarias cada vez más estrictas

Figura N° 27: Análisis FODA general de procesos de planta CANDELA

4.2.1. Identificación de las causas críticas

Para realizar la identificación de las causas críticas, se realizó mediante el trabajo en equipo multidisciplinario conformado por 5 miembros: supervisor de producción, Analista de control de calidad, responsable de mantenimiento, operario líder y el investigador. La diversidad de funciones permitió analizar las actividades desde diferentes enfoques, garantizando la validez del diagnóstico.

Herramienta empleada: Tormenta de ideas guiada con soporte de observación directa. En el análisis de las operaciones del proceso de control de peso y calidad, se determinaron los desperdicios que son movimiento, transporte, espera y defectos. Del mismo modo para identificar las causas se empleó el Diagrama de Ishikawa.

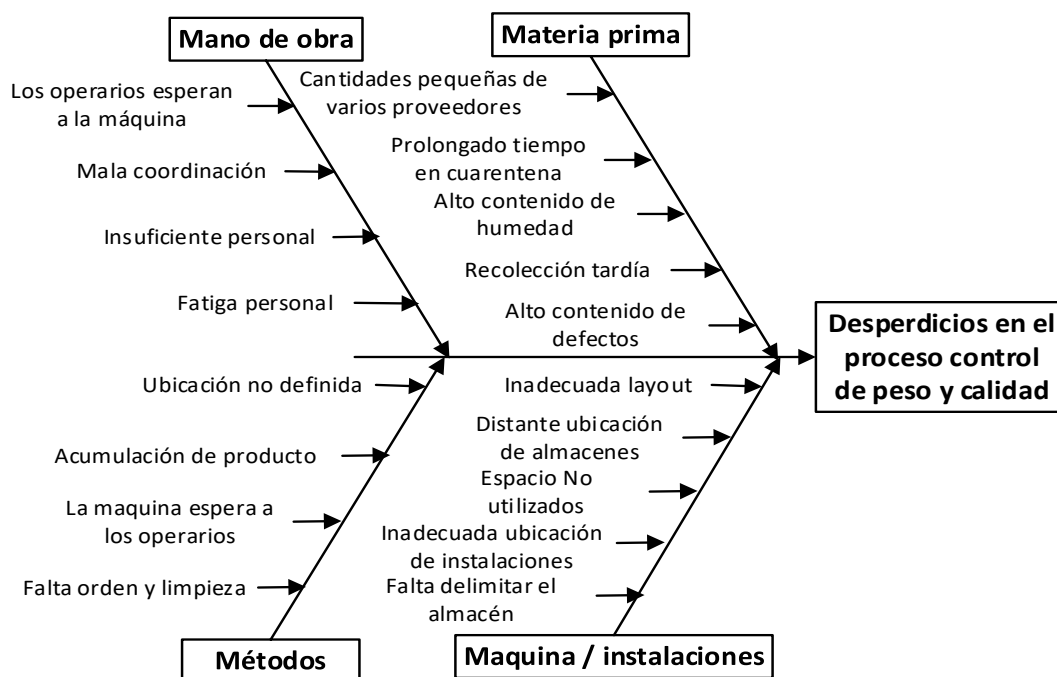


Figura N° 28: Diagrama de Ishikawa, control de peso y calidad.

Para establecer las causas con mayor relevancia y priorizarlas, en se realizó una valoración de estas teniendo la estimación del nivel de consecuencia, considerándose la magnitud de las causas que determinan la prioridad de atención (Trivial, tolerable, moderado, urgente e inmediata).

La evaluación se realizó por cinco miembros: jefe de planta, supervisor de producción, Analista de control de calidad, operario líder y el investigador.

Cuadro N° 4: Identificación de las causas de los desperdicios (MUDA) en el proceso de Control de peso y calidad

PROCESO	OPERACIÓN	CAUSAS	LOS 7 DESPERDICIOS	Puntaje	Prioridad
Control de peso y calidad	Control de peso	Cantidades pequeñas de proveedores	Movimiento (Movimientos innecesarios)	6	TOLERABLE
		Falta delimitar almacén		12	MODERADO
		Acumulación de producto		18	URGENTE
		Ubicación no definida según condición		6	TOLERABLE
		Distante ubicación de almacenes	Transporte (Desplazamientos innecesarios)	6	TOLERABLE
		Inadecuada ubicación.		12	MODERADO
		Inadecuada infraestructura		6	TOLERABLE
		Los operarios esperan a la máquina	Espera (Tiempos de espera)	14	MODERADO
		Mala coord. entre operario y máquina		7	TOLERABLE
		Insuficiente personal		14	MODERADO
		Fatiga de personal		7	TOLERABLE
		Acumulación de producto		21	URGENTE
		Espacio insuficiente		21	URGENTE
	Inspección de calidad	Lluvias constantes	Defectos (% Corte > 25%)	6	TOLERABLE
		Alto contenido de humedad		6	TOLERABLE
		Recolección tardía		6	TOLERABLE

En el análisis de las operaciones de la etapa de selección fresco, se determinaron los desperdicios que son espera, sobre procesamiento,

sobreproducción, movimiento y defectos. Del mismo modo para identificar las causas se empleó el Diagrama de Ishikawa.

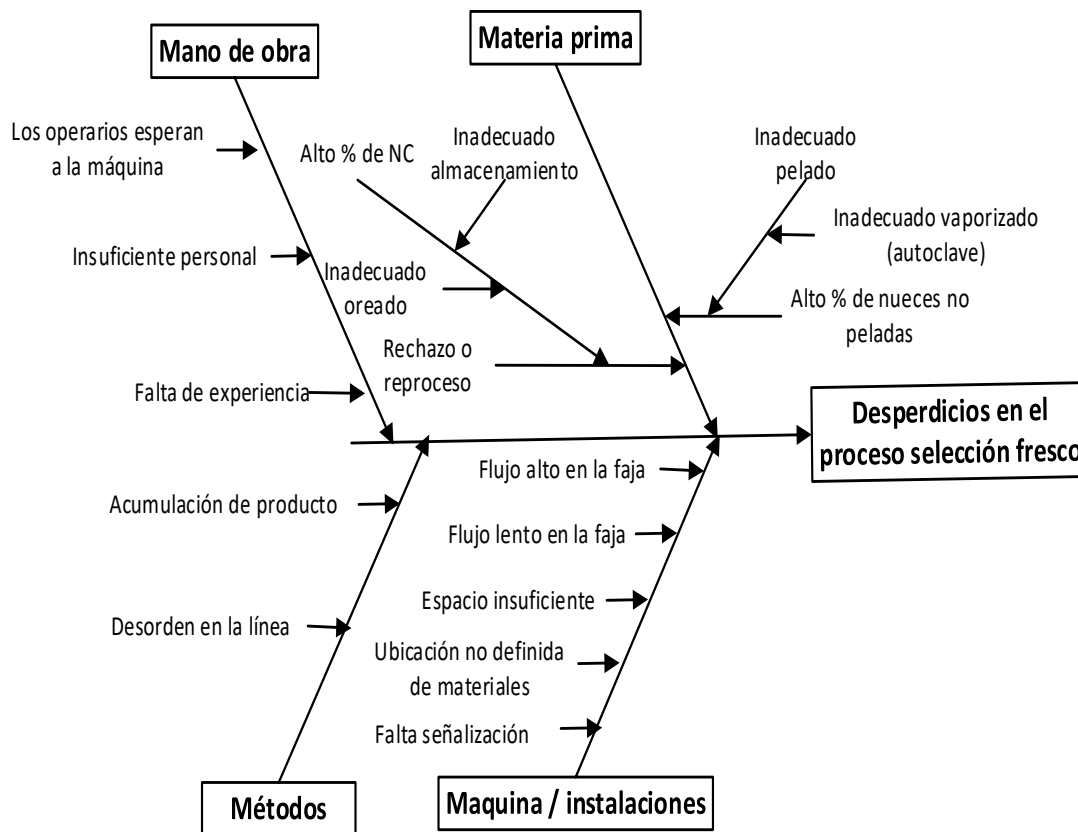


Figura N° 29: Diagrama de Ishikawa selección fresco.

Para establecer las causas que tienen mayor significancia y poder priorizar, se realizó una valoración de estas teniendo la estimación del nivel de consecuencia, considerándose la magnitud de las causas que determinan la prioridad de atención (Trivial, tolerable, moderado, urgente e inmediata).

Cuadro N° 5: Identificación de las causas para los desperdicios (MUDA) en el proceso de Selección fresco.

PROCESO	OPERACIÓN	CAUSAS	LOS 7 DESPERDICIOS (MUDA)	Puntaje	Prioridad
Selección fresca	Recepción y preparación	Los operarios esperan a la máquina	Espera (Tiempos de espera)	8	TOLERABLE
		Flujo lento en la faja		8	TOLERABLE
		Espacio insuficiente		16	MODERADO
		Desorden en la línea		16	MODERADO
		Insuficiente personal		24	URGENTE
	Selección física de la castaña pelada	Falta de experiencia	Sobre procesamiento	8	TOLERABLE
		Alto % de NC		8	TOLERABLE
		Alto % de nueces no peladas		8	TOLERABLE
		Rechazo o reproceso		24	URGENTE
		Acumulación de producto	Sobreproducción	24	URGENTE
		Flujo alto en la faja		8	TOLERABLE
		Desorden en la línea	Movimiento	16	MODERADO
		Falta señalización		8	TOLERABLE
		Acumulación de producto		24	URGENTE
		Espacio insuficiente		16	MODERADO
		Insuficiente personal		16	MODERADO
		Ubicación no definida de materiales		16	MODERADO
	Inspección de calidad	Inadecuado pelado	Defectos (% de NC > 3%)	16	MODERADO
		Inadecuado vaporizado (autoclave)		8	TOLERABLE
		Inadecuado oreado		8	TOLERABLE
		Inadecuado almacenamiento		8	TOLERABLE

4.2.2. Determinación de las contramedidas

Área gris-control de peso y calidad.

La combinación de 5S, Kanban, SMED, permitió atacar simultáneamente los desperdicios de movimiento, transporte, espera y defectos en la etapa de Control de peso y calidad de la castaña amazónica.

Estas herramientas mejoraron la organización, reduciendo los tiempos improductivos, eliminando errores humanos y aseguran que el flujo de producto conforme sea continuo, confiable y eficiente.

Para el control de peso: La metodología 5S permitió realizar que el área de pesaje ordenada, limpia y con ubicación fija de equipos (balanza, montacargas, stocka), reduciendo desplazamientos innecesarios del operario. El Kanban regula el flujo visual de lotes de producto entre áreas, evitando traslados innecesarios.

La herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) ha reducido los tiempos que se realizan en los cambios entre lotes, evitando esperas prolongadas.

Para la operación de inspección de calidad: La aplicación de 5S mejora la limpieza y el orden visual, permitiendo identificar con facilidad los defectos. El Kanban gestiona los lotes conformes y no conformes evitando confusiones. SMED reduce tiempos de cambio entre los tipos de lote, aumentando la eficiencia de inspección.

Tabla N° 15: Determinación de las contramedidas en la etapa de Control de peso y calidad.

PROCESO	OPERACIÓN	LOS 7 DESPERDICIOS (MUDA)	CONTRAMEDIDAS A IMPLEMENTAR
Control de peso y calidad	Control de peso	Movimiento (Movimientos innecesarios)	5 s
		Transporte (Desplazamientos innecesarios)	Kanban
		Espera (Tiempos de espera)	Kanban / SMED
	Inspección de calidad	Defectos (% Corte > 25%)	Kanban / 5 s / SMED

Área blanca

Aquí utilizamos las herramientas de fabricación ajustada mencionadas anteriormente junto con 5S, Kanban y SMED.

La herramienta 5S dirige a su lugar correcto las bandejas de plástico y las mesas, evitando el desorden y los movimientos posibles e innecesarios, asegurando un fácil acceso en todo momento a todos los productos frescos. Es una solución porque elimina el desperdicio de moverse y conseguir cosas, te ayuda a acelerar el ritmo al elegir los disparos y detiene la pérdida de tiempo por desorganización.

El flujo de materia prima de recepción y selección es controlado visualmente por la herramienta Kanban. Esto también evita la acumulación y la sobreproducción de lotes con cada operador allí en el lugar correcto, en el momento adecuado, realizando trabajo en el mismo lote.

La herramienta SMED, ha disminuido tiempos de cambio entre tipos de producto o calibres durante la selección, así también estandariza los materiales y posiciones de trabajo. De esta manera reduce los tiempos de

espera por ajuste o limpieza y permite la continuidad operativa del proceso con menos interrupciones.

Tabla N° 16: Determinación de las contramedidas en el proceso de Selección fresco.

