

UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
“REDISEÑO DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN INICIAL DE ACEITE DE
PALMA, PARA LA MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
LATIN AMERICA AGRIALIM S.A., EN EL
PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2022”

PROYECTO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL BACHILLERATO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: YURIELKIN MARÍA SOLANO GÓMEZ

TUTOR: ING. LUIS PABLO TORRES GONZÁLEZ

QUEPOS, JULIO, 2022

DECLARACIÓN JURADA

Yo Yurielkin María Solano Gómez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 2.0811.0898 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Rediseño de la línea de producción inicial de aceite de palma, para la mejora en la productividad en la empresa Latin America Agrilim SA, en el primer cuatrimestre del 2022" es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 21 días del mes de junio del año dos mil 22.

Yuri Solano
Firma del estudiante
Cédula: 2.0811.0898

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 18 junio 2022

Destinatario
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

La estudiante **YURIELKIN MARÍA SOLANO GÓMEZ**, cédula de identidad número 2 0811 0898, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN INICIAL DE ACEITE DE PALMA, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA LATIN AMERICA AGRIALIM S.A., EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2022**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Bachillerato**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		90%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,
Ing. Luis Pablo Torres González

Luis Pablo
Torres
Gonzalez
Firmado digitalmente por
Luis Pablo Torres
Gonzalez
Fecha: 2022.06.18
17:45:46 -06'00'

CARTA DEL LECTOR

San José, 03 agosto 2022

Destinatario
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por el estudiante **Yurielkin María Solano Gómez**, cédula de identidad número 2 0811 0898, titulado **“REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN INICIAL DE ACEITE DE PALMA, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA LATIN AMERICA AGRIALIM S.A., EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2022”**, para optar por el grado académico de **Bachillerato** en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al siguiente proceso.

Atentamente,



Ana Catalina Martínez Matarrita
Cédula identidad: 111510151

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

Heredia, 9 de septiembre del 2022

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Yurielkin María Solano Gómez, con número de identificación 2 0811 0898 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Rediseño de la línea de producción inicial de aceite de palma, para la mejora de la productividad en la empresa Latin America Agrialim S.A., en el primer cuatrimestre del 2022", presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar por el título de bachillerato de la carrera de Ingeniería Industrial; SÍ autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Yuri Solano 2 0811 0898
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

Dedicatoria

A mi madre por siempre creer y confiar en mis capacidades, por brindarme la ayuda necesaria durante el proceso de estudio y motivarme a ser mejor. A mis hermanos por impulsarme a concluir mis estudios, ampliar mis metas y ser una inspiración en mi vida.

Agradecimientos

A Dios por permanecer siempre a mi lado, por ser quien me dio la vida, oportunidades de superarme, perseverancia y paciencia durante el proceso.

A mi madre por siempre confiar en mí.

A mi tutor el Luis Pablo Torres González por guiarme durante el proceso.

Índice de contenidos

Acta de Aprobación	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Acrónimos y Siglas.....	xviii
Resumen	xix
Capítulo I: Introducción	21
1.1 Descripción General del Proyecto	22
1.2 Identificación de la Empresa o Institución.....	24
1.2.1 Generalidades de la empresa	24
1.2.2 Aspectos estratégicos de Latin America Agrialim S.A.....	28
1.2.3 Organigrama de la compañía Latin America Agrialim S.A. .	29
1.2.4. Descripción del proceso productivo	31
1.3 Planteamiento del Problema	33
1.3.1 Definición del problema	34
1.3.2 Justificación.....	35
1.4 Objetivos del Proyecto	36
1.4.1 Objetivo general.....	36
1.4.2 Objetivos específicos	36
1.5 Alcances y Limitaciones	36

1.5.1 Alcances.....	36
1.5.2 Limitaciones	37
Capítulo II: Marco Teórico.....	39
2.1Marco conceptual general relativo a la carrera	40
2.1.1 Ingeniería industrial.....	40
2.1.2 Proceso de producción	41
2.1.3 Herramientas de ingeniería	41
2.2Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	50
2.2.1. Metodología DMAIC.....	50
2.3Marco conceptual referente al impacto del proyecto	53
2.3.1 Rediseño de procesos	53
2.3.2 Capacidad de respuesta.....	55
2.3.3 Mejora continua.....	55
2.3.4. Productividad.....	56
2.4Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	58
Capítulo III: Marco Metodológico.....	61

3.1 Metodología para la definición del Problema	62
3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del Proyecto	63
3.3 Metodología para la Propuesta de Mejora, Construcción o Puesta en Práctica de un Nuevo Proceso, Producto o Servicio	64
3.4 Metodología para la Implementación del Proyecto	65
3.5 Metodología para la Verificación, Aseguramiento, Control y Seguimiento de Resultados	66
<i>Capítulo IV: Línea Base y Análisis de Causa</i>	67
4.1 Contextualización general del proceso de Extracción del Aceite de Palma Africana	68
4.1.1 Diagrama SIPOC	69
4.2 Diagrama de flujo del proceso de desfrutado de los racimos de palma	74
4.3 Descripción detallada del Proceso de desfrutado según el diagrama de flujo	76
4.3.1 Control de Calidad	76
4.3.2 Recepción de racimos de fruta de palma fresca	77
4.3.3 Esterilización	79
4.3.4 Transporte	80

4.3.5 Desfrutado	81
4.4 Planillas de inspección	83
4.5 Encuesta a encargados de producción	89
4.6 Mediciones de productividad	93
4.7 Disminución de la productividad en dólares	98
4.8 Mediciones con respecto a causas identificadas en los paros de producción	103
4.8.1 Paros por mantenimiento de equipos	103
4.8.2 Paros por desabastecimiento de materia prima.....	105
4.9 Análisis de tiempo laboral no dedicado a la extracción de aceite de palma	109
4.10 Análisis de causas para la disminución de la productividad.	111
4.10.1 Maquinaria	114
4.10.2 Mano de obra.....	114
4.10.3 Materia prima	114
4.10.4 Método	115

4.11 Priorización y selección de la oportunidad de mejora a desarrollar.....	116
Capítulo V: Diseño e Implementación de la Solución.....	118
5.1 Introducción.....	119
5.2 Implementación de las mejoras.....	120
5.2.1 Definición del proceso.....	120
5.2.2 Asignación de responsables.....	125
5.2.3 Definición de requerimientos.....	127
5.3 Control de las mejoras.....	132
5.3.1 Capacitación.....	133
5.3.2 Validación de la efectividad de la estandarización para el aumento de la productividad.....	137
5.3.3 Estudio de productividad.....	141
5.3.4 Estudio económico.....	144
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	150
6.1.....	Conclusiones
.....	151
6.2.....	Recomendaciones
.....	152
Bibliografía.....	154
Anexos.....	157

Anexo 1. Modelo de planilla para la inspección, medición y verificación del proceso inicial de extracción de aceite de palma	157
Anexo 2. Planilla 1 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma	158
Anexo 3. Planilla 2 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma	159
Anexo 4. Planilla 3 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma	160
Anexo 5. Planilla 5 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma	161
Anexo 6. Planilla 11 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma	162
Anexo 7. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 1	163
Anexo 8. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 2	164
Anexo 9. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 3	165
Anexo 10. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 4	166

Anexo 11. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 5	167
Anexo 12. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 6	168
Anexo 13. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 7	169
Anexo 14. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 8	170
Anexo 15. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 9	171
Anexo 16. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 10	172
Anexo 17. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 11	173
Anexo 18. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 12	174

Anexo 19. Modelo de broshure informativo para la entrega, capacitación y futuro seguimiento del proceso inicial de extracción de aceite de palma, parte 1	175
Anexo 20. Modelo de broshure informativo para la entrega, capacitación y futuro seguimiento del proceso inicial de extracción de aceite de palma, parte 2.....	176
Anexo 21. Planilla 1 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma.....	177
Anexo 22. Planilla 2 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma.....	178
Anexo 23. Planilla 3 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma.....	179
Anexo 24. Planilla 4 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma.....	180

Índice de figuras

Figura 1. Logotipo de <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	26
Figura 2. Ubicación de la planta procesadora de aceite de palma africana, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	26
Figura 3. Fotografía de la planta procesadora de aceite de palma africana, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	27
Figura 4. Organigrama de la compañía <i>Latin America Agrialim S.A.</i> ..	30
Figura 5. Ejemplo de diagrama de flujo (Microsoft Visio, 2022)	42
Figura 6. Ejemplo de simbología (Torres, 2021).....	43
Figura 7. Ejemplo de SIPOC (Lean Tools, 2019).....	45
Figura 8. Ejemplo de Ishikawa (Gutierrez & De La Vara, S.R).....	47
Figura 9. Ejemplo de diagrama Pareto (Microsoft Support, 2021)	48
Figura 10. Ejemplo de diagrama BPMN (Leiva, 2021).	50
Figura 11. Diagrama SIPOC del área de desfrutado de los racimos de fruta de palma, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	70
Figura 12. Diagrama de flujo, reconocimiento del proceso.	75
Figura 13. Camión de descarga de los racimos de fruta de palma, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	78
Figura 14. Rampa de recepción de los racimos de fruta de palma, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	78

Figura 15. Área de esterilización de los cestos con racimos de fruta de palma cruda, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	80
Figura 16. Área de transporte de los cestos con racimos de fruta de palma, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	81
Figura 17. Área de desfrutado de los racimos de fruta de palma, <i>Latin America Agrialim S.A.</i>	82
Figura 18. Tendencia a operarios improductivos	89
Figura 19. Relación entre los operarios ociosos y la disminución de la productividad	90
Figura 20. Asignación de responsables	91
Figura 21. Asignación de responsables	91
Figura 22. Asignación de responsables	92
Figura 23. Asignación de responsables	93
Figura 24. Tendencia de la productividad de la línea de extracción de aceite de palma.....	97
Figura 25. Tendencia de la productividad en dólares.....	102
Figura 26. Horas de paro por mantenimiento de equipos	105
Figura 27. Horas de paro por desabastecimiento de materia prima	107
Figura 28. Tendencia de la productividad	110
Figura 29. Causas de la disminución de la productividad	113

Figura 30. Simbología utilizada BPMN.....	121
Figura 31. Mapa BPMN producción inicial de aceite de palma, parte 1	122
Figura 32. Mapa BPMN producción inicial de aceite de palma, parte 2	123
Figura 33. Matriz RACI producción inicial de aceite de palma	126
Figura 34. Brochure informativo, parte 1	135
Figura 35. Brochure informativo, parte 2.....	136
Figura 36. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 1	137
Figura 37. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 2	138
Figura 38. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 3	139
Figura 39. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 4	140

Índice de tablas

Tabla 1. Metodología para la definición de la problemática.....	62
Tabla 2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.....	63
Tabla 3. Metodología para el análisis de la propuesta de mejora	64
Tabla 4. Metodología para la implementación de la propuesta de mejora	65
Tabla 5. Metodología para el control de la propuesta de mejora	66
Tabla 6. Diseño de planilla de inspección	84
Tabla 7. Muestra de tiempos no estandarizados.....	88
Tabla 8. Medición de la productividad de la línea de extracción de aceite de palma.....	95
Tabla 9. Precio promedio por tonelada de aceite de palma en el mercado internacional.....	99
Tabla 10. Medición de la productividad en dólares según el mercado internacional	100
Tabla 11. Medición de paros por mantenimiento de equipos	104
Tabla 12. Medición de paros por desabastecimiento de materia prima	106
Tabla 13. Priorización de causas.....	116

Tabla 14. Medición de productividad, etapa de control.....	141
Tabla 15. Medición de tiempos en la etapa de control.....	143
Tabla 16. Comparación de tiempo entre medición y control.....	144
Tabla 17. Estudio económico de la comparación de tiempo entre medición y control	145
Tabla 18. Costos de inversión implementación.....	146
Tabla 19. Costos de inversión control.....	147
Tabla 20. Beneficio anual.....	147

Acrónimos y Siglas

- BPMN: Business Process Model and Notation (BPMN) es una notación gráfica estandarizada diseñada para representar la secuencia de actividades que conforman los procesos de negocio de una organización y los mensajes que fluyen entre los participantes y cada una de las actividades.
- DMAIC: enfoque de resolución de problemas basado en datos que ayuda a realizar mejoras y optimizaciones incrementales en los productos, diseños y procesos comerciales. Contiene cinco pasos interconectados: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.
- ISO: conjunto de estándares con reconocimiento internacional que fueron creados con el objetivo de ayudar a las empresas a establecer unos niveles de homogeneidad en relación con la gestión, prestación de servicios y desarrollo de productos en la industria.
- RACI: la Matriz RACI se enfoca en la gestión del proyecto para determinar qué persona es responsable de una tarea que es fundamental para que el proyecto sea entregado dentro del marco de tiempo propuesto y esperado.
- SIPOC: herramienta que permite resumir las entradas y salidas de un proceso en forma de tabla estilizada.

Resumen

Este documento presenta el proyecto final de graduación para optar por el grado de bachillerato en ingeniería industrial titulado “Rediseño de la línea de producción inicial de aceite de palma, para la mejora de la productividad en la empresa *Latin America Agrialim S.A*, en el primer cuatrimestre del 2022” a cargo de la estudiante Yurielkin María Solano Gómez y que utiliza la metodología DMAIC para su desarrollo y se basa en las Normas Apa 7.

El proyecto inicia con el estudio del proceso, que mediante el uso de herramientas como lluvia de ideas, visitas presenciales y entrevistas se define la problemática principal como la disminución de la productividad de la línea de producción inicial de aceite de palma. En la etapa de medición se reconoce mediante el uso de herramientas como diagrama de flujo, diagrama SIPOC, análisis de datos y plantillas de inspección que el proceso no se encuentra documentado o estandarizado y existen fallas frecuentes en la maquinaria y el proceso.

Para el análisis de las causas identificadas se hace uso de herramientas como el diagrama Pareto y el diagrama Ishikawa, reconociendo la escasa documentación, falta de asignación de roles y carencia de mantenimiento preventivo como las principales causas que provocan la disminución de la productividad. Al priorizar estas causas con el uso de la herramienta matriz multicriterio se concluye que la estandarización y documentación del proceso son la causa más factible para realizar y con un mayor impacto en la mejora de la productividad.

Para el desarrollo e implementación de la mejora, se realiza un reconocimiento de los requerimientos de producción, se asignan responsables

mediante una matriz RACI y se estandariza el proceso con un diagrama BPMN. Con el fin de controlar las mejoras se realiza una capacitación a los operarios en la que se entrega un *brochure* informativo y un documento tipo ISO a la gerencia. Al analizar los resultados mediante una encuesta a los encargados y un estudio de la productividad con las planillas de inspección se concluye que el proyecto es exitoso y se reconoce una mejora de 7,5 % en la productividad.