PROCESO	OPERACIÓN	LOS 7 DESPERDICIOS (MUDA)	CONTRAMEDIDAS A IMPLEMENTAR
Selección fresca	Recepción y preparación	Espera (Tiempos de espera)	Kanban / 5 s / SMED
	Selección física de la castaña pelada	Sobre procesamiento	Kanban / 5 s / SMED
		Sobreproducción	Kanban / 5 s / SMED
		Movimiento	Kanban / 5 s / SMED
	Inspección de calidad	Defectos (% de NC > 3%)	Kanban / 5 s

4.2.3. Matriz VSM

Mediante el matriz VSM se esquematizó la situación como se encuentra actualmente los procesos de transformación de la castaña desde la recepción hasta obtener el producto terminado, en el VSM se plasma detalladamente el flujo de valor, así como la información detallada de la problemática de la empresa para un contar con acceso rápido a la información en cuanto a desperdicios existentes en las operaciones de valor para el cliente.

El mapa permitió visualizar los desperdicios del proceso, los cuellos de botella, los inventarios y los tiempos de valor agregado y no valor agregado.

Principales hallazgos (desperdicios Lean) para el área desde recepción hasta pelado en el VSM del área gris

- Inventarios intermedios altos, exceso de stock (muda de sobreproducción).
- Desbalance entre operaciones, algunos procesos son más lentos que otros, generando cuellos de botella.
- Falta de flujo continuo y control visual, se requiere aplicar herramientas Lean (Kanban, 5S, SMED).

El VSM evidencia que el proceso actual presenta:

- Descoordinación entre etapas (flujo discontinuo).
- Necesidad de implementar Lean Manufacturing para reducir inventarios, mejorar flujo.

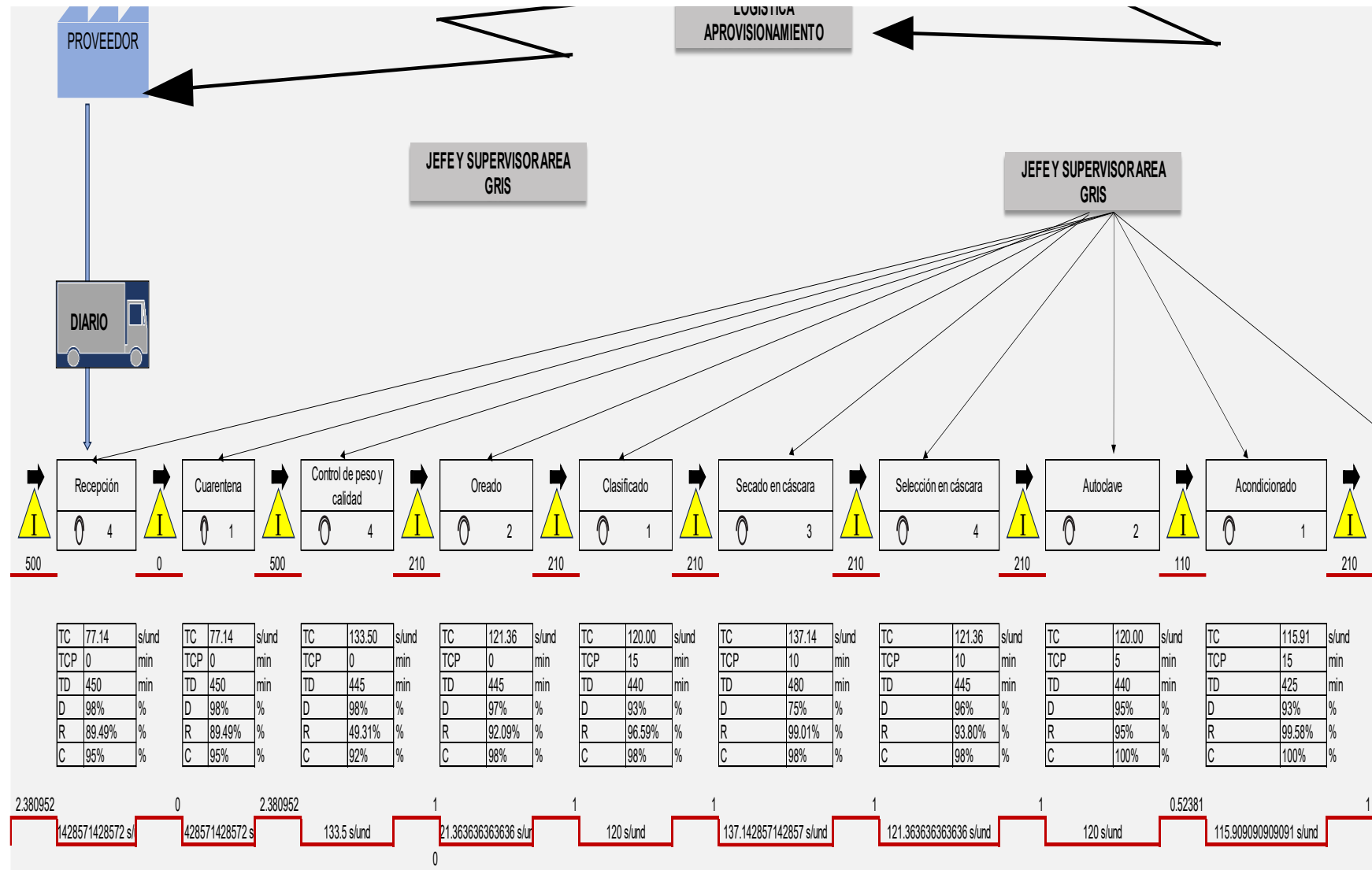


Figura N° 30: VSM actual del área Gris.

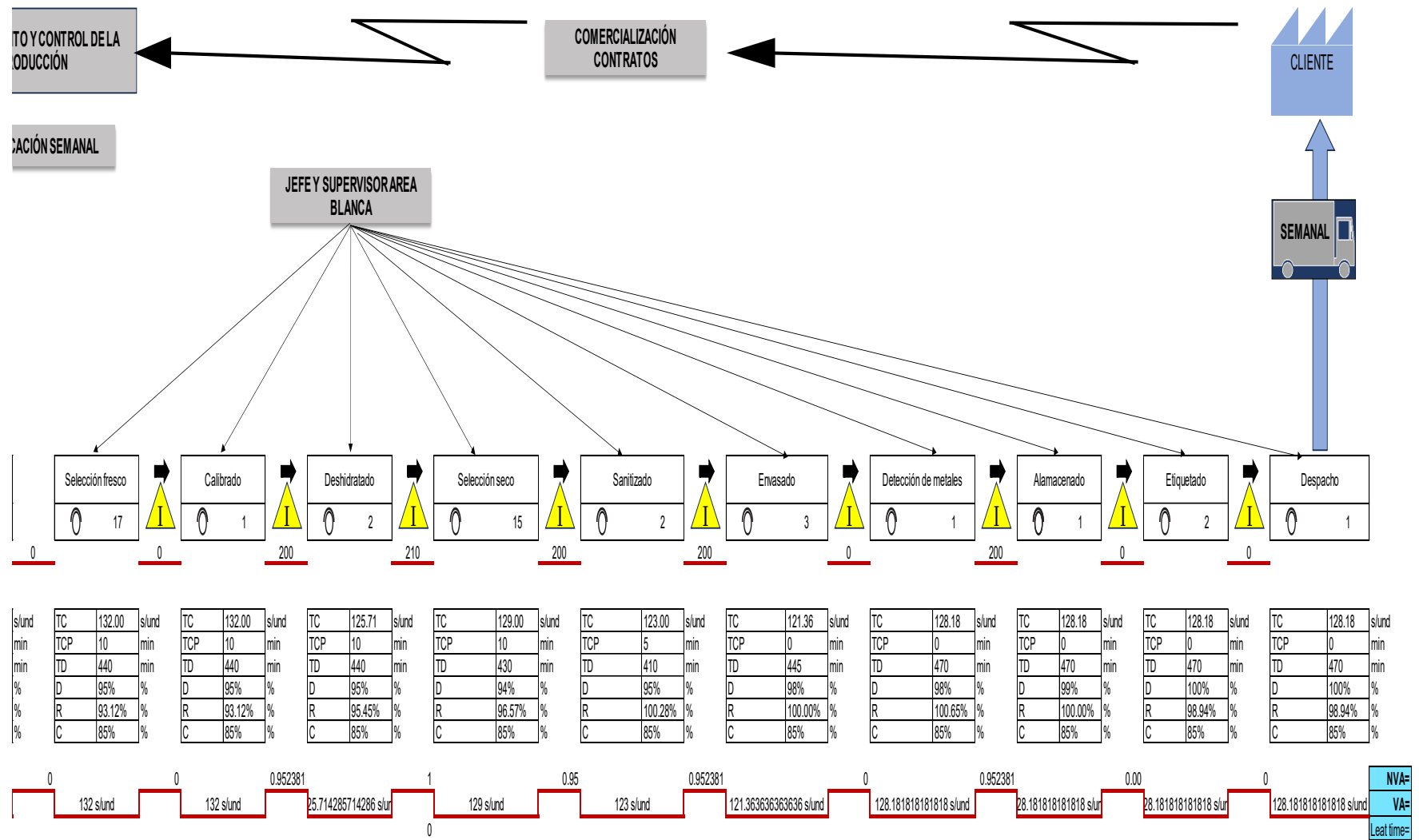


Figura N° 31: VSM actual del área Blanca.

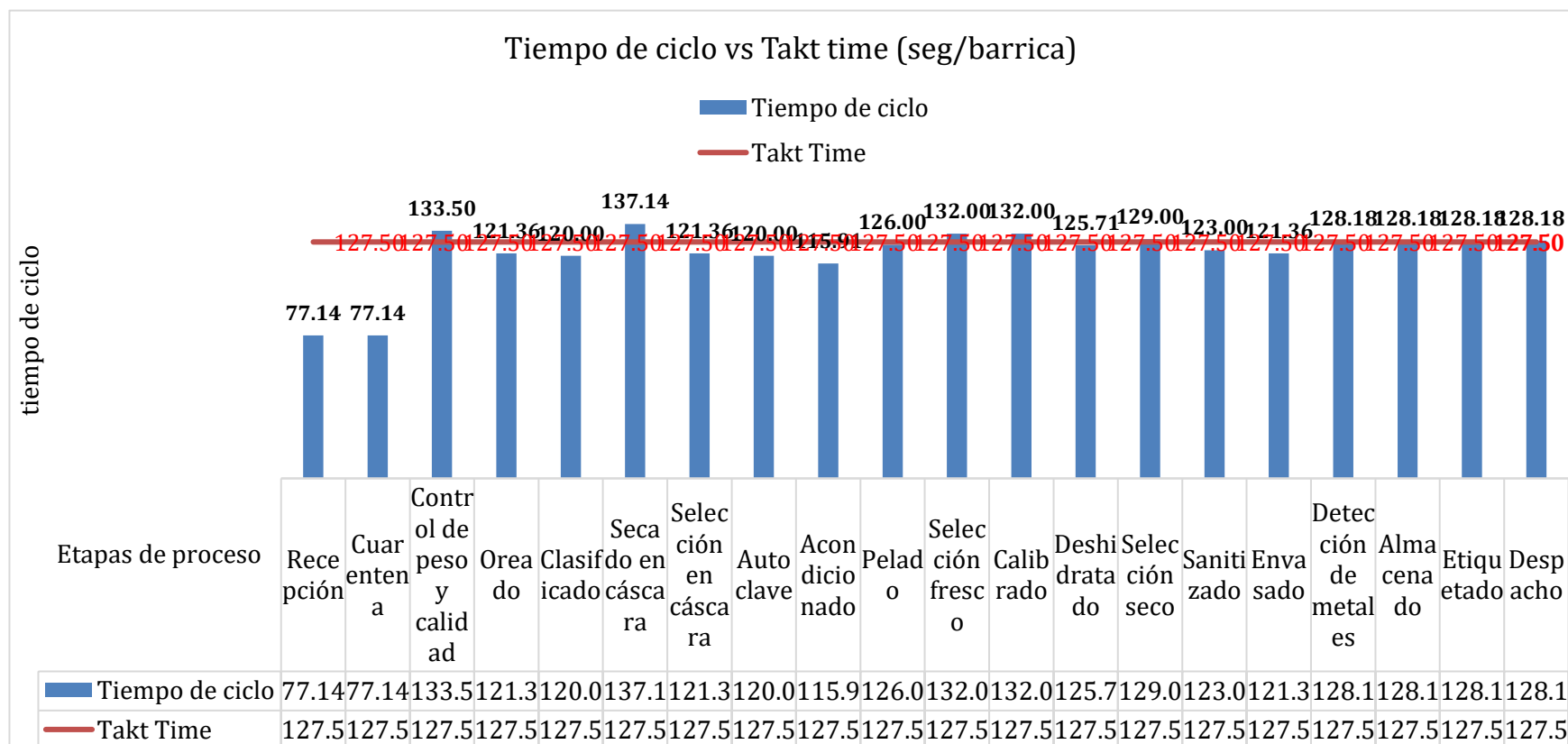


Figura N° 32: tiempo de ciclo vs takt time

Takt time 127.50 seg por barrica procesada.