Capítulo I: Introducción

1.1 Descripción General del Proyecto

Latin America Agrialim S.A., es una empresa dedicada al cultivo, procesamiento, producción y exportación de aceites derivados de la fruta de la palma africana, su sector industrial se centra en los Alimentos y la Agroindustria. La empresa se ubica en la región de Palo Seco en Parrita, Puntarenas, Costa Rica. La compañía procesadora forma parte del Grupo Numar que se compone de diferentes empresas dedicadas al cultivo, extracción, procesamiento y manufactura de aceites vegetales en el país.

Actualmente, la compañía ha especificado que se ha presentado una disminución considerable en la productividad, por debajo de la meta establecida que equivale a un 95 %. Mediante un análisis de los datos semanales de la compañía se observa que desde la primera semana del mes de diciembre hasta la última semana de marzo se ha presentado un decrecimiento de aproximadamente un 7 %, porcentaje importante en la extracción de aceite de palma.

Para la realización de la investigación se emplea la metodología DMAIC, donde se identifica la línea de investigación de operaciones industriales que responde al proyecto de investigación, el cual fomenta la optimización de operaciones y procesos, mejora y optimización de la productividad, efectividad de los procesos productivos, estandarización de las operaciones, entre otras.

En relación con la definición de la problemática, se realiza una entrevista con el supervisor del área de producción de aceite de palma, quien expone algunas de las posibles causas percibidas durante los últimos meses. Asimismo, se realizan visitas y entrevistas a los operarios del proceso en análisis para identificar la problemática en la productividad de la línea.

A partir de esto, se inicia la etapa de medición, se observa que el proceso actual no se encuentra estandarizado y documentado. Por lo que se da inicio a la documentación del diagrama de flujo actual de la línea de producción de desfrutado de racimos de palma que abarca desde la recepción de fruta de palma a la rampa, el transporte al área de cestas, el transporte al área de esterilizadores donde se cumple el tiempo de esterilización de los racimos, el transporte de los cestos hacia el área de la desfrutadora en el cual se desprenden los frutos del racimo y el pinzote a través de movimientos giratorios para ser enviados por las siguientes líneas de producción. Seguidamente, se procede a realizar un diagrama SIPOC en el que se especifican los proveedores, entradas, salidas, requerimientos y clientes del proceso estudiado. Como última herramienta se utiliza un análisis de los datos históricos del área de producción para la medición de la productividad, datos que se complementan con 15 observaciones llamadas planillas de inspección para identificar la estandarización del proceso.

Para el análisis de los hallazgos definidos en la etapa de medición, se realiza un diagrama de Pareto donde se estudian las causas que más intervienen en la disminución de la productividad. Posterior a este se realizó un diagrama Ishikawa empleando las 6M de la calidad para finalizar con una matriz multicriterio para la priorización de las oportunidades de mejora, determinando la falta de estandarización y documentación del proceso de desfrutado.

Para el desarrollo de la propuesta de mejora se llevó a cabo la estandarización y documentación del proceso inicial de extracción de aceite de palma que se define como el desfrutado de racimos de palma, en el cual se establecen los requerimientos de cada etapa del proceso. Seguidamente, se

desarrolla un diagrama BPMN para definir el flujo del proceso y para definir los responsables de cada etapa se utiliza una matriz RACI.

El proyecto Tesina finaliza con la etapa de control donde se lleva a cabo una capacitación a los supervisores de producción, se comparte la documentación con los detalles del proceso y un *brochure* informativo con el resumen del documento para un futuro seguimiento. Para la validación de la mejora se realizó un estudio a la productividad una semana después de la aplicación de la capacitación.

Se concluye la investigación con una efectividad de la mejora, dando un aumento del 89 % a un 96,5 % que equivale a una mejora de 7,5 % desde la última medición del mes de marzo a la semana abordada en la capacitación.

1.2 Identificación de la Empresa o Institución

En los siguientes títulos se describe de forma amplia las generalidades de la compañía, los productos que esta brinda, asimismo, sus aspectos estratégicos.

1.2.1 Generalidades de la empresa

Según la página web Grupo Numar (2020) y aleomolpo (2019):

En el año 1929, agrónomos de la *United Fruit Company* se da inicio con el desarrollo de palma africana en los países de Honduras y Costa Rica.

Entre el año 1930 y 1944, la *United Fruit Company* se traslada al Pacífico de Costa Rica y comienza con los cultivos de banano, palma africana, cacao, entre otras plantaciones, después del cierre de las fincas la Cía, Bananera de Costa Rica se convierte en el promotor principal de semillas de

la fruta de la palma africana para siembra en América Latina e inicia el cultivo de palma aceitera en Costa Rica.

Posteriormente, es fundada la compañía *Numar American Brand* por Richard Johnson, en el año 1951. Durante ese año, es creada la primera planta de extracción de aceite de palma en la zona de Damas de Quepos.

Durante el año 1965, *United Fruit Company* compra la compañía Numar American Brand y es creado en Costa Rica el Grupo Numar, el cual se compone por empresas interesadas en el cultivo, extracción, procesamiento y manufactura de grasas y aceites vegetales.

Años después, exactamente en 1970, es creada la primera planta extractora de aceite de palma africana en la zona de Palo Seco ubicada en Parrita, Puntarenas, Costa Rica. La cual fue llamada *Latin America Agrialim S.A.*, y da inicio con la exportación de la semilla de palma. Actualmente, la planta extractora de aceite de palma se mantiene en la zona, cumpliendo aproximadamente 52 años desde su creación.

Esta compañía pertenece a la industria procesadora, fabricante de biodiesel, glicerina cruda, ácidos grasos, aceite de palma, aceite de palmiste, harina de palmiste, y demás derivados de la palma africana. Así mismo, se dedica a la comercialización de aceite de palma crudo, refinado, blanqueado o desodorizado, aceite de palmiste crudo o blanqueado. Además, cuenta con un personal capacitado, competente y comprometido para cada una de las actividades de cada puesto de trabajo. Como empresa, su objetivo principal es lograr la satisfacción de todos sus clientes, demostrándoles lealtad, compromiso y eficiencia en todos sus productos y servicios. A continuación, se muestra en las siguientes figuras; el logo de la empresa, la ubicación geográfica y una fotografía de la compañía.



Figura 1. Logotipo de *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Tomada de (arweb, 2021).

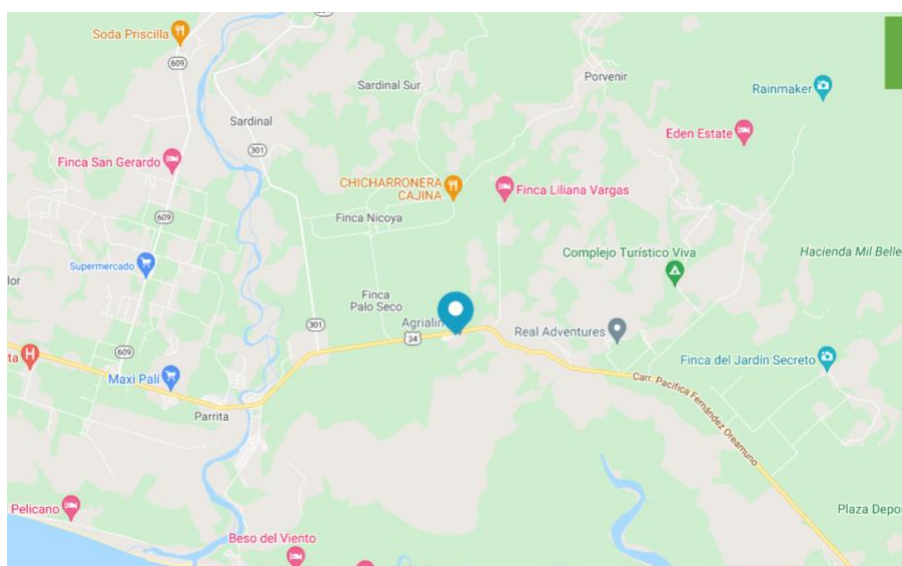


Figura 2. Ubicación de la planta procesadora de aceite de palma africana, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Adaptada de (arweb, 2021)

Como se muestra en la figura 2 la planta se encuentra en la provincia de Puntarenas, cantón de Parrita, distrito de Parrita, del puente sobre el río Parrita 3 km al sureste, a mano derecha sobre la carretera costanera.



Figura 3. Fotografía de la planta procesadora de aceite de palma africana, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

1.2.2 Aspectos estratégicos de Latin America Agrialim S.A.

Conforme a los aspectos estratégicos de la compañía *Latin America Agrialim S.A.*, se toman en cuenta la misión, visión y los valores de esta.

1.2.2.1 Misión

Procesar diariamente la fruta recibida para obtener aceite de Palma, aceite de Coquito, harina de Coquito, Oleína y Estearina, y grasa pasante que satisfaga las expectativas de nuestros clientes y accionistas, reduciendo las pérdidas mediante el mejoramiento continuo de los procesos, liderazgo, trabajo en equipo y el desarrollo del recurso humano, respetando el bienestar de las comunidades y protección del medio ambiente.

1.2.2.2 Visión

Posicionarnos en el mediano plazo como la mejor empresa productora de aceite de palma y sus derivados, al menor costo y con la mejor calidad, aspirando a convertirnos en la planta más admirada del grupo.

1.2.2.3 Valores

- Pasión.
- Colaboración.
- Excelencia.
- Adaptabilidad.
- Integridad
- Compromiso.
- Sostenibilidad.
- Innovación.
- Responsabilidad

1.2.3 Organigrama de la compañía Latin America Agrialim S.A.

La empresa *Latin America Agrialim S.A.*, está conformada por cinco departamentos:

- Producción: los cuales se encargan de la extracción de aceite de palma y harina de coquito.
- Mantenimiento: se encargan de darle mantenimiento a los equipos y mantenerlos en condiciones óptimas.
- Laboratorio: se realizan muestreos y análisis de datos.
- Caldera: son los encargados de darle alimentación de energía a los equipos.
- Refinería/ Fraccionamiento: se dedican a la carga de pipas de aceite y su disolución.

A continuación, se muestra el organigrama de la compañía. Cabe destacar, que la resolución del proyecto se enfocará en el departamento de producción como se muestra en la figura 4, en el proceso de desfrutado de los racimos de palma africana, donde inicia el proceso de la extracción de aceite de palma.

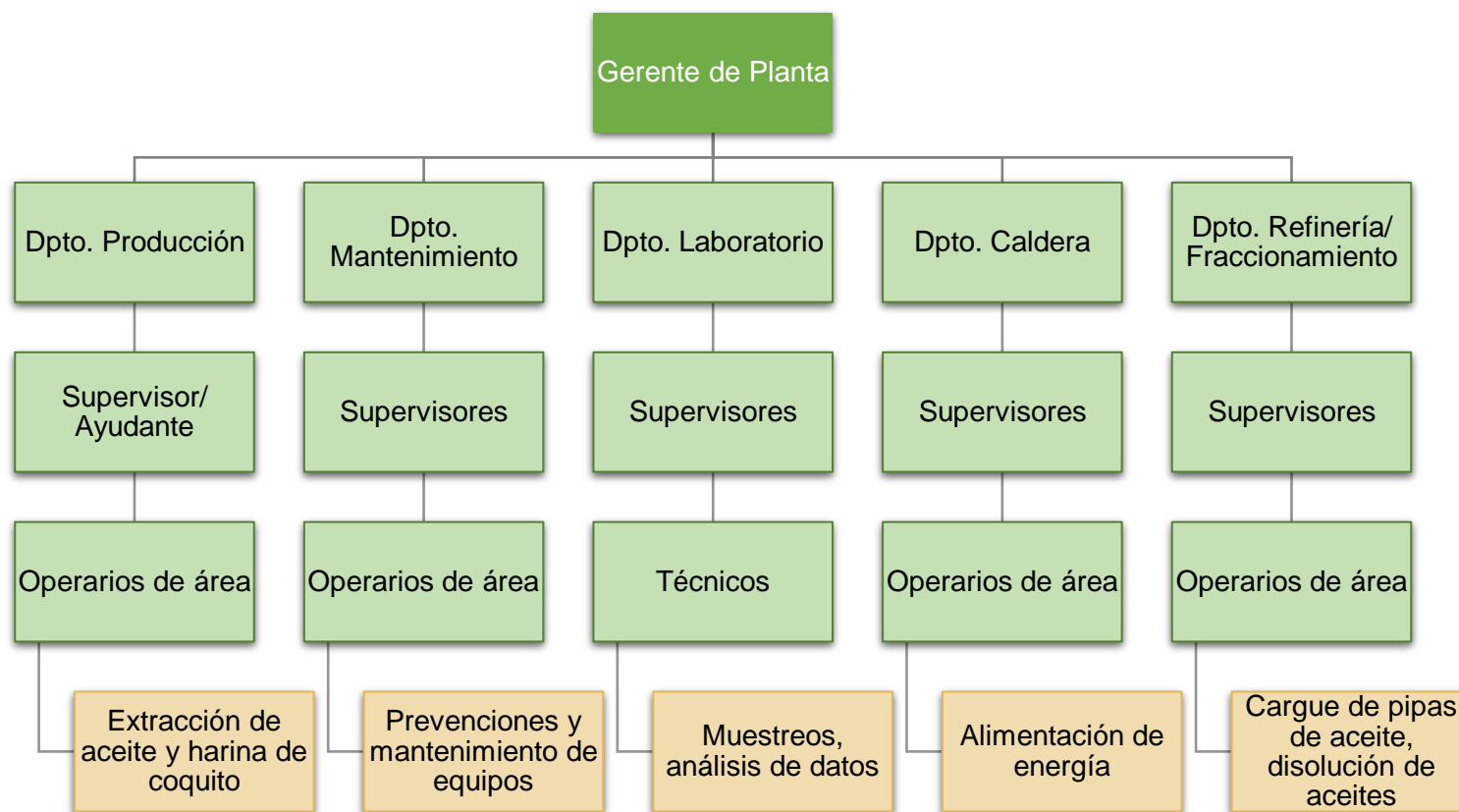


Figura 4. Organigrama de la compañía *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por la compañía *Latin America Agrialim S.A.*, 2022.