Mediante el Mapeo de las etapas de proceso actual se obtuvo 0,028 días como el tiempo de actividades que agregan valor y 16.10 días como el tiempo de actividades que no agregan valor a la producción, Concluyendo que el 0,174% del tiempo total de producción agrega valor, teniendo un Lead Time de 16.12 días

Principales hallazgos (desperdicios Lean) para el área de selección hasta producto terminado en el VSM del área blanca.

Interpretación del VSM del área Blanca. El mapa de flujo de valor (VSM) actual representa la secuencia de operaciones realizadas en el área Blanca del proceso de transformación de la castaña amazónica dentro de la empresa CANDELA, desde la selección fresco hasta el despacho del producto terminado. Este esquema permitió visualizar tanto las actividades que agregan valor (VA) como las que no agregan valor (NVA), identificando los principales cuellos de botella y desperdicios (mudas) presentes en el flujo productivo. Del análisis del VSM se identifican los siguientes desperdicios.

Esperas: generadas por la falta de sincronización entre procesos y tiempos muertos por disponibilidad de materia prima.

- Movimiento y transporte: debido al desplazamiento manual de bandejas entre áreas.
- Inventarios: acumulación excesiva de producto semi elaborado después de secado.
- Defectos: asociados a variaciones de humedad y daño físico de la castaña durante el secado y selección.

El VSM actual evidencia que el área Blanca presenta un flujo productivo discontinuo, con inventarios intermedios elevados y eficiencia global limitada. Para la mejora del proceso se propone aplicar herramientas Lean Manufacturing como 5S, Kanban y SMED, con el fin de reducir los movimientos y tiempos de esper, equilibrar los tiempos de ciclo entre procesos del área.

4.3.Implementación de la metodología Lean Manufacturing

Las herramientas de Lean Manufacturing que se emplearon para reducir los desperdicios identificados en el flujo de valor, considerando su naturaleza y los efectos que provocan en la producción, son las siguientes:

Kanban es una herramienta de Lean Manufacturing que aplica la gestión visual de flujo de trabajo que se enfoca en mejorar la eficiencia y la productividad mediante la representación clara de las tareas y promueve la colaboración continua entre áreas.

5S, es una metodología que comprende la mejora continua que están orientados a la crear y mantener lugares de trabajo limpios y ordenados, eficientes y seguros para las personas y procesos, el nombre proviene de cinco principios originalmente japoneses y adaptados al español de la siguiente manera: Eliminar(seiri), separando lo necesario de lo innecesario Ordenar(seiton), establecer un lugar que sea accesible y este definido para cada elemento, Limpiar(seiso) mantener todas las áreas de trabajo con higiene y ordenados, Estandarizar(seiketsu), estandarizar procedimientos de trabajo y mantener la Disciplina(shitsuke), fomentar una cultura de respeto a las normas que establecemos y también la disciplina del personal involucrado que mantenga el sistema en el tiempo en la organización.

SMED, es una herramienta de mejora continua de Lean Manufacturing que reduce los tiempos de preparación y reposición en línea. incrementa la flexibilidad operativa, minimiza tiempos de inactividad esto cuando se disminuye los tiempos de parada de máquinas y equipos de proceso y optimiza la disponibilidad de los equipos de producción.

4.3.1. Metodología Kanban

Es una herramienta de gestión visual de Lean Manufacturing, esta metodología se eligió para eliminar el despilfarro tiempo de esperas, de esa manera reducir las esperas de abastecimiento de materiales y productos en proceso. Aquí se utilizan tarjetas visuales que indican que cuanto y cuando producir o realizar el abastecimiento.

Para el caso de CANDELA, se eligió para reducir las demoras en el abastecimiento de los productos en proceso, lo que generaba cuellos de botella en el control de peso y calidad.

Representacion del VSM (Value Stream Mapping)

El VSM es una herramienta de Lean Manufacturing donde se visualizó de manera integral los procesos, Mediante la representación del VSM actual del proceso de control de peso y calidad se apreció que el tiempo abastecimiento es muy significativo en comparación con el tiempo de ejecución del proceso. Este desbalance genero espera largas y prolongadas de materia prima antes de entrar a la etapa de control, lo cual generaba cuellos de botella, también se identificaron actividades que no agregan valor como los movimientos repetitivos de barricas y la acumulación de productos en espera en recepción. La elaboración del mapa de flujo de valor, permitió tener un panorama visual de los desperdicios, que definieron posteriormente la elección de herramientas Lean Manufacturing como Kanban, 5S para reducir los tiempos de espera y mejorar la continuidad del flujo.

Definición del Layout

El layout, también llamado distribución en planta es un elemento importante en la eficiencia de la operación de procesos, se visualiza la distribución de equipos materiales y las áreas. La adecuación de espacios permite optimización de espacios y secuencia de procesos que reducen los desperdicios y generan espacios seguros para los trabajadores.

En el caso del control de peso y calidad la modificación del layout permitió organizar los espacios de trabajo y asegurar el flujo continuo de la materia prima, también se ha reducido los tiempos de espera, movimientos y traslados internos innecesarios, asegurando el flujo lineal y continuo en la operación.

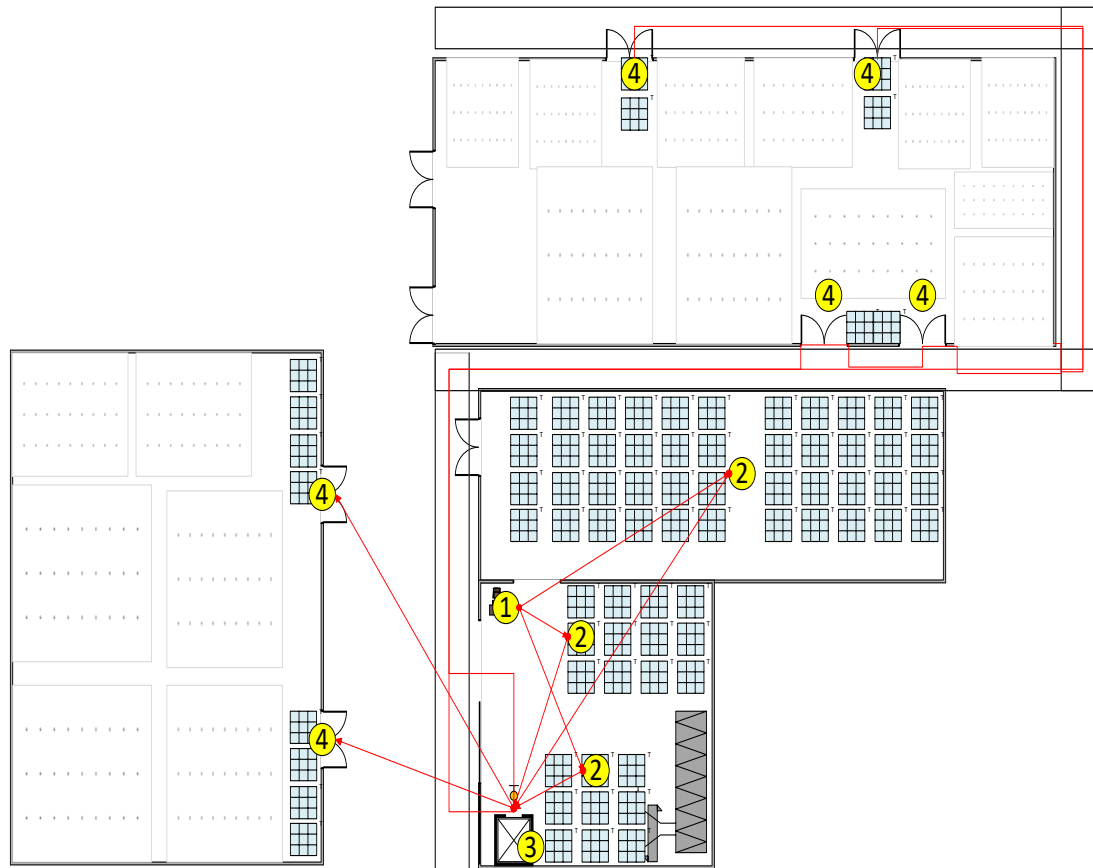


Figura N° 33: Layout actual

De la figura N° 33, se identificó que entre los puntos 1, 2 y 3 puede realizarse una transposición para generar un flujo continuo de materia prima en proceso. Este ajuste permitirá establecer el layout final del proceso de Control de Peso y Calidad.

Con la modificación del Layout, lo que se busca es obtener un periodo de abastecimiento de línea lo más corto posible, con el material y productos en procesos justos para producir castaña oreada para su posterior transformación hasta el siguiente ciclo de aprovisionamiento.

Diseño de Layout en línea

El Layout en línea es la mejor alternativa para el proceso de control de peso y calidad, donde la secuencia de actividades sigue un flujo lineal, donde la materia prima se desplaza en una sola dirección, evitando cruces innecesarios.

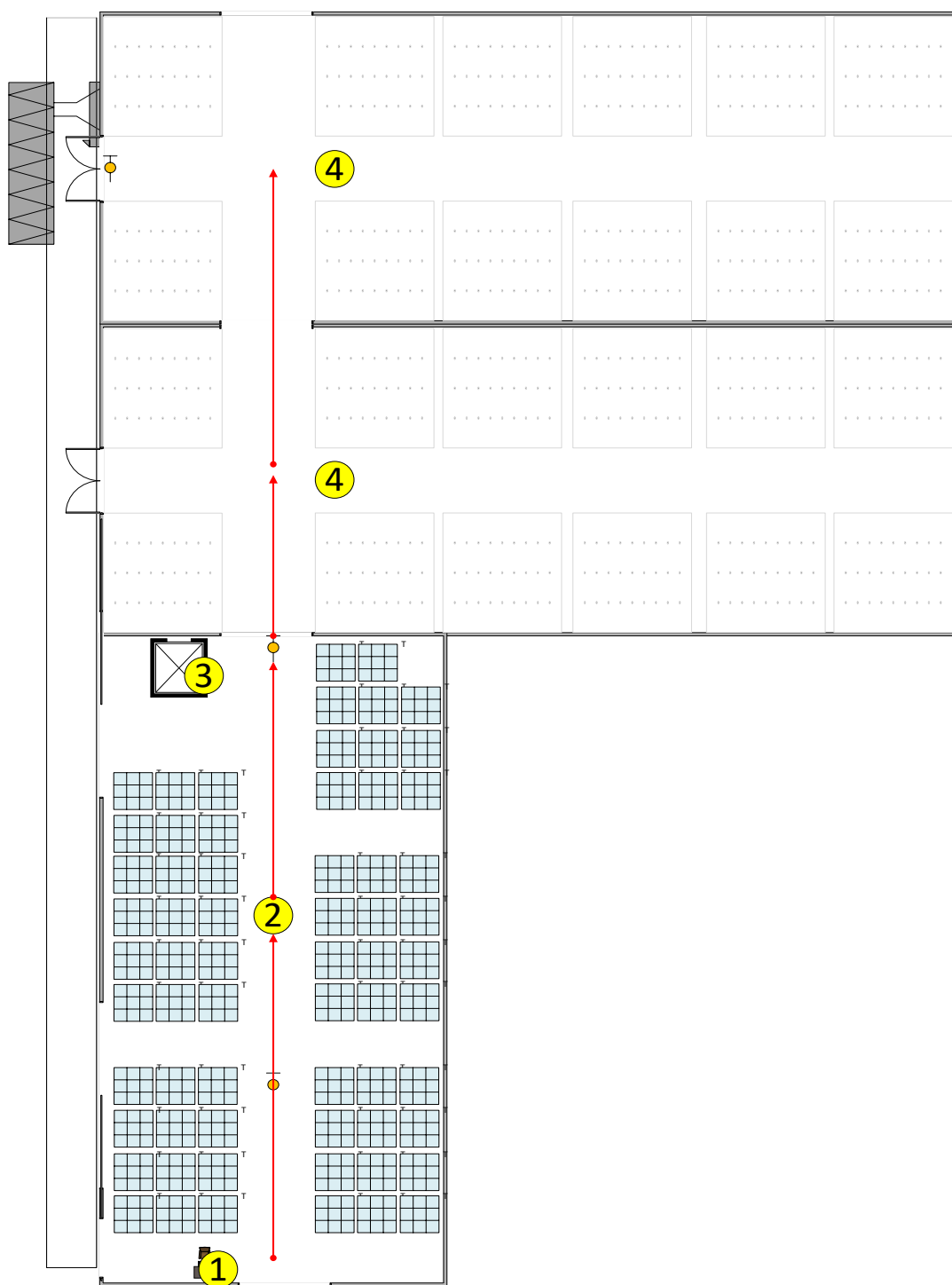


Figura N° 34: Layout futuro

Definición de los elementos propios del Sistema de Tarjetas-Kanban

Existen dos circuitos de información Kanban aplicado al proceso de transformación de la castaña.

primero lo relativo a los requerimientos o solicitudes del cliente que gestiona el área de Abastecimiento.