1.2.4. Descripción del proceso productivo

1.2.4.1 Proceso productivo de elaboración en la extracción de aceite de la fruta de palma africana.

Según la Revista Venezolana de Gerencia (2019) el proceso de extracción de aceite de palma africana se lleva de la siguiente manera:

Del fruto de la palma africana se produce el aceite de palma, el aceite de palmiste o almendra y la harina de palmiste o coquito.

La extracción del aceite de palma se lleva a cabo en diferentes fases:

- Recepción de la fruta de palma: llegada de la fruta a la planta procesadora de aceite de palma.
- Esterilización: sometimiento de la fruta a altas temperaturas y presión de vapor por medio de grandes cocinadores.
- Desfrutado: separación de los frutos de palma del racimo.
- Prensado: extracción del aceite de palma mediante el prensado. De esta fase nacen dos caminos, uno líquido que pasa a clarificación y uno sólido que pasa al desfibrado.
- Clarificación: retiro del agua e impurezas del aceite.
- Almacenamiento: envío a los tanques de almacenamiento.

Finalmente, para la extracción del aceite de palmiste se llevan a cabo las siguientes fases:

- Desfibrado: de la fruta que fue prensada se crea una pasta compuesta por fibras y nueces. Se crea la fibra de palma que es almacenada y utilizada para combustible de la caldera.
- Palmistería: obtención de la almendra o palmiste.

- Extracción de aceite de almendra o palmiste: extracción de todo el aceite de palmiste mediante trituración y prensado.
- Almacenamiento: el aceite de palmiste pasa a los tanques de almacenamiento. La parte sólida llamada torta o harina de coquito se empaca en sacos y es enviada a almacenamiento para ser vendida como materia prima para la elaboración de alimento concentrado para ganado.

En la planta *Latin America Agrialim S.A*, durante el proceso de extracción de aceite de palma interviene directamente el departamento de producción junto a sus operarios, asimismo, el departamento de mantenimiento, departamento de laboratorio, departamento de caldera y departamento de refinería y fraccionamiento. Cada departamento debe velar por el correcto cumplimiento del proceso.

La compañía se mantiene en proceso las 24 horas del día, durante 5 días a la semana, excluyendo los domingos que se establece como día libre y se detiene el procesamiento de los racimos de palma y el lunes se realiza paro al proceso por mantenimiento y limpieza de equipos. En el transcurso del proceso laboran aproximadamente 20 operarios por cuadrilla, en tres turnos de trabajo distribuidos de la siguiente forma: de 5:00 am a 3:00 pm, de 3:00 pm a 10:00 pm y de 10:00 pm a 5:00 am. Según cada área de trabajo se cuenta con los siguientes operadores de máquinas:

- Rampa: 2 operadores.
- Esterilización: 1 operador.
- Cable Estante: 4 operadores.
- Grúa: 1 operador.
- Prensas: 1 operador.

- Palmistería: 1 operador.
- Pinzotera: 1 operador.
- Clarificación: 2 operadores.

1.3 Planteamiento del Problema

Desde los inicios de la operación de *Latin America Agrialim S.A* en Costa Rica, no ha conseguido llevar a cabo un seguimiento del trabajo de los operarios para la línea del proceso de desfrutado de racimos de palma, el cuál es necesario para el proceso de Palmistería en la extracción de aceite de palma. El desfrutado involucra inicialmente el llenado de los cestos de racimos de palma africana provenientes de la rampa, cada cesto posee una capacidad máxima de 3 toneladas y se utiliza una capacidad de 2,7 toneladas contenida con racimos de fruta fresca, también involucra su debido transporte al área de esterilización, el proceso de esterilización de los racimos, el transporte de los cestos al área de grúa, de igual modo el transporte al área de desfrutación de los racimos y el proceso final de desfrutado, que consiste en la elevación de los cestos de racimos cocinados por medio de una grúa que con apoyo de la gravedad descarga el cesto en la desfrutadora donde se separa el pinzote y los frutos de palma del racimo y cada uno es enviado por su respectivo camino, donde se realizan las siguientes líneas de producción como Pinzotera y Palmistería.

Según la compañía, actualmente por diversas causas como el mantenimiento de los equipos, el desabastecimiento de materia prima u la falta de estandarización del proceso inicial no se da un aprovechamiento máximo de los recursos. Lo anterior causa una disminución de la productividad para los últimos meses.

1.3.1 Definición del problema

Según el departamento de producción en los últimos meses la productividad de la línea ha disminuido hasta un 7 %, decayendo de 97 % a inicios de diciembre de 2021 hasta un 89 % para la última semana de marzo 2022.

El enfoque se basa en aprovechar al máximo el nivel de productividad y la capacidad del proceso, esto con la intención de llevar a cabo un plan de mejora, ya sea, a mediano o largo plazo, el cual se adapte a las condiciones de la empresa y colabore con el cumplimiento de la expectativa de productividad u horas efectivas de producción.

De acuerdo con el área de producción, actualmente la expectativa de la planta *Latin America Agrialim S.A*, es de contar con 95 % de horas trabajadas dedicadas exclusivamente a la producción. Lo anterior tomando en cuenta que la empresa labora semanalmente las 24 horas del día, excluyendo los domingos por día libre para los colaboradores y el lunes que se establece como día de paro por mantenimiento de máquinas y limpieza de equipos por lo que se realiza un tiempo de paro.

Según la información brindada por la compañía para la primera semana del mes de diciembre se alcanzó la meta del porcentaje de tiempo laborado que se dedicó únicamente a la producción, valor que la empresa considera como un cálculo de la productividad. Sin embargo, para las semanas posteriores el tiempo efectivo de producción disminuyó hasta un 83,5 %, tendencia que se mantiene para las siguientes semanas de los meses siguientes.

1.3.2 Justificación

El siguiente proyecto se lleva a cabo como respuesta a la problemática identificada de la tendencia decreciente de la productividad de la línea inicial de producción de aceite de palma, permitiendo establecer acciones basadas en el diagnóstico de la situación actual de la línea. Lo anterior, con el fin de permitir a la empresa aprovechar la capacidad máxima de la planta y lograr alcanzar el 95 % de productividad, que se define como meta de la compañía.

En base a lo anterior *Latin America Agrialim S.A*, no ha logrado realizar mejoras en el proceso de desfrutado para la extracción de aceite de la fruta de palma, en el cual comprende desde la recepción de fruta de palma, hasta el proceso de desfrutado del racimo. Ante esto, nace la oportunidad de realizar un estudio y aplicar herramientas ingenieriles para resolver las situaciones improductivas que se presentan en el proceso con el fin de incrementar los niveles de productividad.

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo general

Aumentar el porcentaje de productividad en el proceso de extracción de aceite de palma de la línea de producción de desfrutado en la compañía *Latin America Agrialim S.A.*, mediante la metodología DMAIC con el fin de alcanzar el 95 % que establece la compañía como meta.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del proceso inicial de extracción de aceite de palma.
- Determinar las oportunidades de mejora que inciden en la productividad de la línea de producción.
- Diseñar una propuesta de mejora en el departamento de producción para aumentar la productividad de la línea inicial.
- Estimar el impacto económico del proyecto en la compañía mediante el análisis costo- beneficio.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances

La presente investigación en la empresa *Latin America Agrialim S.A.*, abarca la línea de producción inicial de aceite de palma que comprende el proceso de desfrutado de los racimos, durante el primer y segundo cuatrimestre del año 2022.

El proyecto pretende encontrar las deficiencias del proceso y diseñar un plan de mejora a mediano plazo, el cual se adapte a las condiciones de la

empresa. Este plan se enfoca a los operarios y el proceso de la línea estudiada, beneficiando en mayor proporción a los operarios de área pues proporcionará un estudio adecuado según la capacidad del proceso y las condiciones de trabajo, logrando así una mayor eficiencia y productividad, asimismo, de manera directa al departamento de producción, al departamento de mantenimiento y el departamento de ventas. No obstante, el beneficiado principal es la compañía, debido que al lograr las metas de producción se tendrá un cumplimiento efectivo del plan de ventas y se generará la rentabilidad presupuestada.

1.5.2 Limitaciones

- Las visitas a la compañía se deben programar según las siguientes especificaciones: el protocolo COVID-19, el cronograma de producción ya que por seguridad el visitante debe tener compañía durante el recorrido en planta y las existencias de materia prima en el proceso para lograr realizar las observaciones correctas.
- La información referente a costos y datos específicos de un proceso son confidenciales. Por esta razón, para el abordaje del proyecto se llegará a un estimado de los datos.
- El tiempo permitido por la empresa dentro del proceso de producción es relativamente corto debido al riesgo que expone el área para visitas por lo que se procedió a realizar 15 observaciones permitidas por la empresa en compañía del supervisor de producción para la etapa de medición y 4 observaciones para la etapa de implementación para demostrar la eficiencia de la solución por medio de la herramienta planillas de inspección.

- La información de la compañía es confidencial, por este motivo no será publicada y solo se utilizará como evidencia del requisito de graduación.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

2.1.1 Ingeniería industrial

La ingeniería industrial, es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios (Salazar, 2019).

En este sentido Orozco, 2021 indica que;

La Ingeniería Industrial integra prácticas y funciones de recursos humanos, materiales, sistemas financieros y de información, entre otras, para aumentar la productividad de una empresa. Dentro del universo de las ingenierías, existe la frase: “La Ingeniería Industrial está en todo”. Esto responde a que esta rama de la ingeniería es multidisciplinaria y se especializa en conocimientos de funciones importantes para el crecimiento de una empresa, como lo son la producción, la administración, las finanzas y la economía (Orozco, 2021).

Por esta razón, Orozco, 2021 también considera a esta rama de la ingeniería no como una ciencia, sino una herramienta de aplicación de las ciencias, y se dedica más a la innovación y mejora continua que a una ciencia exacta. Para ser un buen ingeniero y resolver problemas no basta con estudiar ingeniería, también hay que tener además del estudio un acertado juicio, sentido de innovación y habilidad para aplicar los conocimientos científicos.

2.1.2 Proceso de producción

Debido a que el proyecto que se desarrolla se relaciona directamente con un proceso de producción, a continuación, se presenta su definición y contexto necesario para su comprensión.

Por otro lado, el proceso productivo es el conjunto de tareas y procedimientos requeridos que realiza una empresa para efectuar la elaboración de bienes y servicios (Quiroa, 2019).

En este sentido, se entiende que un proceso productivo es más que una serie de pasos consecutivos. Este se relaciona con actividades y tareas que al realizarse de acuerdo con definiciones previas transforman la materia prima en un producto finalizado, o varios productos en otro, según sea el caso.

2.1.3 Herramientas de ingeniería

A continuación, se presentan y definen una serie de herramientas comúnmente usadas en las labores de un ingeniero industrial, que serán abordadas para la realización de los capítulos cuatro y cinco.

2.1.3.1 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia (Bolaños, 2021).

A modo de ejemplo de un diagrama de flujo, a continuación, se presenta la descripción de un proceso.

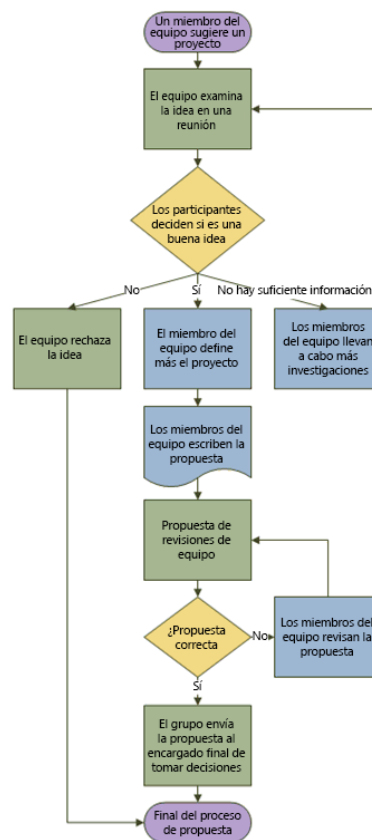


Figura 5. Ejemplo de diagrama de flujo (Microsoft Visio, 2022)

A pesar de que la estructura mostrada es una de las más comunes, el diagrama de flujo no sigue una estructura y puede ser usado en conjunto con otras herramientas como los carriles de piscina en el que se muestra el departamento encargado de la actividad o por sí solo para describir de manera sencilla un proceso.

Un diagrama de flujo debe de seguir una simbología previamente establecida. A continuación, se presenta un ejemplo de esta simbología con su respectiva descripción.








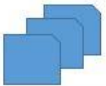

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación: Se usa para describir cualquier actividad. En el interior del rectángulo se escribe una breve descripción de la actividad.
	Límites del Proceso: Indica el inicio y el final de un proceso. En el interior del eclipse aparece la palabra inicio o fin.
	Punto de Decisión: Denota que en ese punto se toma una decisión. Los outputs salidas del diamante, son siempre dos y del tipo SI / No.
	Movimiento: Muestra el movimiento de un output entre distintos puntos de la organización.
	Conector: Señala que el output de ese proceso puede ser el input de otro (la letra indica el proceso de entrada)
	Dirección del flujo: Denota la dirección y el orden de los pasos del proceso
	Documento: Documento/registro.
	Listados: Listados / notas de trabajo acumulado, información referente a la actividad.
	Base de datos: Punto de archivo donde se retiene temporalmente la información, en espera que se cumplan otras condiciones para continuar el proceso. Puede llevar asociada una tarea de administración de almacenamiento.

Figura 6. Ejemplo de simbología (Torres, 2021)

2.1.3.2 SIPOC

El acrónimo SIPOC, es un diagrama comúnmente usado en ingeniería para describir un proceso. Es una herramienta en formato tabular usada para caracterizar un proceso, a partir de la identificación de cinco componentes (Alvárez, 2022):

- Proveedores (*Supplier*): la fuente de las entradas del proceso.
- Entradas (*Inputs*): los recursos que necesitas para que el proceso funcione.
- Proceso (*Process*): los pasos generales que componen el proceso.
- Salidas (*Outputs*): los resultados del proceso.
- Clientes (*Customer*): las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso.

El diagrama SIPOC sirve para trazar un proceso de negocios a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. No está diseñado para proporcionar demasiados detalles, sino más bien para brindar información clave sobre un proceso a los responsables de la toma de decisiones (Caeleigh, 2021).

La mayoría de las veces, los diagramas SIPOC se utilizan para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente. A continuación, se detalla un diagrama de SIPOC a modo de ejemplificar el uso de la herramienta en un proceso productivo.