El segundo lo dirigido hacia las líneas de producción sobre la transformación de la castaña desde la recepción hasta obtener el producto terminado que lo realiza el área de Producción. Este circuito es administrado por el área de producción y nos permite coordinar el ritmo de las operaciones de acuerdo a la programación establecida.

Se implementó una caja de nivelación de Layout en línea para que se colocaran las tarjetas Kanban, con la debida anticipación, en base a la programación de la producción.

El sistema Kanban no solo regula el abastecimiento y la producción, contribuye a la nivelación de la carga de trabajo, al reducir los tiempos de espera.

KANBAN PESAJE Y CONTROL DE CALIDAD			
DE:		Fecha:	
A:		Kanban N°:	
HIA	Proveedor	N° de sacos	Condición

Figura N° 35: Tarjeta Kanban de control de peso y calidad

Tabla N° 17 Beneficios de la aplicación de Kanban

Area	Descrip	Tiem po act (min)	Tiem po desp (min)	Tiem po ahorr (min)	Frec (men sual)	Ahorrr mensu al (min)	Ahorrr men sual (Hr)	Cost/ hora (s/)	Ahorrr anual (s/)	% tiempo de ahorro
control de peso y calidad	Espera de orden de producción	5	2	3.0	25	75.00	1.25	35	262.5	60%
Selecc. fresca	Espera de orden de producción	3	1.5	1.5	22	33.00	0.55	159.3 0	525.69	50%
		8		4.5					788.19	55%

4.3.2. Metodología 5s

La metodología 5s, es una herramienta Lean Manufacturing que es fundamental para mantener espacios organizados, seguros limpios y eficientes, su aplicación en el proceso de transformación de la castaña en CANDELA, Permitió ver *de* manera directa problemas relacionados a la falta de orden y tiempos improductivos.

Con la implementación de esta metodología se logró reducir los desperdicios, así como el tiempo que se pierde en buscar y ordenar la materia prima y producto terminado en los almacenes, organizar los productos por lotes de materia prima y producto terminado, de manera que sea más fácil la identificación y ubicación de productos según procedencia, tipo y lote de proceso para garantizar la trazabilidad y evitar la acumulación de producto en sus diferentes etapas de transformación.

Tabla N° 18: Metodología 5s, diagnóstico y propuesta de mejora

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA/ DESPERDICIO	EFFECTO	JUSTIFICACIÓN
Materias primas y materiales		Los pallets con materia prima y materiales comparten almacén, esto debido a que no existe el orden establecido para los apilamientos. Debido a esto se realiza manipulación de	• Se ordena las áreas delimitando con cintas marcadoras logrando mayor orden y espacio para el desplazamiento de operarios y también el acceso a las materias primas y materiales. • Se elimina la presencia de suciedad en la planta de proceso, en maquinarias, equipos, instalaciones, herramientas, materia prima.
	Desorden de materia prima y materiales con mala ubicación	Desorden de materia prima y materiales innecesaria para poder ubicar la materia prima y abastecer la producción. Esto genera esperas para poder ubicar la materia prima y material necesario. El material no está correctamente identificado, lo que hace que se retrase las operaciones en planta de proceso.	• Los pasadizos de tránsito de ordenan, se observan desocupados y limpios. Esto permite reducir los movimientos innecesarios de los trabajadores los materiales y las materias primas. • La aplicación de esta metodología genera alto impacto en el corto tiempo para el personal, y los procesos en planta. • Esta herramienta Lean Manufacturing mejora la seguridad y la calidad de vida en el área de trabajo.

Primera S: Seiri – Clasificar

Consiste en la identificación, separar y realizar la eliminación del área de trabajo de todos los materiales que no son necesarios para la línea de producción. En pocas palabras consiste en separar lo necesario de lo innecesario para evitar elementos inútiles que son causantes de los 7 grandes desperdicios generados en planta.

Para ello elaboramos una tabla para verificar con la cual se clasificarán los artículos necesarios para el traslado, pesado, muestreo, prueba de corte y extendido de la castaña, caso contrario los artículos innecesarios serán eliminados, ya se requiere espacio optimizar el espacio en los galpones. Del mismo modo se procederá en selección fresco.

Tabla N° 19: Clasificación de artículos necesarios

UBICACIÓN	MATERIA PRIMA/ MATERIALES	NECESARIO	INNECESARIO	JUSTIFICACIÓN
Almacén cuarentena	Castaña en sacos	*		Materia prima para la línea de proceso
	escoba y recogedor	*		para hacer limpieza
	stocka / montacarga	*		para mover y trasladar pallet con castaña
	cilindros		*	entregar a mantenimiento
	parihuelas malogradas		*	entregar a mantenimiento
	Balanza estacionaria	*		herramienta para pesar
	escoba y recogedor	*		para hacer limpieza
Zona de pesaje	stocka / montacarga	*		para mover y trasladar pallet
	cilindros		*	entregar a mantenimiento
	parihuelas malogradas		*	entregar a mantenimiento
Galpones	Castaña amontonada	*		Materia prima para la línea de proceso

	escoba y recogedor	*	para hacer limpieza
	machete	*	para cortar rafias abrir los sacos y vaciar
	Guillotina	*	Hacer el corte de calidad
	Cajón de madera	*	Para calcular el número de barricas
	Pala cuchara	*	Herramienta para extender y batir
	Costales rotos	*	Segregar desechos
	martillo	*	Entregar a mantenimiento
	Maderas astilladas	*	Entregar a mantenimiento
	Baldes de plástico	*	Se utiliza para llenado de sacos
	Guantes de látex	*	Segregar desechos
	Jabas plásticas	*	Se utiliza para colocar la castaña pelada
	Escoba y recogedor	*	Para hacer limpieza
	Castaña no pelada	*	Entregar al proceso de pelado automático
	Sillas	*	Asiento para seleccionadoras
Selección fresca	Parihuelas malogradas de plástico	*	Segregar desechos
	Tableros acrílicos	*	registro datos de proceso
	Sacos de polipropileno	*	Se usa para colocar cascara de castaña
	Balanza electronica	*	Pesado de castaña pelada
	Jabas rotas	*	Segregar desechos
	Recipientes de plástico	*	Entregar a mantenimiento

Una vez que ya se realizó la verificación de los materiales necesarios para el proceso de Control de peso y calidad y Selección fresco en la etapa de producción, se concluye que solo son necesarios 20 artículos.

Los artículos innecesarios fueron enviados a otros almacenes (explicación en Seiton - Ordenar).

Luego se utilizan las tarjetas rojas para identificar lo que no es necesario y definir el lugar de destino, es decir eliminar los materiales que no son necesarias en el proceso de estudio.

Tabla N° 20: Implementación para la colocación de tarjetas rojas.

UBICACIÓN	PROBLEMA	FECHA DE COLOCACIÓN	ACCIÓN	FECHA DE REALIZACIÓN
Almacén cuarentena	Cilindros en almacén cuarentena	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	Parihuelas malogradas en almacén cuarentena	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
Zona de pesaje	Cilindros en almacén pesaje	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	Parihuelas malogradas en almacén pesaje	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
Galpones	Costales rotos en galpón	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	martillo en galpón	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	Maderas astilladas en galpón	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	Desperdicios encima de los sacos de castaña	26/4/2025	Eliminar	26/4/2025
	Castaña no pelada	27/4/2025	Eliminar	27/4/2025
Selección fresca	Parihuelas plásticas malogradas	29/4/2025	Eliminar	29/4/2025
	Jabas rotas	30/4/2025	Eliminar	30/4/2025
	Recipientes plásticos	1/5/2025	Eliminar	1/5/2025

En la etapa de proceso de control de peso y calidad y la etapa de selección fresco se han colocado un total de 12 tarjetas rojas, las cuales al mismo tiempo se registraron en un documento con todos los datos que corresponden.

Segunda S: Seiton – Ordenar

Luego de haber realizado la eliminación de todos los materiales y elementos que no son necesarios mediante la primera “S” en la planta de proceso se implementó la segunda “S”. La finalidad es ordenar los materiales, las materias primas y las herramientas de proceso, para poder disponerlos cuando estos sean necesarios y deben encontrarse en el lugar requerido para su uso, para ello se desarrolla las siguientes acciones.

1. Se ordenaron los almacenes de castaña por lotes, delimitando áreas con cinta demarcadoras, esto ha reducido la manipulación innecesaria y mejoro el abastecimiento en la línea de proceso.
2. Se pudo controlar los niveles de inventarios en recepción de materia prima, se establecieron los niveles de existencia como máximos y mínimos que deben contarse según la necesidad de flujo.
3. Se realizó la identificación visual de materia prima mediante tarjetas rojas visuales y de materiales innecesarios.
4. Se organizaron el almacén de tal manera que se evite los obstáculos para el tránsito de personal materias primas y materiales en línea.

Con las medidas aplicadas CANDELA realizo mejoro la seguridad del personal y asegura que se disponga de lo necesario de materiales y materias primas en la producción.

Tercera S: Seiso – Limpieza e inspección

La tercera “S” Seiso nos permitió mantener las áreas de trabajo de manera higiénica y limpia previniendo la acumulación de suciedad e impurezas y desorden de las áreas operativas. En la planta CANDELA las áreas presentaban deficiencias relacionados a pulcritud para lo cual se aplicó Seiso mediante las siguientes acciones:

- Utilización de tarjetas rojas para poder identificar y limpiar las áreas críticas de la planta, una vez ejecutada las labores estas áreas obtuvieron una imagen de limpieza y orden.
- Se estableció los responsables lean sean los que se encarguen de manera diaria en los almacenes de materia prima.
- Se ha definido la frecuencia de limpieza, antes durante y después del trabajo.
- Para realizar la supervisión y verificación de las áreas se estableció una lista de chequeo de limpieza, lo cual permitió registrar la frecuencia y el cumplimiento de las actividades programadas.

Con la implementación de Seiso se logró mantener las áreas limpias y ordenadas y mejoro la higiene de planta, también hemos fortalecido la disciplina, la responsabilidad compartida entre trabajadores como un equipo, esto también permitió mantener los estándares de calidad inocuidad y seguridad ocupacional en el proceso de transformación de la castaña amazónica.

Tabla N° 21: Implementación para la supervisión de limpieza.

ÁREA	PROBLEMA	FECHA COLOCACIÓN	ACCIÓN	FECHA REALIZACIÓN
ALMACÉN CUARENTENA	Debido al polvo, el piso presenta una capa gruesa de suciedad	27/4/2025	Limpiar	29/4/2025
PESADO Y CONTROL DE CALIDAD	Las parihuelas se encuentran con polvo sucias y los pisos tienen una capa gruesa de acumulación	28/4/2025	Limpiar	30/4/2025
GALPONES	Por causa del polvo, el piso presenta una capa gruesa de suciedad	27/4/2025	Limpiar	29/4/2025
SELECCIÓN FRESCO	Por la caída de nueces el piso se ensucia constantemente	28/4/2025	Limpiar	30/4/2025

Así mismo se implementó un registro para verificar el cumplimiento de limpieza mediante una lista de chequeo visual.

LISTA DE CHEQUEO DE LIMPIEZA			
RESPONSABLE:	FECHA		
DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIÓN
¿Los pisos del área de proceso se encuentran limpios libres de suciedad?			
¿Se ha recogido los desechos de basura de las áreas, almacenes y estaciones de trabajo?			
¿La ubicación de maquinarias, equipos, herramientas y materia prima siguen la distribución del mapa 5S?			
¿Los materiales y materia prima están organizados correctamente?			

Figura N° 36: Registro de la lista de chequeo de limpieza.

Cuarta S: Seiketsu – Estandarizar

Con la implementación de la cuarta “S”, se logró que nuestro personal respete y utilice los procedimientos, los estándares y las normas de higiene de esta manera se convierte la mejora continua en una práctica diaria en el proceso. En la planta de CANDELA para la implementación de Seiketsu se realizaron las siguientes acciones:

- Definición de estándares visuales mediante el uso de cintas marcadoras para delimitar zonas de materias primas.
- Se programaron inspecciones para garantizar los estándares de higiene.
- Establecimos quien supervisa el cumplimiento mediante procedimientos claros.
- Utilización de lista de chequeo de limpieza.
- Se realizó capacitaciones al personal operativo.

Los cambios efectuados en las etapas previas se convirtieron en prácticas sostenibles y se pudieron estandarizar y se pudo lograr un trabajo ordenado

higiénico y eficiente alineado a Lean Manufacturing y requisitos de calidad e inocuidad en el proceso de transformación de la castaña amazónica.

Tabla N° 22: Implementación del pintado para la delimitación de zonas de trabajo.

UBICACIÓN	PROBLEMA	FECHA DE COLOCACIÓN	ACCIÓN	FECHA DE REALIZACIÓN
Galpones	El espacio que ocupa la castaña no está delimitado	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	La ubicación de castaña según su condición no está definida	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	La vía de traslado no está delimitada	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	La ubicación de herramientas no está definido y delimitado	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	El espacio que ocupa los pallets no está delimitado	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	La ubicación de castaña según su condición no está definida	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	La vía de traslado no está delimitada	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
Almacén cuarentena	Los equipos y maquinarias no tienen delimitación	27/4/2025	Pintar	27/4/2025
	La vía de traslado no está delimitada	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
	El espacio que ocupa las jabas no está delimitado	26/4/2025	Pintar	26/4/2025
Selección fresca	Los equipos y maquinarias no tienen delimitación	27/4/2025	Pintar	27/4/2025
	La vía de traslado no está delimitada	26/4/2025	Pintar	26/4/2025

Quinta S: Shitsuke – Disciplina

Shitsuke es la etapa que nos aseguró la sostenibilidad en el tiempo de todas las mejoras implementadas mediante la aplicación de las cuatro “S” iniciales en esta etapa no se utiliza el uso de las tarjetas rojas, aquí es importante el compromiso y los hábitos que adquieren el personal de trabajo que tenga el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y orden previamente desarrollados, además es la “S” más importante, debido a que, una vez realizada todas las mejoras en almacenes y área de producción, hay que mantener en el tiempo las metas alcanzadas.

En la empresa CANDELA la implementación de shitsuke se realizó las siguientes acciones:

- Se elaboro un plan de limpieza diario donde se señalan las áreas a limpiar la frecuencia y materiales a utilizar.
- Se asigno a responsables lean para la ejecución y supervisión de la limpieza con responsabilidades claras.
- Se realizo una lista de chequeo que permite monitorear los cumplimientos y actividades.
- Se capacito al personal y se reconoció las buenas prácticas mediante la participación de los trabajadores de manera activa de los trabajadores en la mejora continua.

Para ello, se ha realizado un plan para saber qué se tiene que limpiar por día y qué herramientas o utensilios deben utilizarse.

Proceso:	Respuesta		Observación
	Sí	No	
Fecha:			
ELIMINAR Y CLASIFICAR			
¿Hay acumulación de materia prima?			
¿Hay objetos personales innecesarios en el lugar?			
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en el lugar?			
¿Hay restos de la señalización en mal estado?			
¿Hay documentación innecesaria en el lugar?			
ORDENAR			

¿Están en su ubicación los materiales de proceso?			
¿Están señalizados los elementos móviles del proceso?			
¿Está libre de obstáculos el acceso a los tableros eléctricos?			
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?			
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?			
LIMPIEZA E INSPECCIÓN			
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?			
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?			
¿Están los tableros eléctricos cerrados?			
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?			
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?			
ESTANDARIZAR			
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?			
¿Están identificados los materiales del proceso?			
¿Está la documentación estándar del proceso actualizada?			
¿Se aplica la gestión visual en el lugar de trabajo?			
¿El personal que realiza las actividades conoce los instructivos?			
DISCIPLINA			
¿Se cumple el plan de limpieza?			
¿Se realiza el plan de auditoría?			
¿Se realiza la actualización del plan de acción?			
¿Se respetan las delimitaciones del piso?			
¿Se mantiene limpia y ordenada la línea de proceso?			

Figura N° 37: Registro de inspección para el cumplimiento de 5 s.

Beneficios de la aplicación de las 5s

- Disminuye el movimiento y el traslado innecesario gracias al orden y limpieza cada cosa se encuentra en su lugar y los desplazamientos son más directos
- Reduce el tiempo de búsqueda de materiales indispensables: por el orden los elementos necesarios se encuentran en lugar fijo, cerca de su área de trabajo a la vista de la persona que lo requiera
- Mejor aprovechamiento del tiempo laboral. El ahorro de minutos en búsqueda traslados se traduce en un mejor rendimiento de la mano de obra del personal volviéndose más productivo sin esperas.

Tabla N° 23, beneficios de la aplicación de las 5s

Descripción	Tiempo actual (min)	Tiempo después (min)	Tiempo de ahorro (min)	Recur rencia (vece s/mes)	Ahorro mensu al (horas)	Costo /hora (s/)	Ahorro económi co anual (s/)	% tiemp o de ahorr o
Espera por búsqueda de pallets de castaña para pesado	8	4	4.0	440	29.33	6.25	1100	50%
Llevar los pallets con castaña del pesado a almacén de oreado	10	7	3.0	440	22.00	6.25	825	30%
Espera de la llegada de castaña a faja de selección fresco	5	3	2.0	275	9.17	6.25	343.75	40%
Llevar las jabas con castaña a siguiente proceso	30	20	10.0	160	26.67	6.25	1000	33%
	53.0		19.0				3268.75	36%

4.3.3. Metodología SMED

Para un adecuado análisis se grabó el proceso de control de peso y calidad que incluyó todas las operaciones desde la culminación del último.

Identificar las actividades en las que se divide el modelo

El primer paso a realizar consistió en observar detenidamente en situ las actividades que se desarrollan en el proceso de control de peso y calidad, se apuntaron las distintas operaciones o actividades, el personal que las realizó y el tiempo que le tomó realizarla.

Estas actividades se fueron listando de forma secuencial, obteniéndose como resultado un cronograma de las actividades y su respectivo tiempo dedicado para ejecutar el pesaje y corte de materia prima para determinar el número de barricas y el porcentaje de defectos.

Separar las actividades de preparación internas de las externas

Una vez enumeradas todas las actividades, se identificaron cuáles de estas actividades se realizaron con la máquina en operación o marcha (MM) o con la máquina parada (MP). Las MM son operaciones externas y las MP son operaciones internas.

Convertir las actividades de preparación internas en externas

Se trata de cambiar las actividades que se realizan con la máquina detenida o parada a actividades que se puedan realizar con la máquina en operación o marcha.

Después del análisis del equipo (Kaizen SMED) se llegó a la conclusión de que las siguientes actividades internas podían ser convertidas a externas:

- Registrar el peso por parihuela y mientras el operador realiza otras operaciones, termina
- Realizar el vaciado de los sacos mientras se continua con el pesado y separación de muestra para el corte correspondiente.

Reducir las actividades internas

En aquellas tareas con la máquina parada donde no es posible hacerlas con la máquina en marcha, se intentó reducir al máximo posible el tiempo dedicado al cambio. Para esto se realizó una tormenta de ideas (brainstorming) entre los miembros o integrantes del equipo (Kaizen SMED) para hallar alternativas a la manera actual con que se vienen realizando las diferentes actividades en el cambio para así reducir su tiempo.

Dentro de las alternativas que se eligieron tenemos:

- Se colocaron instrucciones visuales claras y sencillas para que cualquier personal que vaya a operar la máquina no tenga mayores dificultades en la preparación de la misma.
- Se capacitó al ayudante para que apoye en las actividades de retiro y colocación de los piezas o materiales en la preparación mecánica del equipo.

Aumentar las actividades externas

Se listan los ejemplos donde se aumentaron las actividades externas:

- Se utilizó el mayor número de tiempo en actividades externas para buscar materiales y herramientas sin parada de máquina. También se implementó un estante móvil para herramientas.
- El ayudante se encargó de las operaciones de la producción anterior (revisar orden de producción y recontar para terminar el lote) y se le brindó un entrenamiento básico para apoyar con las operaciones de: hacer el muestreo, corte y determinar % de defectos y N° de barricas.

4.4. Evaluación del impacto económico para SMED

En este espacio se analizaron los costos y beneficios producto de las metodologías propuestas, y se consideran los siguientes aspectos:

los costos generados por la implementación de las metodologías, se detallan los gastos por adquisición de equipos y materiales y recursos humanos y administrativos necesarios.

Los ahorros o beneficios económicos directos, que son los ahorros generados por la reducción de desperdicios, optimización al usar los recursos, el incremento de productividad y la disminución de tiempos de procesos.

Los beneficios económicos indirectos como la mejora de calidad de los productos, la satisfacción de clientes, la reducción de reprocesos y la competitividad en el mercado.

Se presentó un flujo de caja con el total de las implementaciones para verificar la viabilidad económica de las mismas.

Tabla N° 24 beneficios de la aplicación del SMED

Descripción	Tiempo actual (min)	Tiempo después (min)	Tiempo de ahorro (min)	Reurrencia (veces /mes)	Ahorro mensual (horas)	Costo/hora (s/)	Ahorro económico anual (s/)	% tiempo de ahorro
Parada por ubicar pallets con castaña para pesado	8	3	5.0	220	18.33	5.04	554.4	63%
parada por cambio de tamices en máquina de pelado para selección fresco	17	10	7.0	44	5.13	5.04	155.232	41%
	25.00		12.00					48%

4.4.1. Beneficio–Costo por la implementación

Cuando se realizó la implementación de las metodologías se generaron inversiones tangibles e intangibles. Necesarias para garantizar su correcta aplicación y sostenibilidad en el tiempo.

Costo tangible fijo

Los costos que son tangibles fijos, corresponden a inversiones de materiales que se han dispuesto para la implementación. Incluyen insumos herramientas y materiales necesarios requeridos para la operatividad del sistema.

Tabla N° 25: Costo fijo tangible para la implementación de Lean Manufacturing.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Escoba	10	15	150
Recogedor	10	10	100
Paño microfibra	50	2	100
Lejía clorox	20	7.5	150
Detergente	2	85	170
Balde	4	30	120
Jalador	6	8	48
Guantes	6	10	60
Alcohol	20	9.5	190
Hidro lavadora	1	680	680
Pintura alto tránsito	2	48	96
Señaléticas	10	10	100
Carteles	5	25	125
Micas	20	0.5	10
Formatos	40	0.1	4
Tarjetas	300	0.3	90
Pizarras blancas	2	60	120
Cinta métrica	1	35	35
Cintas demarcatorias	2	35	70
Total			2418

Costo fijo intangible

Las inversiones intangibles que se han realizado corresponden recursos o inversiones no materiales que se realizaron durante la implementación de Lean Manufacturing en el proceso de transformación de la castaña como son

las horas de trabajo invertido por el personal, capacitaciones, en conclusión, son inversiones en capital humano y en conocimiento organizacional.

Estos costos son esenciales no solo para lograr la implementación de las mejoras si no para que esto se mantenga en el tiempo y se integre como parte de cultura de trabajo en la planta de proceso de CANDELA.

Tabla N° 26: Costo fijo intangible para la implementación de Lean Manufacturing.

Descripción	Horas semanales	Semanas	Costo por hora	N° de personas	Costo Total
Jefe de planta	24	4	12.91	1	1239.36
Supervisor de producción	24	4	8.75	1	840.00
Analista de control de calidad	24	4	8.75	1	840.00
Operario líder	24	4	7.08	1	680.00
Investigador	24	4	27.5	1	2640.00
Total					6239.36

Beneficios de la implementación de las metodologías.

La implementación de las metodologías genera un beneficio económico reduciendo los desperdicios, aumentando la productividad, mejora en la calidad del producto terminado, y en la optimización de los recursos, el tiempo empleado para ejecutar las actividades dentro del proceso de transformación de la castaña. Generando una rentabilidad económica y operativa para la organización.

Beneficios en la etapa de control de peso y calidad

La implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de control de peso y calidad permitió identificar y reducir actividades que no agregaban valor, principalmente relacionadas con tiempos de espera, búsqueda de materiales y desplazamientos innecesarios.

Tabla N° 27: Beneficios en la etapa de control de peso y calidad por implementación de Lean Manufacturing.

Control de peso y calidad							
Descripción	Tiempo actual (min)	Tiempo después (min)	Tiempo de ahorro (min)	Frecuencia (mensual)	Ahorro mensual (horas)	Costo/hora (s/)	Ahorro económico anual (s/)
Espera de orden de producción	5	2	3	25	1.25	35	262.5
Buscar y ubicar producto a pesar	4	2	2	225	7.5	8.75	393.75
Trasladar hacia balanza	5	2	3	440	22	8.75	1155
Trasladar hacia zona designada	4	1.5	2.5	440	18.33	6.25	687.50
Espera de llegada de MP a galpón	8	6	2	440	14.67	31.25	2750
Total							5248.75

Beneficios en el proceso de selección fresco.

La aplicación de Lean Manufacturing en la etapa de selección fresco nos permitió que se pueda reducir los tiempos que no agregan valor al producto, asociados principalmente a retrasos, rechazos y deficiencias en la organización de recursos.

Tabla N° 28: Beneficios en el proceso de Selección fresco por implementación de Lean Manufacturing.