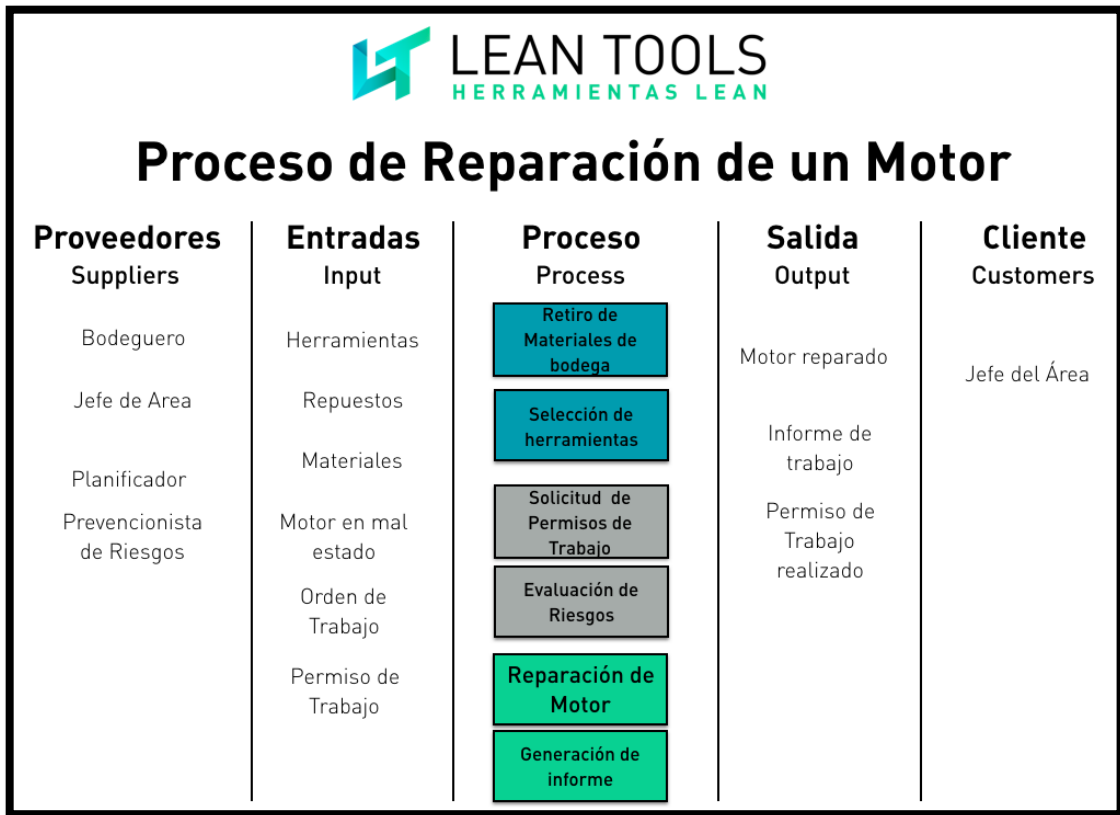


Figura 7. Ejemplo de SIPOC (Lean Tools, 2019)

Se destaca que debido a la flexibilidad que presenta el instrumento, es común encontrar variantes en las que se añaden columnas para contemplar los requerimientos relacionados a las entradas, comúnmente referentes a las especificaciones de calidad y para los requerimientos de salida relacionados a las salidas del proceso.

2.1.3.3 Diagrama Ishikawa

El diagrama Ishikawa es una herramienta comúnmente utilizada en ingeniería que identifica problemas de calidad o relacionados a los procesos y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M (Rodríguez, 2022).

Las 6 M de la calidad, son una herramienta utilizada principalmente para resolver problemas o tomar decisiones. A continuación, se detallan brevemente cada una.

El método 6M se basa en los siguientes parámetros:

- **Mano de obra:** Este parámetro comprueba si las capacidades técnicas y la experiencia del personal son adecuadas. Este aspecto del método 6M responde si el personal tiene conciencia de calidad, sentido de responsabilidad y pertenencia. (Smith, 2021)
- **Maquinaria:** Se refiere a las máquinas, herramientas y otras instalaciones junto a los sistemas de apoyo subyacentes. ¿La maquinaria empleada para la producción es capaz de ofrecer el rendimiento óptimo? ¿Las máquinas y herramientas se están usando de la mejor forma para lograr un desempeño impecable? (Smith, 2021)
- **Material:** Es la gestión de materia prima, componentes y recursos para satisfacer la producción y la prestación de servicios. Este parámetro comprueba la especificación correcta de los materiales. (Smith, 2021)

- Método: Procedimientos de producción y apoyo, así como su aplicación o contribución a la prestación de servicios. ¿Algunos de los procesos tiene demasiados pasos y actividades que no aportan valor al conjunto del sistema? (Smith, 2021)
- Medio ambiente o madre-naturaleza: En los procesos de operación, se consideran tanto las influencias ambientales controlables como las imprevisibles. El clima y otros fenómenos naturales entran en esta categoría. (Smith, 2021)
- Medición: Comprobación, evaluación y otras medidas físicas, ya sean manuales o automáticas. Estar atento a los errores de calibración y a otros problemas de medición. (Smith, 2021)

A continuación, se presenta un ejemplo de diagrama Ishikawa que utiliza las 6M para valorar una problemática identificada en un proceso.

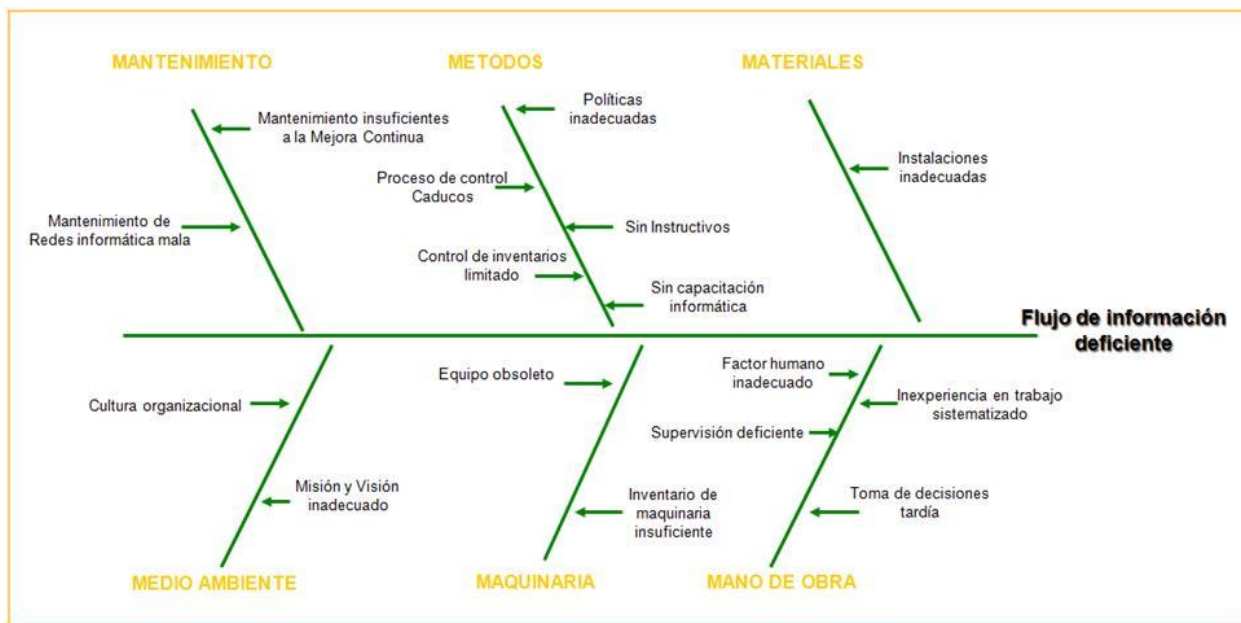


Figura 8. Ejemplo de Ishikawa (Gutierrez & De La Vara, S.R)

2.1.3.4 Diagrama Pareto

El diagrama Pareto, también conocido como ABC o 20-80, es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80% (Domenech, 2019).

Actualmente, se utilizan aplicaciones como MiniTab o Excel para su creación. En la Figura 9 se ejemplifica un diagrama Pareto.

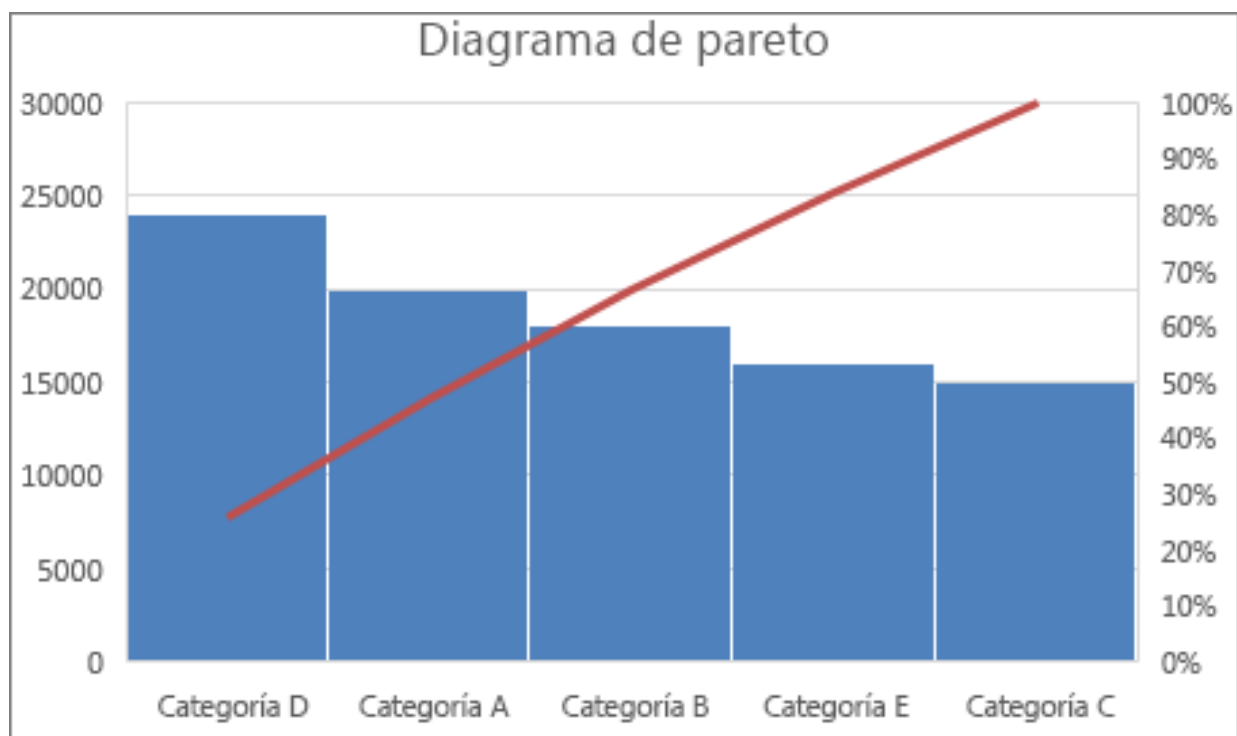


Figura 9. Ejemplo de diagrama Pareto (Microsoft Support, 2021)

2.1.3.5 Diagrama BPMN

Un diagrama BPMN, es una herramienta que utiliza estos símbolos y elementos para ilustrar cómo la lógica detrás de un flujo de trabajo funcionará de principio a fin. Como la planificación de una ruta para un viaje por carretera, un Diagrama BPMN señala cada acción que la información tomará a lo largo de un flujo de trabajo (Lewis, 2021).

La principal diferencia entre el diagrama BPMN y el diagrama de flujo es que el primero corresponde a un estándar abierto de la industria. No es propiedad de una herramienta en particular o de una empresa de consultoría que varía según la empresa como suele suceder con el diagrama de flujo. Con BPMN no es necesario estandarizar una única herramienta para todos en la organización, ya que todas comparten un lenguaje de modelado común (Leiva, 2021).

A continuación, se detalla un ejemplo del uso de la herramienta.

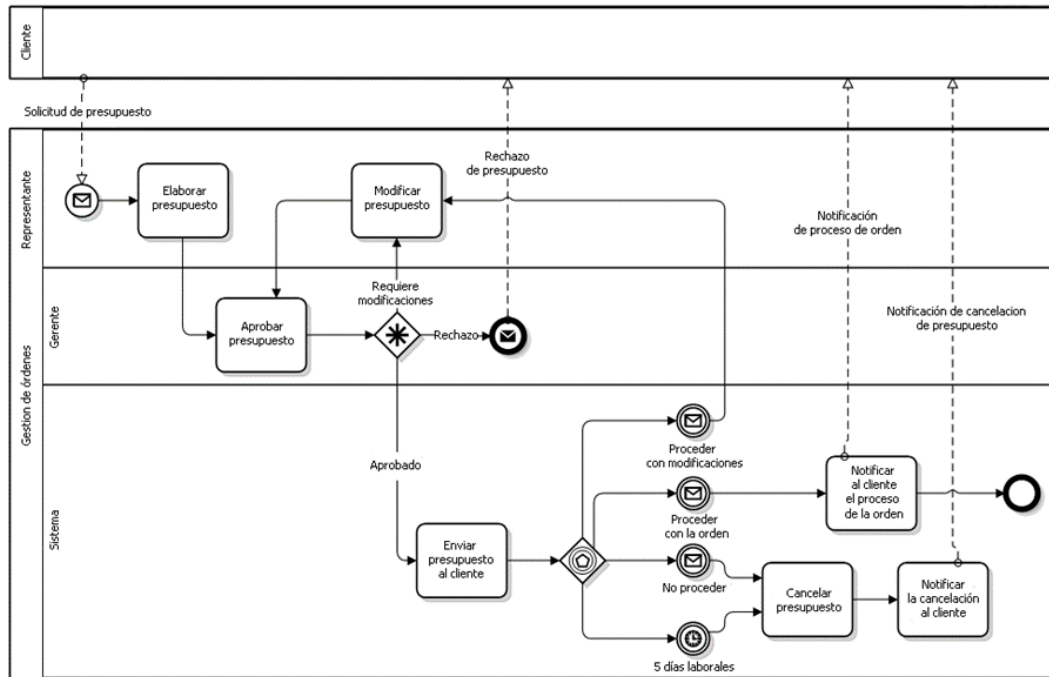


Figura 10. Ejemplo de diagrama BPMN (Leiva, 2021).

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

En esta sección se estudia los conceptos clave pertinentes a la gestión del proyecto y la metodología guía para el desarrollo del documento y fases del proceso.