Selección fresca							
Descripción	Tiempo actual (min)	Tiempo después (min)	Tiempo de ahorro (min)	Frecuencia (mensual)	Ahorro mensual (horas)	Costo/hora (s/)	Ahorro económico anual (s/)
Espera de orden de producción	3	1.5	1.5	22	0.55	159.30	525.69
Encender máquinas y organizar el personal	5	3	2	42	1.40	159.30	1338.12
Pérdida de tiempo por rechazos	5	3	2	42	1.40	31.86	267.62
Pérdida de tiempo por flujo lento	10	5	5	40	3.33	60.00	1200.00
Pérdida de tiempo por falta de personal	8	4	4	15	1.00	60.00	360.00
Pérdida de tiempo por acumulación de producto	12	5	7	12	1.40	75.00	630.00
Total							4321.43

En términos de economía, la optimización del proceso de selección fresco representa un ahorro anual de S/4321.43 producto de la conversión de horas de trabajo ahorradas en costos. Este resultado valida la eficacia de Lean Manufacturing en la identificación y eliminación de los desperdicios y la generación de valor en actividades críticas para la productividad de la planta.

4.4.2. Flujo de caja y factibilidad de la implementación.

Para realizar la evaluación de la factibilidad en materia económica de la implementación de Lean Manufacturing en la empresa CANDELA se consideró un horizonte de una campaña (3 años), sobre esta base se elaboró un flujo de caja, considerando inversiones iniciales y los beneficios económicos obtenidos en los procesos de control de peso y calidad y selección fresco, los cuales representan los principales focos de mejora.

El análisis comparativo de costo-beneficio evidencia que, si bien la implementación requirió una inversión tangible e intangible inicial, los ahorros generados en términos de reducción de tiempos improductivos, optimización de la mano de obra, disminución de rechazos y mayor continuidad del flujo de trabajo superan significativamente los costos asumidos.

A través del flujo de caja proyectado, se calcularon los indicadores financieros de rentabilidad, tales como:

- Valor Neto Actual (VAN): indica la creación de valor económico positivo para la empresa al descontar los flujos de beneficios futuros.
- Tasa de Retorno Interno (TIR): Supera la tasa de costo de oportunidad, confirmando la rentabilidad de la implementación.
- Periodo de Recuperación: Se estima un retorno de la inversión en corto plazo, lo que asegura la sostenibilidad del proyecto.

La implementación de Lean Manufacturing para la empresa CANDELA demuestra ser económicamente viable, al generar beneficios cuantificables que fortalecen la competitividad, mejoran la eficiencia operativa y consolidan la sostenibilidad de la organización en el mediano plazo.

Tabla N° 29: Flujo de caja beneficio-costo.

Flujo de caja				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Costos				
Inversión	8657.36			
Costo por mantenimiento	0	300	300	300
Total, costos	8657.36	300	300	300
			Total, Anual	
Ingresos		Beneficios por Implementación		
Control de peso y calidad	0	5248.75	5248.75	5248.75
Selección fresca	0	4321.43	4321.43	4321.43
Total, ingresos	0	9570.18	9570.18	9570.18
Flujo	-8657.36	9270.184	9270.18	9270.18
		Total, Anual		19153.19

Análisis de flujo de caja costo

Al analizar el flujo de caja proyectado, es posible determinar si sería rentable implementar mejoras en el proceso de transformación de la castaña amazónica en la empresa CANDELA.

En el Año 0, se observa un gasto inicial de S/ 8,657.36 como la inversión requerida para comenzar a implementar las mejoras propuestas de Lean Manufacturing. A partir del Año 1, solo habría costos de mantenimiento (S/ 300 anuales) como costo fijo de transacciones de una operación eficiente con bajos costos variables.

Por el lado de los ingresos, los beneficios derivados de la implementación de herramientas Lean en los procesos de Control de peso y calidad (S/ 5,248.25 anuales) y Selección fresco (S/ 4,321.43 anuales) generan un ingreso total recurrente de S/ 9,570.18 a partir del primer año.

De esta manera, el flujo neto anual a partir del Año 1 asciende a S/ 9,270.18, lo que evidencia una rápida recuperación de la inversión inicial. El flujo acumulado total en tres años, luego de descontar los costos de inversión y mantenimiento, alcanza un valor positivo de S/ 19,153.19, confirmando la rentabilidad de la propuesta.

Desde un punto de vista económico, los resultados de la evaluación revelan que la implementación de las mejoras es rentable porque recupera su inversión en menos de un año de operación. Además, la estabilidad en los ingresos proyectados ayuda a proporcionar una perspectiva de retorno favorable a corto plazo, beneficiando la vida económica de la planta.

De esta manera el beneficio neto anual es de S/ 9,270.18 lo que nos permite recuperar nuestra inversión inicial en el primer año.

Las ganancias de adoptar Lean Manufacturing se estimaron como ahorros económicos, es decir, ingresos retornados representados en flujos de caja proyectados que la empresa volverá a apropiarse.

Los indicadores financieros principales son:

Costo (Anual): S/. 300.00

Beneficio (Anual): S/. 9,270.18

$$B/C: \text{Relación de Beneficio-Costo: } \frac{B}{C} = \frac{19,153.19}{8,657.36} = 2.21$$

De esta relación de Beneficio-costo se aprecia que por cada s/ 1,00 sol invertido se percibe un ingreso de s/ 2.21.

En la tabla N°30, se muestra la viabilidad de la implementación de Lean Manufacturing a un costo de oportunidad de capital del COK 12%.

Tabla N° 30: Viabilidad de la implementación de Lean Manufacturing.

Descripción	Valor
COK (Costo de Oportunidad de Capital)	12%
VAN (Valor Actual Neto)	S/ 13,608.06
TIR (Tasa Interna de Retorno)	91.93%

Donde:

- COK= 12%
- **VAN** = S/ 13608.06 > 0
- **TIR** = 91.93 % > COK = 12%

El COK (costo de oportunidad de capital), para el presente proyecto CANDELA calculo como la tasa mínima de rendimiento que espera obtener, por la inversión en el proyecto, considerando los riesgos y sus alternativas de inversión disponibles que cuenta.

El proyecto no solo recupera su inversión en el primer año, sino que además mantiene flujos constantes y robustos. La TIR cercana al 91.93 % indica que es un proyecto muy atractivo financieramente. El VAN alto y la relación B/C > 1 reafirman la viabilidad económica de implementar las mejoras.

Por lo tanto, estos resultados indican que el impacto económico por la implementación de la metodología Lean Manufacturing en la empresa CANDELA es viable.

Aquí tienes los resultados financieros del **flujo de caja (3 años, Tabla N° 28)**:

- **Valor Actual Neto (VAN):** S/ 13,608.06 (positivo, lo que confirma la creación de valor).
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** 91.93 %, muy superior al 12 % de tasa de descuento asumida, lo que evidencia una alta rentabilidad.
- **Periodo de Recuperación: 1 año**, ya que la inversión inicial se recupera completamente en el primer año de operación.

En conclusión, el proyecto es financieramente viable, con una recuperación rápida y un retorno muy favorable respecto a la inversión realizada.

Discusión de resultados.

La implementación de Lean Manufacturing en el proceso de transformación primaria de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la empresa CANDELA muestra los resultados económicos bastante favorables, con un VAN de S/ 13,608.06 y una TIR de 91.93%, los dos son superiores al COK (12%), lo que valida la rentabilidad y la viabilidad del proyecto.

Así mismo Los resultados demuestran los impactos positivos en la eficiencia de las operaciones, reduciendo los desperdicios y optimizando los procesos, con este resultado se acepta la hipótesis de la investigación. Asimismo, los resultados son coherentes con la investigación de Ramos (2012), que aplicó 5s y mantenimiento autónomo como herramientas Lean Manufacturing para mejora de procesos demostrando la viabilidad de su proyecto con un VAN FCE de S/: 141 505,05 > 0 y un TIR FCE de 34,13% > COK.

Si bien ambos estudios evidencian la viabilidad económica es importante mencionar que mientras Ramos (2012) realizó en la línea de fideos, la presente investigación se realizó en castaña amazónica un contexto agroindustrial distinto y propio de la región de madre de Dios.

La aplicación de la herramienta 5S en la investigación ha reducido significativamente los tiempos que no agregan valor al producto, y se ha logrado la disminución del 50% en las pérdidas de tiempo de búsqueda, un 30% por los tiempos de traslados, un 40% en tiempos de espera y un 33% en el traslado.

Las mejoras muestran que los flujos se optimizan operativamente, así como las eficiencias de esta manera se confirma la efectividad de la herramienta 5s de Lean Manufacturing para el proceso de producción de la castaña. En base a los resultados, queda demostrado que la implementación de Lean Manufacturing contribuye significativamente a la mejora de las operaciones en

la empresa CANDELA. Asimismo, estos hallazgos presentan similitud con el estudio de Ávila y Del Carpio (2021), quienes indican mediante reporte el aumento de la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean en un contexto industrial distinto, y de acuerdo a esto podemos mencionar, que Lean Manufacturing es una estrategia adaptable y viable para la optimización de los procesos en diversos rubros, incluido el sector agroindustrial.

Con relación a reducir el Lead time, los resultados se muestran con la implementación del sistema Kanban que permitió la disminución en un 55 % el tiempo de espera por cada orden de producción, también genera ahorros de 75 minutos al mes en el proceso y 33 minutos para el proceso de selección fresco, esto mejora el flujo del proceso productivo.

Los resultados reflejan una mayor sincronía de las etapas, y se reduce los cuellos de botella y la gestión se hace más eficiente para el flujo de materiales mediante el control visual de la producción.

Por lo señalado, confirmamos que la metodología Lean Manufacturing contribuye significativamente a la mejora de las operaciones en la empresa CANDELA.

Cabe señalar que los resultados guardan similitud con el estudio de Ávila y del Carpio (2021), quienes reportaron como resultados las reducciones de los tiempos de ciclo y aumento de la eficiencia operativa con Lean Manufacturing esto en un contexto distinto, por lo que podemos indicar, que Kanban es una herramienta eficiente y se puede adaptar para reducir los tiempos improductivos y optimizar los procesos tanto industriales como agroindustriales.

Los resultados muestran que aplicando SMED permitió identificar de manera sistemática y diferenciar las actividades internas y externas del proceso de cambio, aquí logramos la reducción de 12 minutos diarios que equivalen a un 48 % del tiempo de preparación. Esta disminución significativa de los tiempos improductivos que no agregan valor, mejora la eficiencia operativa, e incrementa la disponibilidad de los equipos y esto contribuye al aumento de la productividad de la planta.

CONCLUSIONES

- El uso de herramientas de análisis de procesos permitió identificar las causas críticas los cuales generaron impactos negativos en la producción y plantear las contramedidas a través de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing el Kanban, 5S y SMED, que lograron reducir los desperdicios encontrados.
- Haciendo el análisis Beneficio – costo se logró determinar la viabilidad de la implementación de Lean Manufacturing en la empresa CANDELA con un VAN de S/: S/ 13,608.06 > 0 y un TIR de 91.93% que son valores superiores al COK = 12%, que genera beneficios para la empresa, el proyecto es económicamente viable y altamente rentable.
- Con la implementación de Kanban se logró reducir el tiempo de espera por orden de producción en un 55 % y el tiempo de ahorro en el proceso al mes fue de 75 minutos, y en el proceso de selección fresco se logró ahorrar 33 minutos mejorando la fluidez del proceso.
- Con la implementación de las 5S en el proceso de control de peso y calidad permitió reducir en 50% las pérdidas de tiempo por búsqueda de pallets de castaña, disminuir en 30% el tiempo de traslado de los pallets con castaña del pesado al oreado, 40% el tiempo de espera de llegada de castaña pelada hacia la faja de selección fresco, 33% el tiempo de llevar jabas con castaña al siguiente proceso.
- Con la implementación de SMED se logró identificar las actividades internas y externar, además permitió reducir en 12 minutos diarios en el tiempo de cambio, representando el 48% de tiempo de ahorro reduciendo casi a la mitad el tiempo de cambio y contribuyendo a una mayor productividad y disponibilidad de los equipos en la planta.

SUGERENCIAS

- Consolidar la metodología Lean Manufacturing en la organización, fortaleciendo la capacitación continua en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, al personal de manera continua de modo que su implementación se convierta en parte de la cultura organizacional.
- Extender la aplicación de la metodología Lean Manufacturing a otros procesos de la línea de castaña y otras áreas de la organización. Lo cual nos permitirá mejorar la eficiencia integral de los procesos, reducir los desperdicios e incrementar el valor agregado en las operaciones de la empresa.
- Fomentar el compromiso de toda la organización con el proceso de cambio, involucrando a todos los niveles jerárquicos de la empresa en la aplicación e implementación de la metodología Lean Manufacturing, asegurando el compromiso de la alta dirección y el compromiso operativo en la mejora continua.
- Hacer seguimiento a las herramientas Lean Manufacturing implementadas mediante inspecciones y auditorías internas por el área de operaciones, para medir el progreso de la implantación de la filosofía Lean de mejora continua.
- Aplicar la metodología de Lean Manufacturing en otros rubros y sectores productivos de la región madre de Dios, con el propósito de optimizar los procesos organizacionales, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia integral en las organizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMJAD, M.S., RAFIQUE, M.Z. y KHAN, M.A., 2021. Leveraging Optimized and Cleaner Production through Industry 4.0. *Sustainable Production and Consumption* [en línea], vol. 26, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 23525509. DOI 10.1016/j.spc.2021.01.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352550921000014>.
- ARROYO, P.N.A., 2018. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica [en línea]. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9778>.
- AVILA, S.P.E. y DEL CARPIO, G.R.A., 2021. *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de empaquetado de una empresa comercializadora de alimentos en conservas* [en línea]. Tesis. Lima: Universidad Ricardo Palma. [consulta: 22 julio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4828>.
- BRAVO, C.J., 2011. *Gestión de procesos (Alineados con la estrategia)*. 4. Santiago de Chile: Editorial Evolución S.A. vol. 4. ISBN 978-956-7604-20-3.
- BRAVO, F.J.A., 2023. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, vol. 26, no. 1, ISSN 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v26i1.24580.
- CARNEIRO GUEDES, M., DA COSTA, P., VOLKMER DE CASTILHO, C., FERREIRA FRAZÃO, R., MILHEIRAS, S.G. y PAIXÃO DE SOUSA, W., 2023. Serviços ecossistêmicos da floresta com castanheiras e serviços ambientais prestados pelos agroextrativistas – manejadores e guardiões da floresta em pé. [en línea], [consulta: 4 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/373923656>.
- CORVERA, G.R., SURI, P.W., DEL CASTILLO, T.D. y CUSI, A.E., 2014. La Castaña Amazónica Regalo de la Biodiversidad. [en línea]. Lima: [consulta: 10 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp->

content/uploads/sites/6/2013/10/Publicaci%C3%B3n-
CASTA%C3%91AS-compressed.pdf.

CUATRECASAS, L., 2017. *Ingeniería de procesos y de planta*. 1. Barcelona: Profit Editorial I., S.L. vol. 1. ISBN 978-84-16904-01-3.

DAZA, M.D.P., 2021. *Diseño de una propuesta para mejorar el proceso productivo en la empresa Manufacturas para Cereales S.A mediante herramientas Lean Manufacturing* [en línea]. Tesis. Bogotá: Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano. [consulta: 22 julio 2024]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/24620?locale-attribute=pt>.

FLORES, C.M. y MORALES, C.B., 2018. *Factores críticos para la exportación de castaña pelada de Madre de Dios Perú hacia Corea del Sur desde el 2014 hasta 2017* [en línea]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/624424>.

FURR, A.K., LAURENCE, H., M., LEIGH, E., St.J., GUTENMANN, W.H., PAKKALA, I.S. y LISK, D.J., 1979. Elemental Composition of Tree Nuts. *Bull. Environm. Contain. Toxicol* [en línea]. S.I.: [consulta: 6 marzo 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/444731/>.

GARATE, Q.J., USCA, M.M., HERRERA, M.M. y ALARCÓN, A.G., 2022. Efecto del espaciamiento de plantación en la morfometría de copa de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castaña) en la Amazonía Peruana. *Información tecnológica*, vol. 33, no. 3, DOI 10.4067/s0718-07642022000300179.

GARCÍA, L.C., 2018. *Crecimiento de plántulas de Castaña (Bertholletia excelsa Hum & Bonpl.) en relación a la distribución de las almendras en el pixidio de árboles cultivados y bosque natural* [en línea]. Para optar al Título Profesional de Ingeniera Forestal y Medio Ambiente. Puerto Maldonado: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS. [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14070/418>.

HERNÁNDEZ, M.J.C. y VIZÁN, I.A., 2013. *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación* [en línea]. 1. Madrid: s.n. [consulta: 21 febrero 2024]. vol. 1. ISBN 978-84-15061-40-3. Disponible en:

<http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/Lean-Manufacturing-concepto- técnicas-e-implantación>.

LINARES, M.E.C., HUAMAN, C.M. y VILLAFUERTE, S.S., 2020. Desarrollo de la exportación de castaña pelada de Madre de Dios Perú al mercado de Estados Unidos. *Kallpay* [en línea], vol. 3, Disponible en: <https://www.census.gov>.

LUIS, A.A.P., 2022. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa dedicada a la fabricación de botellas de plástico pet empleando herramientas de Lean Manufacturing* [en línea]. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. [consulta: 25 julio 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25414>.

MIDAGRI, 2021. Recursos forestales no maderables. [en línea]. S.l.: [consulta: 25 julio 2024]. Disponible en: <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1259/1/Recursos%20No%20Forestales%20Jul2021.pdf>.

MOTTA, M.M., 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. lecythidaceae) in eastern Amazonia. *Ministerio del Medio Ambiente / Brasília* [en línea], [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/312604283>.

MUÑOZ, G.J.A., ZAPATA, U.C.A. y MEDINA, V.P.D., 2022. *Lean Manufacturing Modelos y herramientas* [en línea]. 1. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. [consulta: 21 febrero 2024]. vol. 1. ISBN 978-958-722-636-2. Disponible en: <https://doi.org/10.22517/9789587226003>.

PAIVA, L.C., GUEDES, M.C., FERREIRA, D.Q., RODRIGUES, E.G., MACHADO, F.P. y FERNANDES, C.P., 2023. Preparation of nut-based milk alternative: evaluation of an Amazonian nut (*Bertholletia excelsa*) beverage with annatto nanodispersion. *Food Chemistry Advances* [en línea], vol. 3, [consulta: 14 julio 2024]. ISSN 2772753X. DOI 10.1016/j.focha.2023.100506. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23003271>.

QUIÑONES, A.J. y HEBER, N.G., 2012. Determinación de árboles de *Bertholletia excelsa* «castaña», candidatos a semilleros en una concesión

- castañera, distrito de Las Piedras, región Madre de Dios. *Ministerio del Ambiente. Dirección General de Investigación e Información Ambiental* [en línea], [consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/514>.
- RAJADELL, C.M. y SÁNCHEZ, G.J.L., 2010. *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad* [en línea]. 2. Madrid: Díaz de Santos. [consulta: 28 febrero 2024]. vol. 2. ISBN 978-84-7978-515-4. Disponible en: https://www.academia.edu/28685140/Lean_Manufacturing_La_Evidencia_de_Una_Necesidad.
- RAMOS, F.J.M., 2012. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta* [en línea]. Tesis para optar el Título de Ingeniería Industrial. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Disponible en: http://www.scotiabank.com.pe/i_financiera/pdf/sectorial/20090428_sec_es_Farinaceos.pdf.
- ROSALES, E.R., 2020. Valorización económica ecológica de árboles de *Bertholletia excelsa* por el método producción-daños en Madre de Dios (Perú). *Revista Forestal del Perú*, vol. 35, no. 1, ISSN 0556-6592. DOI 10.21704/rfp.v35i1.1476.
- SANTIAGO, H., 2018. *Herramientas para la gestión de calidad* [en línea]. 1. España: Editorial Círculo Rojo. vol. 1. ISBN 9788491942559. Disponible en: www.conlicencia.com;
- SOTERO, S.V.E., MONTEIRO, U., MERINO, Z.C., MACO, M., DAVILA, E. y GARCIA, D.S.D.E., 2011. Estabilidad fisicoquímica de las semillas deshidratadas de castaña (*Bertholletia excelsa*). *Folia Amazónica*, vol. 20, no. 1-2, ISSN 1018-5674. DOI 10.24841/fa.v20i1-2.353.
- TITMARSH, R., ASSAD, F. y HARRISON, R., 2020. Contributions of lean six sigma to sustainable manufacturing requirements: An industry 4.0 perspective. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 90, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2020.02.044. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120301566>.

- VARGAS, C.E.L. y CAMERO, J.J.W., 2021. Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, vol. 24, no. 2, ISSN 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v24i2.19485.
- VILLACHICA, Hugo, 1996. *Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonia*. Lima: s.n.
- WIDIWATI, I.T.B., LIMAN, D.S. y NURPRITHATIN, F., 2024. The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, ISSN 23071885. DOI 10.1016/j.jer.2024.01.022.
- WIDIWATI, I.T.B., LIMAN, S.D. y NURPRIHATIN, F., 2024. The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research* [en línea], [consulta: 13 Marzo 2024]. ISSN 23071877. DOI 10.1016/j.jer.2024.01.022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187724000221>.
- WILLEM, H. V., INGRAM, V.J. y GUARIGUATA, M.R., 2019. Las concesiones forestales de castaña de la Amazonía peruana: ¿un éxito o un fracaso? *CIFOR infobrief* [en línea], [consulta: 10 marzo 2024]. DOI 10.17528/cifor/007361. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Dropbox/PC/Downloads/InfobriefConcesionescastaeras.pdf>.
- ZUIDEMA, P.A., 2003. *Ecología y manejo del árbol de Castaña (Bertholletia excelsa)* [en línea]. 6. Riberalta: Programa Manejo de Bosques de la Amazonía boliviana. [consulta: 5 marzo 2024]. vol. 6. ISBN 9039333890. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/46646069>.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Variable independiente				
Lean Manufacturing (Herramienta de gestión de procesos que busca mejorar del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto)	Lean Manufacturing (Herramienta de gestión de procesos para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (<i>Bertholletia excelsa hbk</i>) en la empresa CANDELA)	Metodología Kanban	Tiempo de ejecución de tareas/ ciclos	¿En cuánto tiempo se ejecutan las tareas?
		Metodología 5S	% de cumplimientos	¿En qué medida se cumplen con orden y limpieza?
		Metodología SMED	Tiempo de preparación para cambios	¿El abastecimiento en la línea de producción es constante?
		Metodología TPM	Número de fallas máquina/ Número de paradas máquina	¿En qué medida se dan las paradas de planta?
		Metodología Jidoka	Número de productos defectuosos	¿En qué medida se presentan los defectos por lote producida?
Variable dependiente				
Herramienta de análisis de proceso (conjunto de técnicas para identificar oportunidades de mejora)	Cómo se utiliza la herramienta de análisis de proceso para medir una variable	Pareto, causa efecto, VSM y DOP	Diagrama	¿Cuáles son las herramientas de análisis de proceso?

Costo de producción (es la suma de todos los recursos utilizados para obtener el producto terminado)	Los recursos utilizados se muestran mediante indicadores	Costos directos e indirectos	Margen de beneficio (% de reducción del costo de producción)	¿En qué medida se reducen los costos de producción?
Lead Time (tiempo total desde la recepción de la materia prima hasta obtener el producto terminado)	Indicador que muestra el tiempo que se tarda en obtener el producto terminado	Tiempo	% de reducción del tiempo de operación	¿En qué medida se reducen los tiempos de operación en la producción?
Mejoramiento de flujo (secuencia de pasos necesarios para transformar las materias primas en productos terminados)	Creación de un flujo continuo eliminando los cuellos de botella	Mapa de flujo y diagrama de flujo	Eficiencia (% de incremento de volumen de producción)	¿En qué medida se mejora los flujos para incrementar el volumen de producción?

Anexo 2 Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General ¿Cómo contribuye la implementación de Lean Manufacturing a la mejora de operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) en la empresa CANDELA? Problemas Específicos 1. ¿Cuáles son las herramientas de análisis de procesos que nos propone Lean	Objetivo General Implementar la Estrategia Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación primaria de la castaña (Bertholletia excelsa hbk) Objetivos Específicos 1. Determinar las herramientas de análisis de procesos para la	Hipótesis general La implementación de Lean Manufacturing contribuirá a la mejora de operaciones del proceso de	Variables independientes Lean Manufacturing. Dimensión: Metodología Kanban Indicador: Tiempo de ejecución de tareas/ ciclos Dimensión: Metodología 5 S Indicador: % de cumplimiento Dimensión: Metodología SMED	Enfoque: Cuantitativo Diseño: Transversal Nivel: Explicativo Tipo: Aplicada Métodos: Analítico Técnicas instrumentales de muestreo: No probabilístico De recolección de datos: Encuesta Observación Análisis documental De procesamiento de datos: Tabulación y análisis

Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) en la empresa CANDELA?	implementación de Lean Manufacturing para mejorar las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk)	transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) en la empresa CANDELA	Indicador: Tiempo de preparación de cambios Dimensión: Metodología TPM Indicador: Numero de fallas máquina/número de paradas máquina Dimensión: Metodología Jidoka Indicador: Número de productos defectuosos Variables dependientes Herramienta de análisis de proceso Dimensión: Pareto, causa efecto, VSM y DOP	Población: todas las áreas dentro del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk). Muestra: Todas las operaciones que generan mayores desperdicios dentro de las áreas del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk). Procedimiento: Consiste en la recolección y procesamiento de la información mediante la tabulación y análisis
2. ¿Cómo reducir el costo de producción en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa hbk) con la implementación de Lean Manufacturing?	2. Reducir el costo de producción en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) con la implementación de Lean Manufacturing.			
3. ¿Cómo reducir el Lead Time en las operaciones del proceso de transformación de la	3. Reducir el lead time en las operaciones del proceso de transformación de la			

castaña (Bertholletia excelsa hbk) con la implementación de Lean Manufacturing? 4. ¿Cómo mejorar los flujos de producción reduciendo los inventarios y mejorando los resultados y beneficios económicos de la empresa en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) en la empresa CANDELA?	castaña (Bertholletia excelsa) con la implementación de Lean Manufacturing. 4. Mejorar los flujos de producción, reduciendo los inventarios y mejorando los resultados y beneficios económicos de la empresa en las operaciones del proceso de transformación de la castaña (Bertholletia excelsa) con la implementación de Lean Manufacturing.		Indicador: Diagrama Costo de producción Dimensión: Costos directos e indirectos Indicador: Margen de beneficio Lead Time Dimensión: Tiempo Indicador: % de reducción del tiempo de operación Mejoramiento de flujo Dimensión: Mapa de flujo y diagrama de flujo Indicador: Eficiencia	de los datos, a través del control de los indicadores establecidos para la identificación de las causas críticas y determinación de las contramedidas para contrarrestar los efectos mediante la implementación del Lean Manufacturing, así mismo para la evaluación del impacto económico
--	---	--	--	---

FUENTE: Elaboración propia 2024

Anexo 03 Solicitud de autorización para realización de estudio

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN

Puerto Maldonado 15 de julio del 2024

Sra.
Guadalupe Raquel Lanao Flores
Gerente General
CANDELA PERÚ

Presente.
De mi especial consideración:

Yo, Orlando David Sulica Cruz, identificado con DNI N.º 42293837, Bachiller de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial de la UNAMAD y actual jefe de operaciones de la empresa CANDELA, me dirijo a usted con el debido respeto para solicitar su autorización formal a fin de desarrollar mi tesis profesional titulada: "Implementación de Lean Manufacturing para la mejorar las operaciones de procesos de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa* hbk), en la empresa CANDELA".