2.2.1. Metodología DMAIC

La metodología de referencia que se utiliza para el desarrollo del presente proyecto es la metodología DMAIC. Esta fue desarrollada inicialmente por Motorola a principios de los años 90 siendo empleada en proyectos seis sigma para mejorar la calidad de los procesos. El objetivo de la metodología es conocer y resolver las diferentes causas que ocasionan los defectos a través de las 5 etapas principales; definir, medir, analizar,

implementar y controlar (Rodríguez, 2019). A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de estas etapas basados en los aportes de Rodríguez, 2019.

2.2.1.1. Definir

La etapa de definición es conocida también por ser la etapa introductoria del proceso, en la que se define la problemática, objetivos, alcance, limitaciones y en algunas ocasiones se describe a detalle la metodología y herramientas que se abordan por etapa. La herramienta principal en esta etapa es la observación objetiva, que nos conducirá a examinar a fondo el proceso con el fin de desarrollar una acertada propuesta de mejora para la situación actual de la línea productiva.

2.2.1.2. Medir

En la etapa de medición se evalúa si las acciones que se han implementado en el proceso evaluado han mejorado los resultados. Para este fin se recolectan datos mediante el muestreo estadístico y se realizan auditorias para el estudio detallado del proceso. Es necesario disponer de sistemas de medición con un nivel adecuado de precisión y veracidad, con el fin de asegurar la calidad de los datos. Para el desarrollo de esta etapa es común el uso de herramientas como diagrama de flujo, mapa de procesos, SIPOC, entre otros.

2.2.1.3. Analizar

Una vez conseguidos los datos se inicia con los análisis y las formulaciones de las teorías sobre las causas de los problemas encontrados. Para determinar la causa raíz del problema se utiliza comúnmente

herramientas como diagramas de Ishikawa, análisis de causas, indicadores, diagrama Pareto y matriz multicriterio.

2.2.1.4. Implementar

Una vez completadas las anteriores etapas es tiempo de identificar, implementar y probar soluciones creativas. No siempre la solución adecuada saltará rápidamente en algo tangible y notorio, se debe llegar a un proceso donde se eligen las mejores y las que más se adapten al proceso productivo para implementarla sistemáticamente.

La fase implementación nos permite idear la propuesta más viable que mejore la situación actual y que sea la más óptima en favor de la empresa. Una vez definida la ejecución, se deberá evidenciar que es un proyecto económico y de fácil ejecución que se adecúe a su vez al proceso.

2.2.1.5. Controlar

Este último paso se considera sumamente determinante pues es ahí donde se da el control y seguimiento de las implementaciones o mejoras que se aplicaron al proceso, se implementa una documentación diaria con el objetivo de mantener las mejoras con el paso del tiempo y a la vez que sirva de respaldo para comprobar que la implantación está coexistiendo de forma adecuada.

Lo derivado del proyecto se pretende implementar a través del tiempo por lo que se debe obtener los controles necesarios para asegurar la sostenibilidad de los resultados, asegurar que las soluciones implementadas se controlen y se monitoreen mediante los parámetros necesarios.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

2.3.1 Rediseño de procesos

El rediseño de procesos se considera una metodología con amplio campo de aplicación, que va de la mano con los cambios o mejoras en la productividad de los procesos, dado que busca sacar el máximo provecho de los recursos con los que se cuenta, procesos o servicios. Esta se ejecuta previo o posterior a la implementación de nueva mejora o en un corto plazo posterior (Aguirre, 2019).

El rediseño de procesos empresarial ha sido estudiado para su aplicación en diferentes disciplinas como la gestión por procesos, tecnología de información y producción (Thai-Minh & Lam-Son, 2020). En esta línea se determina que la metodología es factible para el abordaje del proceso.

Para su implementación es necesario conocer las fases que lo componen y su adaptabilidad a las etapas del proyecto. La metodología de rediseño está conformada generalmente de pasos globales como la comprensión del proceso de negocio, rediseño del proceso, y evaluación e implementación del proceso de negocio mejorado (Acosta, 2019).

A continuación, se presentan los principales beneficios que se reconocen al implementar un rediseño o estandarización de procesos.

- Mayor beneficio económico: La reingeniería de procesos o rediseño de procesos ayuda a lograr un mayor beneficio económico gracias a la reducción de costos asociados al proceso y al incremento de rendimientos de éstos. (EAE Business School, 2022).

- Mayor satisfacción del cliente: Con la reingeniería de procesos, los empleados se enfocan en las necesidades reales de los consumidores, lo que implica una mayor satisfacción. Y es que, entre otras cosas, se reduce el plazo de entrega y se mejora la calidad del producto o servicio (EAE Business School, 2022).
- Mayor satisfacción del personal: También hay que tener en cuenta que con la reingeniería de procesos se logra una mayor satisfacción del personal, ya que implica una mejor definición de procesos y tareas. Además, se rediseñan los puestos, creando empleos más incitantes y satisfactorios (EAE Business School, 2022).
- Mayor conocimiento y control de los procesos: La reingeniería de procesos se obtiene un mayor conocimiento y control de los procesos, que se vuelven más sencillos y fáciles de controlar y administrar. Y no solo eso, sino que también se consigue un mejor flujo de información y materiales (EAE Business School, 2022).
- Mejora de la imagen de la empresa: La reingeniería de procesos también puede provocar que la compañía tenga una mejor imagen ante el mercado. Además, es importante tener en cuenta que se trata de una solución que implica un importante riesgo, y ya no solo por la inadaptación de los empleados, sino por la inversión que precisa (EAE Business School, 2022).

2.3.2 Capacidad de respuesta

En las organizaciones la capacidad de respuesta se refiere al cumplimiento de los requisitos de sus clientes. Es un aspecto de importancia para medir la productividad del proceso y por la factibilidad de la línea de producción. Refleja no solo la planificación del proceso de atención sino también la preparación del personal y el compromiso de la empresa en brindar un proceso de excelencia a sus clientes.

La capacidad de respuesta se refiere a la voluntad y disposición que tengan los empleados, maquinaria y otros recursos al momento de realizar un proceso. También refleja si la empresa requiere realizar una mejora en un proceso determinado. (Blanco, 2019). Razón por lo que es comúnmente usado como indicador de mejoras, basándose en los requisitos de los usuarios de cada organización.

Una capacidad de repuesta eficiente también significa contar con un plan de emergencia, un plan de mantenimiento preventivo al día, un estudio de tiempos y recursos reales del proceso y un reconocimiento de los riesgos.

2.3.3 Mejora continua

El ciclo de mejora continua (Método *Kaizen*) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no agregan valor en la cadena productiva. Esta herramienta tiene gran potencial para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas.

El *Kaizen* se rige en el principio de que una serie de eventos pequeños de mejora continua es mejor y más efectiva que un solo cambio grande. Parece algo simple y obvio, pero esconde una ventaja muy poderosa. Esto nos

impulsa a sobrepasar nuestra respuesta natural al miedo y, así, poner fin a nuestros impulsos de procrastinar (Antonucci, 2021).

El mejoramiento continuo de procesos se trata de un conjunto de acciones planeadas, organizadas y sistematizadas para obtener cambio, y mejoras de procedimientos en la organización. Cada una de estas presenta un final, la mejora continua con las pequeñas acciones (Gamboa, 2020).

A raíz de que la metodología se basa en pequeños y continuos cambios, se valora que no es apto para el proyecto, debido a que se cuenta con recursos limitados como el tiempo y se quiere realizar cambios o mejoras que sean de impacto para la organización y se logren evidenciar a corto plazo.

2.3.4. Productividad

La productividad es definida por la real academia española como capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc. (Diccionario de la Real academia Española, 2022). Por lo que se puede comprender que es la capacidad de lo que se produce por unidad de tiempo, es decir, una hora, un día o incluso un mes.

La productividad también es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas. Siendo esta, la manera como se utilizan los factores de producción durante la elaboración de productos y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad y agrega que es un elemento estratégico en las organizaciones ya que los productos y los servicios no pueden ser competitivos si no se elaboran con altos estándares de productividad (Fontalvo, 2019).

Por lo general cuando se habla de productividad se refiere a algún proceso en el cual intervienen elementos y actividades para obtener un resultado, cuando hay mejoras, estas se traducen en el hecho que, con menos recursos o con los mismos, se pueden obtener los mismos o mayores resultados respectivamente (productos y servicios).

En el caso de la línea de producción estudiada, la productividad se refiere al porcentaje de horas totales que son destinadas a la producción, sin considerar en la cantidad de horas totales las horas planeadas para mantenimiento preventivo. A continuación, se detallan la fórmula utilizada actualmente en la organización:

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Horas de producción}}{\textit{Total de horas} - \textit{horas de mantenimiento preventivo}}$$

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Un primer proyecto que podemos destacar es el de Sánchez, 2020 quien realizó, la investigación titulada *“Mejora de la eficiencia en la línea de producción de botellas número 1 en la presentación de 3 litros, planta refrescos en rio segundo de Alajuela durante el primer cuatrimestre 2020”*.

De acuerdo con el autor, el problema principal es la alta cantidad de paros en el proceso de embazado, por ende, una de sus metas en su investigación pretende la disminución de paros en la línea y aumentar la capacidad y eficiencia de esta, para lograrlo hizo uso de herramientas ingenieriles, lo cual le llevo a desarrollar una investigación y presentar una propuesta donde evidencia se podrían alcanzar los objetivos deseados.

La segunda investigación analizada es la de Vargas, 2019, bajo el nombre de *“Reducción de la improductividad relacionada a materia prima en la empresa Cotomate S.A, en Alajuela Costa Rica, en el año 2019”* ese proyecto es para optar por el grado de bachillerato en ingeniería industrial y tiene como objetivo principal hacer un análisis del proceso productivo en la empresa Cotomate S.A, para determinar cuáles factores están directamente ligados con el productividad de la línea de producción de tomate que se genera en la planta de San Rafael de Alajuela. Gracias al análisis que se realiza, se determina que las responsabilidades y roles no estaban bien definidas, además se evidencia que no se cuenta con un proceso claro que determine como realizar el proceso.

El tercer proyecto consultado es titulado *“Aumento en productividad, en la Fábrica de HYDROX S en Industriales Austin de C.R, lo desarrollo la ingeniera Méndez S”*. Como resultado del análisis, define que se deben eliminar los tiempos muertos causados por los permisos de trabajos en alturas.

Como medida delimitó instalar el método de conteo de duración en cuanto a la fabricación y en maquinaria y equipo independizar la línea de Hydrox S de la emulsión empacada.

Se generan seis propuestas principales; registro de producción, reordenamiento de funciones de operadores encargados, aumento de la capacidad de almacenamiento, registro de inspección de lotes, contador para fabricación y programación de producción.

Alguna de las conclusiones más relevantes es: “El proceso de fase oxidante aumentó su capacidad de producción en un 33% y en el proceso de fase aceitosa aumentó su capacidad de producción en un 15%, Reducción de la ruta crítica del proceso de un 21.7%. Todo esto genero un ahorro de \$855.39 por unidad (camión cisterna) de Hydrox S producida. Y con implementación de todas las mejoras presenta un costo de \$ 9388.90 considerando el ahorro que generaron las mejoras implementadas”. Méndez. S. (2017). Aumento en la productividad del proceso de fabricación de Hydrox S en industriales Austin de Costa Rica. (Licenciatura), Universidad Hispanoamericana.

El último proyecto estudiado, se desarrolla en la empresa Bridgestone de Costa Rica, por el ingeniero José León Alvarado, el proyecto se tituló “*Aumento de la productividad en el proceso de TUO*”. El problema en estudio se hace en ocho máquinas, estas se encuentran en el departamento de inspección y son las responsables de causar demoras. Se identifica que este proceso tiene la mayor cantidad de horas de demora en todo el departamento.

En su proyecto utiliza las siguientes herramientas: DMAIC, Pareto, diagrama de causa efecto, SIPOC para poder describir el proceso, AMEF. Las cuales le permiten identificar varios problemas presentes, los principales son; el resultado que se obtiene es la principal causa del repaso de llantas por TUO

corresponde a problemas con la lectura de los códigos de barras con un 48 %. La segunda causa de demoras es el cambio de medida y esto se debe a la gran variedad de familias de llantas producidas en Bridgestone de Costa Rica.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Metodología para la definición del Problema

A continuación, se detalla la metodología implementada para la definir la problemática principal del proyecto:

Tabla 1. Metodología para la definición de la problemática

Fase	Acción	Herramienta	Plazo
Definición de la problemática	Visitas presenciales a la compañía y a los departamentos relacionados para realizar una observación de hechos relevantes	Entrevistas y lluvia de ideas	Febrero, 2022

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Con el fin de definir la problemática, se realiza una entrevista inicial con el encargado de producción de aceite de palma, quien comenta algunas de las dificultades percibidas durante los últimos meses, seguidamente se realizan visitas presenciales en los que se reconoce el proceso e identifica una posible problemática en la productividad de la línea mediante una lluvia de ideas de las causas, problemáticas y aspectos relevantes definidos.

3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del Proyecto

En esta sección se muestra una tabla que detalla la metodología implementada para la fase de medición o diagnóstico de la situación actual del proceso estudiado:

Tabla 2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

Fase	Medición	Instrumentos	Fecha
Medición	Estudio del proceso de producción	Diagrama de flujo	Marzo, 2022
	Análisis del contexto del proceso	SIPOC	
	Conocer las tendencias y comportamiento de la productividad	Análisis de datos históricos	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A partir de la definición de la problemática se realiza la etapa de medición para la que se inicia reconociendo que el proceso actualmente no se encuentra documentado o estandarizado y se lleva a cabo mediante la herramienta del diagrama de flujo. Posteriormente, se reconocen aspectos relevantes del proceso como los proveedores, clientes y algunos de los requerimientos necesarios para la producción con el fin de asegurar la comprensión no solo del proceso sino también del contexto de la producción. Finalmente, la etapa de medición termina con el análisis de datos históricos de producción y medición de la productividad, para el que se desarrollan visitas y

observaciones en la producción para 15 diferentes tandas del proceso de desfrutado de racimos de palma.

3.3 Metodología para la Propuesta de Mejora, Construcción o Puesta en Práctica de un Nuevo Proceso, Producto o Servicio

A continuación, se muestra una tabla que detalla la metodología implementada para realizar el análisis de los hallazgos definidos en la etapa de medición:

Tabla 3. Metodología para el análisis de la propuesta de mejora

Fase	Medición	Instrumentos	Fecha
Analizar	Análisis de causas que afectan la productividad	Pareto, causas que disminuyen la productividad	Marzo, 2022
	Análisis de causas	Diagrama Ishikawa	
	Priorización de oportunidades de mejora	Matriz multicriterio	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Mediante la etapa de medición se identifica información de importancia para el desarrollo de la línea base del proyecto y mejora de la problemática identificada. Para el análisis de la información obtenida, se realiza un Pareto que detalla y estudia las causas identificadas que más afectan la productividad y su impacto para la producción. Seguidamente, se aborda la herramienta

Ishikawa, en la que se resumen y clasifican las causas que afectan la productividad, mediante el uso de las 6M de la calidad. Finalmente, se procede a realizar la priorización de las oportunidades de mejora identificadas según las causas establecidas previamente, mediante el uso de la matriz multicriterio.