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar, proponer e implementar herramientas de la filosofía Lean Manufacturing, con la finalidad de optimizar la eficiencia, reducir desperdicios y mejorar la productividad en las operaciones de proceso de la empresa, contribuyendo a la mejora continua y a la competitividad organizacional.

Cabe precisar que toda la información que se recabe en el marco de la investigación será tratada con absoluta confidencialidad y utilizada únicamente con fines académicos, respetando los protocolos internos de la empresa.

Por lo expuesto, solicito se me conceda la autorización correspondiente para llevar a cabo dicho trabajo de investigación dentro de las instalaciones y procesos de la empresa.

Sin otro particular, quedo de usted con la seguridad de mi especial consideración y estima.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
LANAO FLORES GUADALUPE
RAQUEL FIR 87550823 hard
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 10/10/2025 12:42:42-0500


Orlando David Sulica Cruz

Anexo 4. Cuestionario para medir la necesidad de realizar mejoras en el área de procesamiento de castaña (*Bertholletia excelsa*) en la empresa CANDELA

Objetivo: Identificar oportunidades y necesidades de mejora en el procesamiento de la castaña.

Este cuestionario está basado en el principio Lean Manufacturing para medir la necesidad de realizar mejoras en el área de procesamiento, dirigido a jefes, supervisores, encargados y operarios de la empresa con el fin de aumentar la eficiencia y la calidad del producto final.

Instrucciones: Por favor, responde a las siguientes preguntas de manera honesta y detallada.

Datos del entrevistado:

Nº:, Fecha:	
Nombre:, Cargo:, Área:	
Años de experiencia en el área:	
Observaciones:.....	
.....	

Eficiencia del Proceso

1. Describa brevemente el procedimiento de operaciones que realiza usted e indique la operación y proceso.

Operación:

Proceso:

.....

.....

.....

.....

2. ¿Cuánto es la ratio de producción en esta operación?

.....

3. ¿Qué herramientas o equipos utiliza en el proceso?

.....

.....

.....

.....

.....

4. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrenta en el procesamiento?

.....
.....
.....

5. ¿Considera que el proceso actual es eficiente en términos de tiempo y recursos? Marque su respuesta del 1 al 5, siendo 1 "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo"

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

6. ¿Se producen frecuentemente cuellos de botella o retrasos en el proceso?

- a) Siempre
- b) Casi siempre
- c) A veces
- d) Casi nunca
- e) Nunca

7. ¿Existen actividades repetitivas o redundantes que podrían automatizarse?

Si ☐ , No ☐ ¿Cuántos? y cuales son:

.....
.....
.....

8. ¿Se cumplen los plazos establecidos para cada etapa del proceso?

- a) Siempre
- b) Casi siempre
- c) A veces
- d) Casi nunca
- e) Nunca

9. ¿Cómo se transporta el producto en el proceso?

.....
.....

10. ¿Cuánto tiempo tarda el transporte?

.....
.....

11. ¿Se producen pérdidas durante el transporte? Si es así, ¿a qué se deben?

.....
.....

❖ **Calidad del Producto**

12. ¿Se cumplen los estándares de calidad establecidos para el producto?
- a) Siempre
 - b) Casi siempre
 - c) A veces
 - d) Casi nunca
 - e) Nunca
13. ¿Se presentan con frecuencia los rechazos por no conformidades?
- a) Siempre
 - b) Casi siempre
 - c) A veces
 - d) Casi nunca
 - e) Nunca
14. ¿Cuáles considera que son las principales causas para que haya rechazos?
-
-
15. ¿Qué aspectos del proceso de transformación de castaña cree que necesitan ser mejorados?
-
-

❖ **Tecnología y Equipos**

16. ¿Las maquinarias y equipos utilizados son adecuados para el proceso actual?
-
17. ¿Los equipos son fáciles de usar y mantener?
-

❖ **Satisfacción del Personal**

18. ¿El personal está capacitado para realizar sus tareas de manera efectiva?
- a) Suficientemente capacitado
 - b) Parcialmente capacitado

c) Capacitación nula

19. ¿El personal está motivado y comprometido con el proceso?

Marque su respuesta del 1 al 5, siendo 1 " desmotivado y sin compromiso " y 5 "motivado y comprometido"

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

20. ¿Qué cambios específicos sugeriría para mejorar la eficiencia y calidad del proceso?

.....
.....

21. ¿Qué recursos adicionales serían necesarios para implementar estas mejoras?

.....
.....

22. ¿Qué tipo de capacitación o asistencia técnica necesitaría para mejorar su producción?

.....
.....

23. ¿Qué tipo de maquinaria o equipos le serían útiles para mejorar su proceso?

.....
.....
.....

24. ¿El lugar de trabajo se encuentra limpio y ordenado?

Marque su respuesta del 1 al 5, siendo 1 "falta de orden y limpieza" y 5 "ordenado y limpio"

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

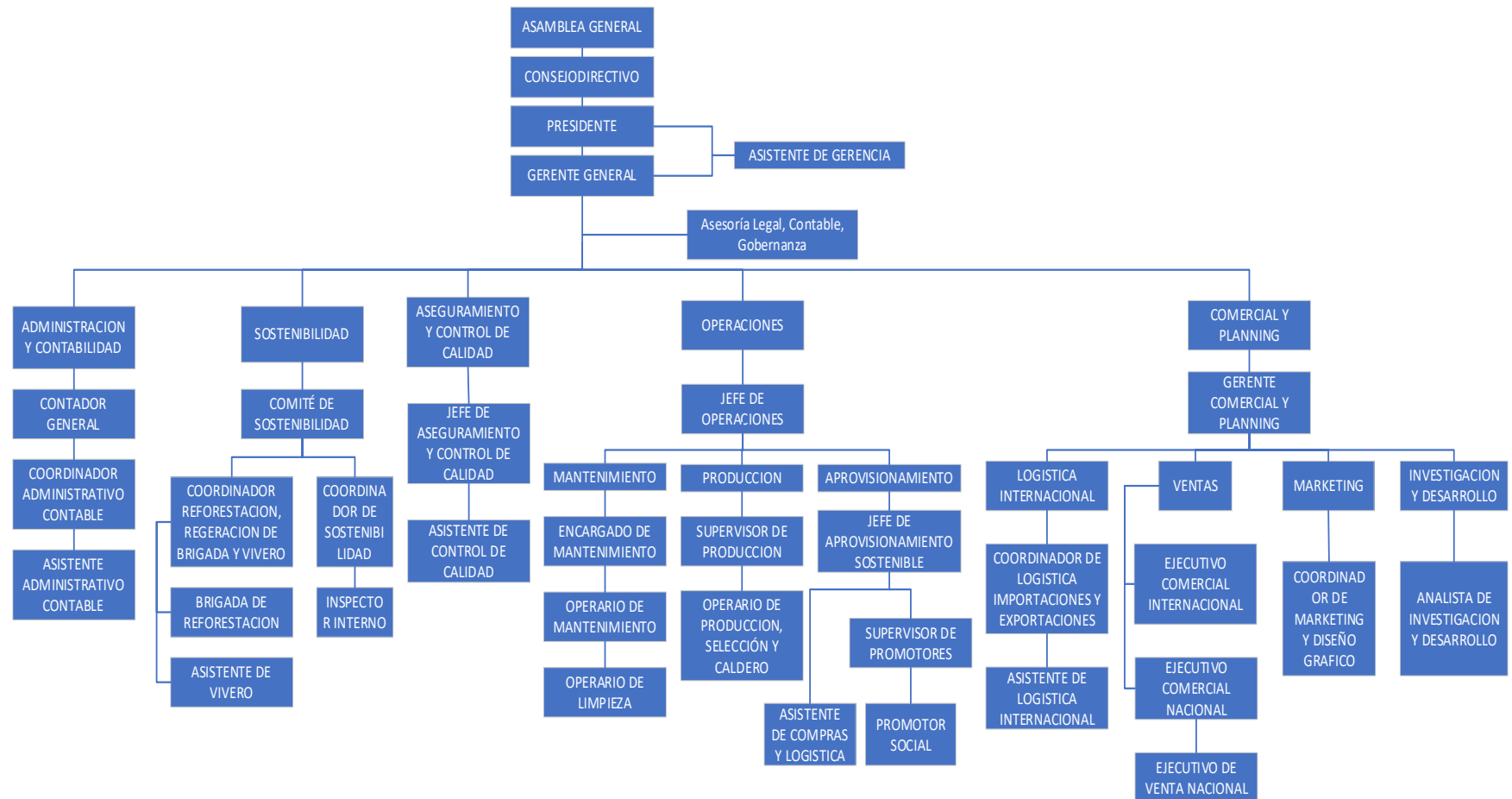
Anexo 5. Guía de observaciones para identificar las causas críticas de las actividades que no aportan valor a la empresa CANDELA y determinación de las contramedidas.

Objetivo: Identificar y eliminar los desperdicios (muda) en el proceso de transformación de la castaña (*Bertholletia excelsa*) para aumentar la eficiencia.

Pasos a Seguir:

1. **Seleccionar un proceso:** Empieza con un proceso crítico o que genere mayor desperdicio.
2. **Observar y documentar:** Recopilar datos utilizando las siguientes herramientas.
 - ❖ **Mapa de valor:** Visualiza el flujo de valor de un producto o servicio, identificando actividades que agregan y no agregan valor.
 - ❖ **5 porqués:** Realiza preguntas repetidamente para llegar a la raíz de un problema.
 - ❖ **Análisis de tiempo y movimiento:** Observa y cronometra las actividades para identificar desperdicios.
 - ❖ **Kaizen:** Mejora continua a través de pequeñas mejoras diarias.
3. **Identificar los desperdicios:** Actividades que no aportan valor como sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, procesos excesivos, inventario excesivo, movimientos innecesarios y defectos. Un octavo desperdicio a menudo se incluye: el talento no utilizado o la infrautilización de habilidades.
4. **Identificar las causas críticas y determinar las contramedidas:** haciendo uso de la tabla N° 12, colocar los valores que corresponden para obtener el puntaje, que nos indicará la prioridad inmediata o urgente para la implementación de las mejoras.
5. **Implementar las mejoras:** Realizar pruebas piloto y ajustar las soluciones.
6. **Medir los resultados:** Evaluar el impacto de las mejoras en la eficiencia y la calidad.

Anexo 6: Organigrama de la empresa CANDELA en Planta PEM



Fuente: Elaboración propia (2024)

Anexo 7: Matriz de identificación de causas críticas que no aportan valor y determinación de las contramedidas

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS CRÍTICAS Y DETERMIANACIÓN DE LAS CONTRAMEDIDAS A IMPLEMENTAR												
AREA	GRIS-BLANCA											
PROCESO	OPERACIÓN	CAUSA RAÍZ	LOS 8 DESPERDICIOS (MUDA)	Cantidad de operarios	Proc. Existentes	Capacitado	Frecuencia	Suma	Magnitud	Puntaje	Prioridad	CONTRAMEDIDAS A IMPLEMENTAR
RECEPCIÓN	Descargue							0		0	TRIVIAL	
								0		0	TRIVIAL	
								0		0	TRIVIAL	
								0		0	TRIVIAL	
								0		0	TRIVIAL	
								0		0	TRIVIAL	

Fuente: Elaboración propia (2024)