3.4 Metodología para la Implementación del Proyecto

En la siguiente tabla, se muestra la metodología implementada para para la propuesta de mejora:

Tabla 4. Metodología para la implementación de la propuesta de mejora

Fase	Medición	Instrumentos	Fecha
Implementación	Estandarización de procesos	Diseño de requerimientos de producción Diagrama BPMN	Abril, 2022

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para el desarrollo o implementación del proyecto, se procede con la estandarización del proceso mediante la documentación y establecimiento de requerimientos de producción, con los cuales se logra documentar las pautas necesarias para lograr una producción estandarizada. Posteriormente, se desarrolla un diagrama BPMN con el que se ilustra el flujo del proceso y el encargado de realizar cada una de las tareas. Además, se utiliza una matriz RACI con la que se reconocen los responsables y se asignan los diferentes roles del proceso.

3.5 Metodología para la Verificación, Aseguramiento, Control y Seguimiento de Resultados

En esta sección se muestra una tabla que detalla la metodología implementada para la fase de verificación, aseguramiento y control de mejoras.

Tabla 5. Metodología para el control de la propuesta de mejora

Fase	Medición	Instrumentos	Fecha
Control	Asegurar la comprensión del proceso por los trabajadores	Capacitación, Documento tipo ISO y <i>brochure</i> informativo	Mayo
	Validar la efectividad de la estandarización para el aumento de la productividad	Encuesta a encargados y estudio de productividad	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El proyecto finaliza con la etapa de control, para la que se desarrolla una capacitación a los encargados en la que se comparte a los funcionarios un *brochure* con el resumen de la documentación y a la gerencia una documentación tipo ISO que detalla todas las etapas y responsables del proceso de desfrutado, asimismo, que permite gestionar la estandarización desde una perspectiva de continuidad. Con el fin de validar que la estandarización si impactó de manera positiva la productividad se procede a realizar una encuesta a los encargados y realizar un análisis de la productividad la semana siguiente a la capacitación abordada.

Capítulo IV: Línea Base y Análisis de Causa

ETAPA II: MEDICIÓN

La etapa de medición corresponde a la segunda del ciclo DMAIC y se enfoca en conocer la situación actual de los procesos mediante un diagnóstico inicial y medición de variables.

En esta sección se detallan los resultados de la evaluación inicial de la línea de extracción de aceite de palma, enfocada en el proceso de desfrutado. La etapa inicia con la descripción detallada del proceso mediante un diagrama de flujo, descripción general de la línea de producción de aceite de palma mostrada en un diagrama SIPOC, un estudio de tendencias de productividad a partir de los datos medidos, mediciones con respecto a causas identificadas en los paros de producción y finaliza con la documentación de las etapas por medio de planillas de inspección del proceso de desfrutado.

Contextualización general del proceso de Extracción del Aceite de Palma Africana

En este apartado se muestra el contexto general del macroproceso de la línea inicial de extracción de aceite de palma, al cual pertenece el proceso de desfrutado que se define como el objeto de estudio del proyecto. Para su descripción, se utiliza la herramienta de ingeniería, diagrama SIPOC el cual reconoce de manera resumida y contextualizada, los proveedores, entradas, requerimientos de entrada, procesos, salidas, requerimientos de salida y clientes del proceso.

4.1.1 Diagrama SIPOC

Se detalla, que al igual que para el diagrama de flujo, la empresa no cuenta con una estandarización o delimitación, por lo que el diagrama que se muestra es el resultado del estudio del proceso, medición y entrevistas tanto a las jefaturas como a los operarios.

Debido a que el proceso cuenta con varios proveedores y entradas, estas son clasificadas y agrupadas por tipo; de modo que el proveedor es asociado con la entrada y sus respectivos requerimientos, al igual que las salidas y clientes. Es importante destacar, que se decide incluir en el diagrama SIPOC, las columnas correspondientes a los requerimientos de entrada y salida con el fin de contextualizar el proceso, asimismo, se incluye como proceso de apoyo el plan de mantenimiento. A continuación, se detalla el diseño y elaboración del diagrama y posteriormente se describe cada una de las etapas.

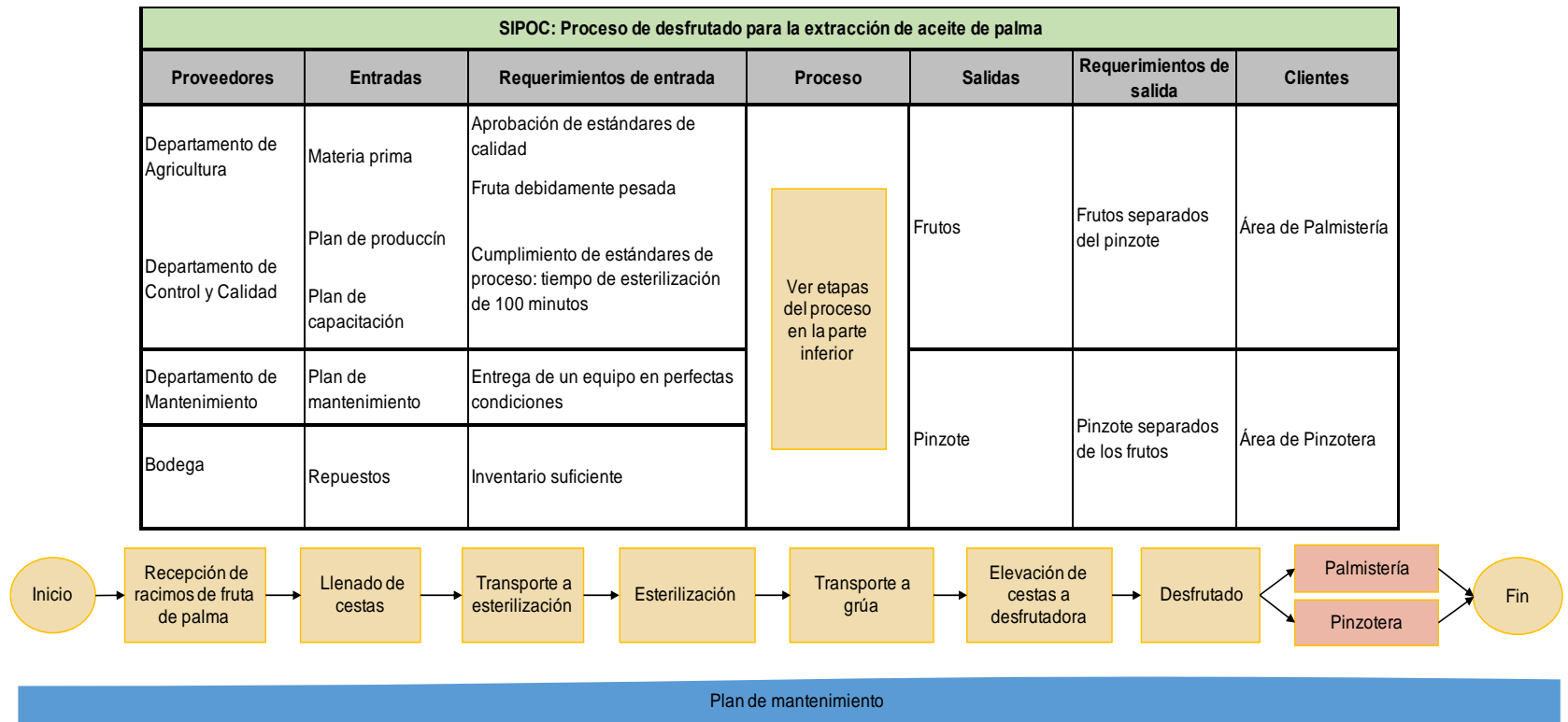


Figura 11. Diagrama SIPOC del área de desfrutado de los racimos de fruta de palma, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

El proceso de desfrutado para la extracción de aceite de palma cuenta con cinco categorías de proveedores, que son los encargados de brindar los recursos necesarios para el correcto desarrollo del proceso. Cabe destacar que se incluyen únicamente los proveedores que intervienen de forma directa en el proceso analizado. El departamento de agricultura por su lado es el encargado de proveer la materia prima, que corresponde principalmente a los racimos de fruta de palma y en conjunto con el departamento de control y calidad es el encargado de llevar los estándares de calidad de la fruta de palma para que previamente de haber sido pesada pueda ser utilizada en el proceso de producción.

El tercer proveedor es el área de producción que se encarga de proveer los planes de producción en conjunto con el plan de mantenimiento y los planes de capacitación. Sin embargo, se ha observado que la compañía no tiene documentación oficial ni existe evidencia de planes de capacitación en los últimos meses según los departamentos de producción y recursos humanos.

El departamento de mantenimiento es el cuarto proveedor, quien brinda la maquinaria necesaria para el proceso productivo, esta maquinaria debe encontrarse en correcto estado de funcionamiento, asimismo, debe haber cumplido el plan de mantenimiento preventivo y correctivo, además de asegurarse que se encuentren al día las revisiones. Sin embargo, desde los últimos meses del 2021 la productividad de la línea ha disminuido en un 7 %, como una de las posibles causas se observa el aumento en los tiempos de mantenimiento que no se determina si es debido a la falta de mantenimiento preventivo o a la forma de realizar el mantenimiento correctivo, pasando de 10 horas semanales a más de 24 horas. Esta situación, según lo determinado mediante las visitas y lo especificado por el encargado del área de producción;

ha impedido seguir el mantenimiento que se tenía planeado. Del mismo modo, si el departamento de mantenimiento no realiza un correcto plan de mantenimiento se afectan las etapas del proceso puesto que no se ejecutan de manera correcta debido las fallas que presenten los equipos y se da un aumento en los paros de producción a causa del mantenimiento correctivo.

La última categoría de proveedores es el área de bodega que se encarga de brindar las herramientas y los repuestos que sean necesarios para el desarrollo del proceso, así como ganchos, palas, entre otros. Se destaca que estas entradas no se encuentran del todo definidas y sus requerimientos varían de acuerdo con las necesidades del proceso.

De igual forma, durante las visitas se observa que el proceso no cuenta con un responsable asignado por tarea lo que se asocia inicialmente con operarios ociosos por períodos de hasta 20 minutos según las mediciones realizadas y en otras ocasiones paros de hasta 15 minutos en el proceso debido a que no se cuenta con un operario que pueda activar el transporte. Lo anterior, confirmado mediante las mediciones realizadas con el uso de la herramienta, planillas de inspección que se detalla en las siguientes secciones. Estos datos fueron confirmados al validar las especificaciones del proceso (si hay fruta, si hay fallas o si se está dando el correcto mantenimiento), además de estimaciones de la gerencia que se clasifican como otras causas en los reportes analizados.

Como se observa en la parte inferior del diagrama SIPOC, el proceso de desfrutado de la fruta de palma inicia con la recepción de los racimos los cuales son pesados por medio de la rampa y previamente validados con los estándares de calidad, seguidamente se activa el llenado de las cestas y el transporte de la materia prima hacia los esterilizadores. Una vez finalizada la

esterilización, se activa nuevamente el transporte hasta la grúa y con ayuda de dos operarios se engancha la cesta y es elevada por medio de la grúa hasta la maquina encargada de desfrutar los racimos de palma.

Una vez finaliza el desfrutado el producto inicial que correspondía a los racimos de fruta de palma es dividida en dos; los frutos del racimo y el pinzote. Estos corresponden a las entradas de las siguientes líneas de producción, es decir, Palmistería y Pinzotera. En la siguiente sección del documento se estudia a detalle el proceso de desfrutado para la extracción de aceite de palma.

Las salidas; el pinzote corresponde a la parte superior del racimo lo que se obtiene de la separación de los frutos y es la entrada del proceso de Pinzotera, para que pueda iniciar la extracción del aceite proveniente de la fibra pinzote y la fibra ser enviada al área de calderas. Por otro lado, los frutos deben encontrarse separados del pinzote para que el cliente; área de Palmistería pueda iniciar el proceso de separación de la nuez y la extracción del aceite de palma y aceite de palmiste.

De la misma manera, si las entradas al proceso se ejecutan de manera errónea, es decir, si no se cumplen con los estándares de calidad de los racimos de palma y los estándares del proceso, las salidas del proceso se ven afectadas. Si el proceso de calidad de la fruta se omite se podría estar aceptando fruta sin las condiciones óptimas, como un racimo verde el cual no contiene mucha cantidad de aceite en sus frutos, el racimo maduro que se considera el racimo más óptimo para la extracción de aceite, racimo sobre maduro el cual afectan el proceso de extracción ya que por la madurez aumenta la acidez, el escobajo que contiene muy poca fruta y disminuye la extracción y el pedúnculo largo el cual no es considerado como el más rentable

ya que posee mucho peso y no se extrae una buena cantidad de aceite. Así mismo, si los estándares de proceso no se efectúan de manera correcta el producto se ve afectado, es decir, si en la etapa de esterilización el proceso no se cumple en el tiempo, temperatura y presión según las especificaciones del proceso, da como resultado fruta cruda y mucha más cantidad de pinzote en los racimos, de este modo la extracción de aceite de palma de los frutos disminuye y aumentan los reprocesos de la fruta, seguidamente del proceso de desfrutado se vería un aumento en la obtención de fibrapinzote al proceso de Pinzotera ya que se obtiene mucho más cantidad de pinzote y menos frutos de palma.

Diagrama de flujo del proceso de desfrutado de los racimos de palma

Seguidamente, se describe el proceso de extracción de aceite de palma, mediante un diagrama de flujo, de acuerdo con las mediciones realizadas durante las visitas presenciales, información brindada por los encargados en las reuniones y delimitación de los procesos ofrecida por los operarios. A continuación, se detalla el abordaje de la herramienta diagrama de flujo con las etapas que conforman el proceso de desfrutado para producción de aceite de palma, mismo que se definió como el alcance del proyecto. Se destaca que la empresa a la fecha de realización del proceso no cuenta con un proceso de extracción de aceite de palma estandarizado ni documentado, por lo que el proceso que se describe a continuación es el que se realiza de forma cotidiana según la experiencia de los operarios. Del mismo modo, se recalca que actualmente la empresa no cuenta con asignación de responsables o encargados por tareas por lo que se asignan las tareas de acuerdo con lo observado, medido y descrito en las visitas realizadas.

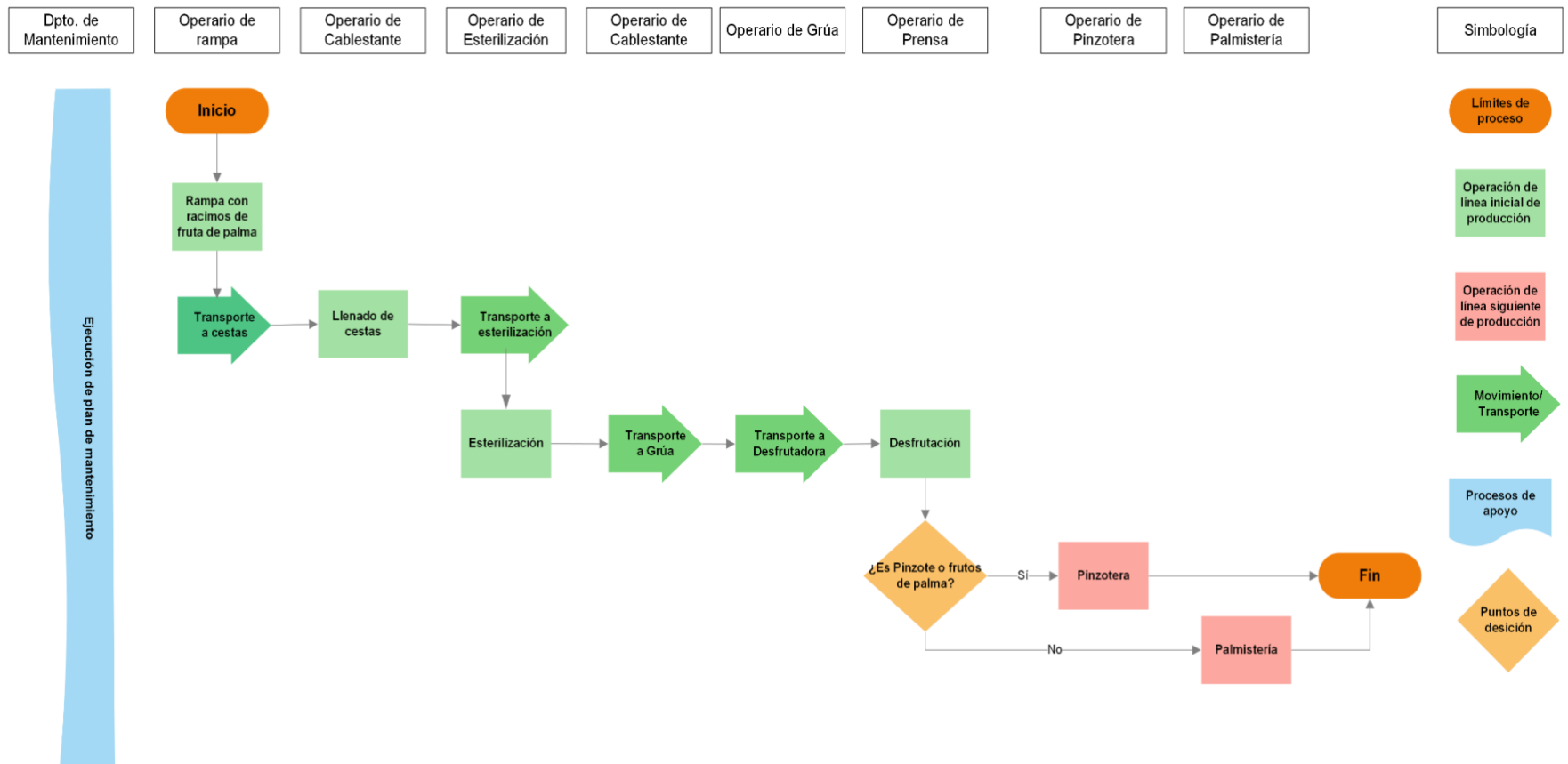


Figura 12. Diagrama de flujo, reconocimiento del proceso.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Descripción detallada del Proceso de desfrutado según el diagrama de flujo

A continuación, se detallan las etapas del proceso de desfrutado de los racimos de palma para la extracción de aceite de palma en la empresa *Latin America Agrialim S.A.*

4.1.2 Control de Calidad

Antes de la recepción de la fruta de palma se suele llevar un respectivo control de calidad, según los criterios y procedimientos de la planta extractora. Este proceso se lleva después de la recolección de los racimos, por medio de chequeadores asignados fuera de la compañía, los cuales verifican que la fruta se encuentre en buen estado antes de ser ingresada. Los racimos de fruta se clasifican de la siguiente manera:

- Racimo verde: es el racimo que contiene poca cantidad de aceite en sus frutos por lo que no genera rentabilidad en el proceso de extracción de aceite de palma.
- Racimo maduro: se le llama racimo maduro cuando en el proceso de recepción de racimos se desatan una cantidad máxima de 5 frutos. Se considera el mejor racimo para la extracción de aceite.
- Racimo sobre maduro: el racimo sobre maduro es cuando se desatan más de 5 frutos del racimo. Por su madurez se aumenta la acidez por lo que no se considera como el mejor racimo para extracción de aceite.
- Escobajo: es el racimo que tiene muy poca cantidad de frutos, incluso nada, esto se produce porque no se cosecho en el tiempo

óptimo y debido a esto perdió gran cantidad de frutos. No se considera rentable su extracción.

- Pedúnculo largo: se le llama así cuando el pedúnculo mide más de 20 cm de largo. No se considera rentable para la extracción de aceite porque sobrepasa el peso del racimo.

4.1.3 Recepción de racimos de fruta de palma fresca

El proceso de desfrutado de racimos de palma africana inicia con la recepción de racimos de fruta fresca. Los racimos de frutos de palma se envían a la compañía en un tiempo estimado de 24 horas y nunca mayor a 72 horas, este da inicio desde el momento de su recolección hasta la debida esterilización en proceso. Debido que, una vez que los racimos de palma llegan a un estado de madurez, comienza un proceso de descomposición del aceite, donde se forman ácidos grasos y se acelera una vez los racimos han sido cortados de la palma.

Los racimos que ingresan a la planta extractora son pesados por medio de basculas para camiones, seguidamente, los camiones se trasladan a los elevadores donde los racimos son descargados en la rampa y pesados para posteriormente ser trasladados por medio de las rastras a las cestas de almacenaje, siendo el primer equipo que se localiza en el proceso.

Finalmente, el fruto que se desprende de los racimos es recogido y colocado en las cestas de almacenaje para ser transportadas al esterilizador.

Seguidamente, se muestran imágenes de la descarga de los racimos de palma africana en la rampa para su debido procesamiento:

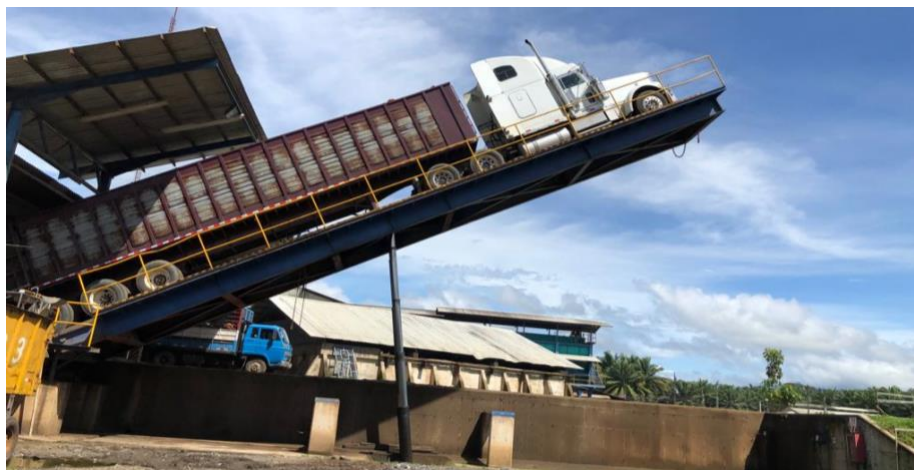


Figura 13. Camión de descarga de los racimos de fruta de palma,
Latin America Agrialim S.A.

Fuente: Elaboración propia, 2022.



Figura 14. Rampa de recepción de los racimos de fruta de palma,
Latin America Agrialim S.A.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se muestra anteriormente, los racimos de palma son depositados en la rampa por medio de un camión para ser elevados en las rastras las cuales se encargan de dirigir los racimos a las cestas de almacenaje para ser transportados sobre la línea férrea hacia el área de esterilización.

4.1.4 Esterilización

El proceso de esterilización se ejecuta mediante una cocina con forma cilíndrica en la cual se introducen los cestos con racimos de fruta cruda para ser debidamente cocinados a vapor durante un tiempo de 90 a 100 minutos. Para la ejecución de este proceso se dispone de 5 cocineros en los que se introducen 8 cestos por cocinero. Durante el proceso de esterilización se limpia el fruto, se inactiva la lipasa, se ayuda al desprendimiento de los frutos, se ablandan los tejidos de la pulpa, se deshidratan las almendras contenidas en las nueces para su posterior separación, se coagulan las proteínas, se realiza la hidrólisis y la descomposición del material mucilaginoso para posteriormente ser enviadas al área de desfrutado de racimos. En la siguiente imagen se observa la carga de los cestos al cocinero:



Figura 15. Área de esterilización de los cestos con racimos de fruta de palma cruda, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se muestra en la figura 15, en el área de esterilización se ingresan los cestos con racimos de fruta de palma cruda, la cual se somete a altas temperaturas para ser esterilizada y eliminadas las impurezas.

4.1.5 Transporte

Después de que las cestas con frutos cocinados salen del esterilizador, se colocan en la línea férrea por la que se dirigen al área de grúa para ser elevadas y mediante acción de la gravedad son volteadas y descargadas en las tolvas del desfrutador. Posteriormente, se muestran los cestos en la línea férrea para ser debidamente transportados:



Figura 16. Área de transporte de los cestos con racimos de fruta de palma, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

4.1.6 Desfrutado

En el proceso de desfrutado, se da la separación de los frutos del racimo, mediante un tambor con movimientos giratorios. Durante este proceso se siguen dos caminos, el pinzote es dirigido al área de Pinzotera y usado en las calderas como combustible y los frutos salientes del tambor son transportados al digestor para ser enviados al área de Palmistería donde se extrae el aceite de la nuez y la almendra. En la imagen siguiente se observa el proceso de desfrutación de los racimos de palma.



Figura 17. Área de desfrutado de los racimos de fruta de palma, *Latin America Agrialim S.A.*

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se observa en la imagen anterior, los racimos de palma son elevados por medio de la grúa y depositados en la desfrutadora para seguidamente el pinzote y los frutos sean separados mediante el tambor giratorio que se observa por debajo. Después, los frutos del racimo separados son enviados por el camino del digestor y la fibra por el proceso de prensado

para ser extraído el aceite y finalmente ser enviado hacia los tanques de clarificación.

Como se describe anteriormente y se aprecia con el diagrama de flujo, la ejecución del proceso de desfrutado se da de manera correcta y cumple cada etapa durante el proceso. Los operarios de cada área llevan a cabo cada etapa a como es descrita en el diagrama, sin embargo, con ayuda del diagrama SIPOC se evaluaron detenidamente las entradas, salidas y los requerimientos de cada una y se observa que el proceso mantiene deficiencias y errores que retrasan la extracción de aceite de palma, deficiencias que al ser un retraso disminuyen la productividad de la compañía.

Para determinar las deficiencias se procede a ejecutar las siguientes planillas de inspección por medio de auditorías al proceso de desfrutado y una encuesta a los encargados de producción para seguidamente confirmar la disminución de la productividad por medio de mediciones que registran los motivos principales que no permiten aumentar la productividad.

Planillas de inspección

En esta sección se presenta el abordaje de la herramienta para el diagnóstico de los procesos, mediante el uso de la herramienta planillas de inspección, que permite conocer aspectos del proceso que no sigan una estandarización y validar si se requiere. Para su abordaje se realizó una observación del proceso en que se destacaron aspectos de relevancia de 15 diferentes tandas de producción, con una duración promedio de 3 horas cada tanda.

A continuación, se detalla la planilla de inspección diseñada y abordada mediante el ejemplo de unas de las mediciones realizadas para la producción.

Tabla 6. Diseño de planilla de inspección

Fecha	12/4/2022	Hora	9:50 a. m.	Turno	1		
Etapa	Notas del proceso			Duración	Unidad	Variable cuantitativas	Encargado
	Antes	Durante	Despues				
Inicio del proceso							
Rampa con racimos	Paro por falta de fruta=30 min T. limpieza= 20 min	Descarga de fruta manual no con rampa= 6,20 min		36:20	min		GerardoBermudez
Transporte a cestas	Se pego la rampa y tuvo que desatorar			02:27	min		GerardoBermudez
Llenado del cestas		T. efectivo= 3 min Limpieza= 3:20 min		06:20	min		Bryan Calderon
Transporte a esterilización		T. efectivo		03:02	min		Victor Piedra
Esterilizado		T. efectivo		106	min	temperatura de 140 °	Victor Piedra
Transporte a grua	T.espera de salida porcambio por almuerzo= 10min	T. efectivo= 3:10 min		13:15	min		Alejandro Valverde
Elevación de cestas a desfrutadora		1 Grúa, T. efectivo		01:20	min		Alejandro Valverde
Desfrutado				06:00	min		William León (Prensas)
Final del proceso							
Tiempo total	2 horas y 54 min						
Notas sobre la variabilidad del procesp	Esterilización : T.Cocinado: 100 minutos (se debe purgar de forma manual), max 120 minutos de cocinado, Presión: 40.0 y Temperatura: 140 ° (5 esterilizadores, conforme va saliendo uno entra una nueva tanda de canastas a ser cocinadas)						

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al realizar las 15 mediciones del proceso, se identifican inconsistencias en la forma en la que se desarrolla el proceso, el encargado de la actividad y variables cuantitativas como el tiempo, temperatura y presión. A continuación, se detalla un resumen de los principales aspectos que se identifican, en el Anexo 1, se detalla la planilla de inspección para las 15 mediciones realizadas.

La forma en la que se realiza el proceso es establecida por los encargados, de manera en que no se identifican inconsistencias como una tarea que no se realice o una tarea extra. Sin embargo, al evaluar el proceso se identifican paros en la producción que producen un retraso en el proceso y disminución de la calidad. A continuación, se detalla una lista de los retrasos identificados en las mediciones.

- La diferencia promedio entre el tiempo efectivo de producción y el tiempo real es de 45 minutos, en el que se identifican causas de retraso como: daño en la rampa de transporte, esperas por falta de mano de obra, esperas por limpieza, falta de herramientas, entre otras.
- Se identifican esperas en el proceso por falta de mano de obra disponible con un promedio de 10 minutos.
- Se identifican tiempos de limpieza durante el proceso por un mal manejo de las cestas que ocasiona un retraso de 20 minutos en promedio para etapas como la esterilización y transportes, y de 3 a 5 minutos para el llenado de cestas.
- Se identifican tiempos ociosos para los operarios de hasta 15 minutos en promedio, debido a que no se encontraban realizando ninguna tarea por colas en el proceso.

- Se cuenta con tiempo de espera por falta de cestas para la esterilización de 20 minutos en promedio.
- El proceso se retrasa por hasta 30 minutos por falta de fruta para continuar la producción.
- Se identifica un retraso de 40 minutos en el proceso de producción, ocasionado por el daño de una cesta de transporte que se debió remplazar con anterioridad.

Además, se identifican inconsistencias en la persona encargada de realizar las tareas, lo que causa que para la tarea de transporte a grúa en algunas ocasiones se realice solo por un operario con una duración de 15 minutos, mientras que para los procesos en los que la tarea es realizada por dos operarios se tiene una duración menor a los 5 minutos.

Caso contrario al que se identifica para la tarea de llenado de cestas en la que para los procesos en los que se realiza por dos operarios se tiene una duración de 13 minutos, mientras que para las ocasiones en que es realizado por un solo operario es de únicamente 3 minutos. Lo anterior se resume en un aumento de 45 minutos entre el tiempo de producción y el tiempo real que se utiliza actualmente para la producción que al expandirse para las 15 tandas analizadas, presentan más de 11 horas y 15 minutos.

Además, se identifica una inconsistencia de hasta un 50 % en los parámetros de esterilización; temperatura, tiempo y presión ya que van desde los 100 hasta los 120 minutos, la temperatura entre los 100°C y 150°C, y la presión entre 30 y 60 pascales.

Estas situaciones identificadas, son el resultado de la falta de estandarización respecto a quien debe realizar la tarea y las diferentes formas en las que se identifica que se pueden desarrollar, según la experiencia y

conocimientos de los operarios. Esta afirmación se respalda al observar la variabilidad en los tiempos efectivos y reales en el mismo proceso, y entre la duración total de diferentes tandas de producción. A continuación, se detalla una tabla que muestra los tiempos por tarea y tiempos totales en varias mediciones.

Tabla 7. Muestra de tiempos no estandarizados

Tarea	Medición 1		Medición 2		Medición 3		Medición 4	
	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real
Rampa con racimos	6	36,20	7	14	11,2	11,2	5	7,51
Transporte a cestas	2,27	2,27	4	41	1,15	1,15	2,1	2,1
Llenado de cestas	3	6,20	1	38	1,57	2,51	3,15	3,15
Transporte a esterilización	3,20	3,20	5	15	2,5	22	4,2	8,45
Esterilización	106	106	101	101	103	103	102	102
Transporte a grúa	3,10	13,15	15	15	1,2	5,2	1	6,42
Elevación de cestas a desfrutadora	1,20	1,20	1,5	1,50	2,5	4	2,3	6,53
Desfrutado	6	6	7	7,00	5	13	6,5	25,1
Total en minutos	130,77	174,22	141,5	232,5	128,12	162,06	126,25	161,26
Total en horas	2 horas y 11 minutos	2 horas y 54 minutos	2 horas y 21 minutos	2 horas y 52 minutos	2 horas y 8 minutos	2 horas y 42 minutos	2 horas y 6 minutos	2 horas y 41 minutos

Fuente: Elaboración propia, 2022

Encuesta a encargados de producción

Debido a que durante las etapas y uso de herramientas de medición se identifican algunos aspectos del proceso, se procede a realizar una encuesta a los encargados y operarios de producción, para validar la relación de los aspectos identificados con la disminución de la productividad. A continuación, se presentan una serie de gráficos con los resultados obtenidos.

¿Considera usted que la línea de producción cuenta con operarios ociosos?
5 respuestas

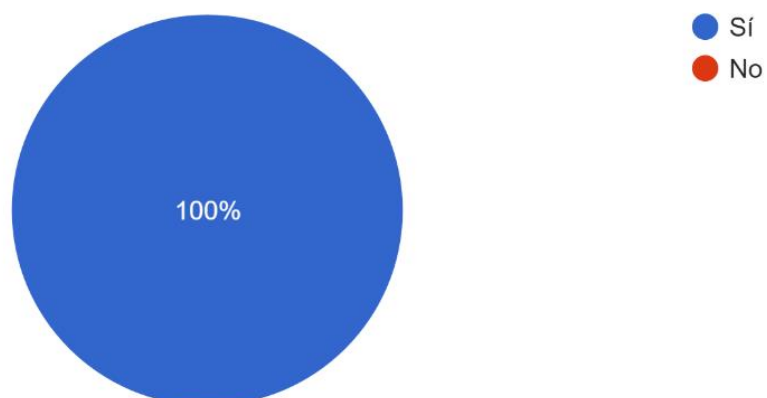


Figura 18. Tendencia a operarios improductivos

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al evaluar la pregunta, a los operarios y encargados, se determina que en un 100 % se consideran tiempos con operarios ociosos.

Si la respuesta anterior fue afirmativa, califique de acuerdo a la siguiente escala la relación entre la disminución de la productividad y los operarios ociosos

5 respuestas

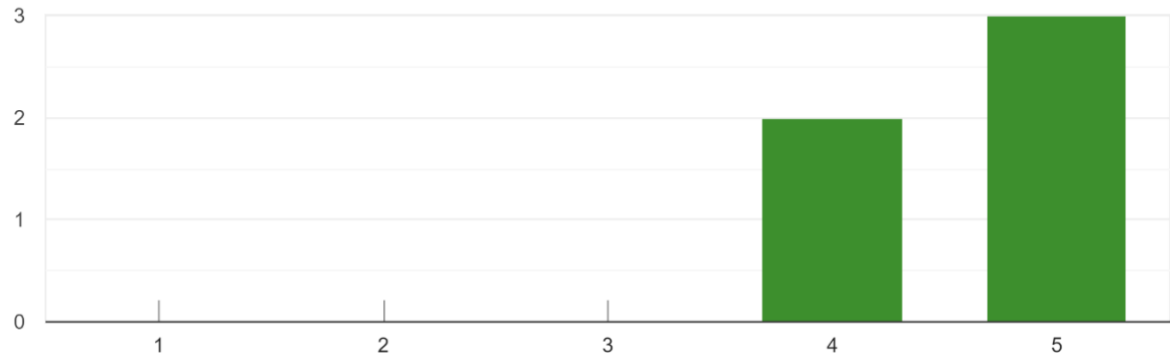


Figura 19. Relación entre los operarios ociosos y la disminución de la productividad

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Con la evaluación de la pregunta se demuestra que las personas involucradas en la producción se encuentran conscientes de la relación entre estos tiempos ociosos y la disminución de la productividad de meses anteriores. Esta información se puede validar al analizar los resultados obtenidos en las planillas de inspección, para el que se cuenta con tiempos improductivos por operarios ociosos de 15 minutos en promedio.

¿Cuenta la empresa con puestos de trabajo definidos y asignación de responsables por tarea?

5 respuestas

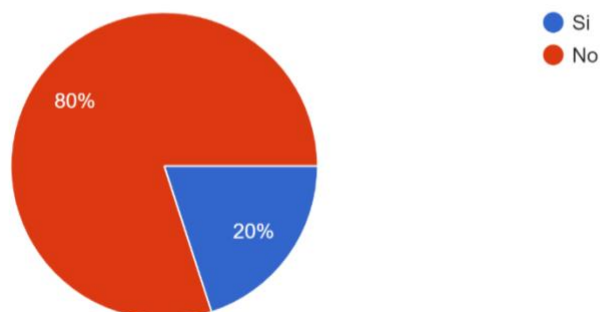


Figura 20. Asignación de responsables

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al analizar los resultados, se evidencia que en un 80 % los operarios o encargados afirman que no se cuentan con una división de tareas o asignación de responsables para el proceso.

Si la respuesta anterior negativa, califique de acuerdo a la siguiente escala la relación entre la disminución de la productividad y los puestos de trabajo no asignados

5 respuestas

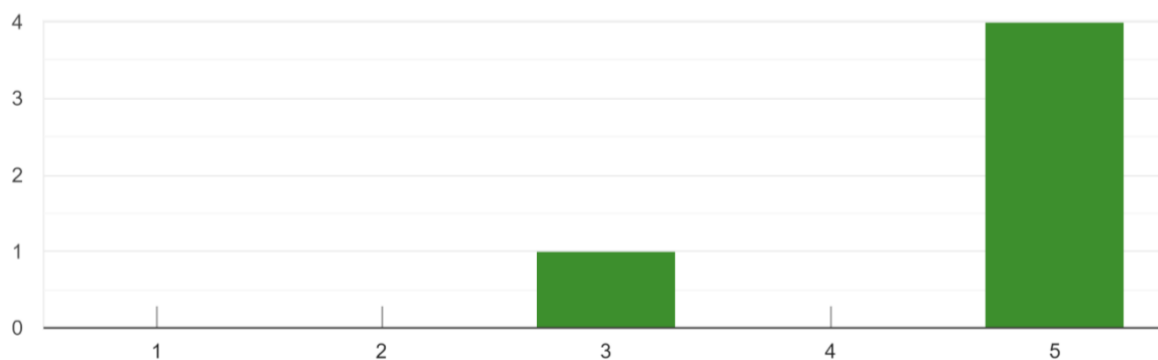


Figura 21. Asignación de responsables

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al validar si esta característica de falta de estandarización del proceso se relaciona con la disminución de la productividad, se determina que en un 80 % se considera que existe una relación directa.

Para validar que la falta de asignación de responsables y tiempos ociosos se relacionan con la estandarización, se cuestiona a los entrevistados si consideran que el proceso esta estandarizado o se encuentra documentado.

¿El proceso se encuentra documentado y estandarizado?

5 respuestas

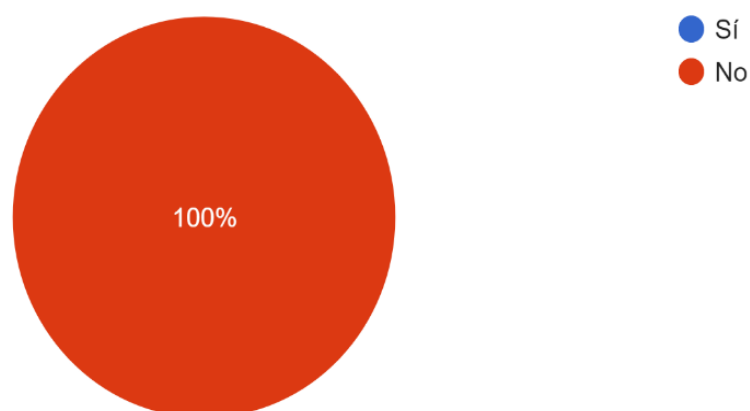


Figura 22. Asignación de responsables

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al analizar los resultados, se determina que el 100 % de los encuestados consideran que el proceso no se encuentra estandarizado.

Si la respuesta anterior negativa, califique de acuerdo a la siguiente escala la relación entre la disminución de la productividad y la desestandarización del proceso

5 respuestas

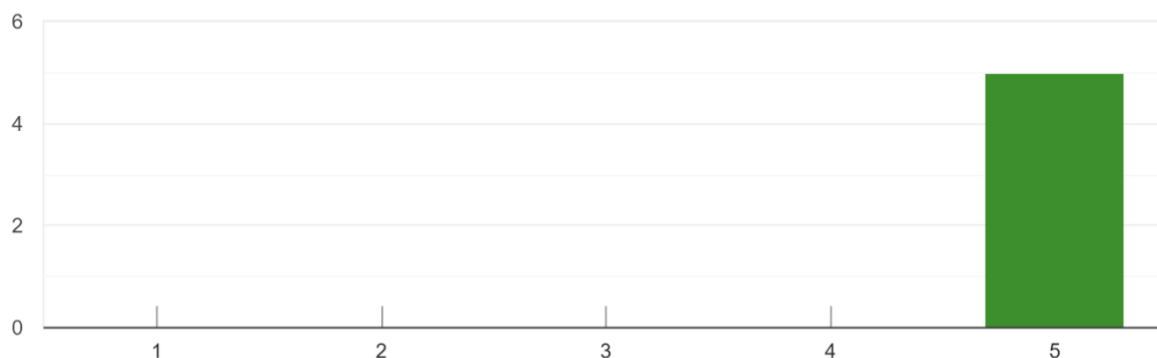


Figura 23. Asignación de responsables

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al valorar la relación entre la desestandarización y la disminución de la productividad, se identifica que en un 100 % los encuestados coinciden que se relaciona directamente.

Mediciones de productividad

En esta sección, se detallan las mediciones realizadas durante el abordaje de la etapa. Se destaca que la empresa previo a la fecha de diciembre no realizaba mediciones de horas de producción respecto a las totales; sin embargo, debido a la disminución de la producción se inició con las mediciones a partir del último mes del 2021.

La empresa no calcula o mide como tal la productividad de la línea debido a que se rige únicamente por la cantidad producida durante la semana,

por esta razón se realiza un estudio de los tiempos productivos he improductivos semanalmente a partir de diciembre del 2021 a marzo del 2022, ya que previo a la fecha no se cuenta con los datos necesarios.

A continuación, se muestra una tabla que detalla las horas de productivas respecto a las improductivas. Además, se detalla una columna con las mediciones de productividad realizadas para el proyecto, se miden respecto a la siguiente formula:

$$Productividad = \frac{Horas\ de\ producción}{Total\ de\ horas - horas\ de\ mantenimiento\ preventivo}$$

Tabla 8. Medición de la productividad de la línea de extracción de aceite de palma

Mes	Semana	Horas de producción	Total de horas	Horas de mantenimiento preventivo	Medición de productividad	Meta de la empresa
Diciembre, 2021	1	95,74	98	0	97,7%	95%
	2	139,17	146	0	95,3%	95%
	3	135,16	158	10	91,3%	95%
	4	80,13	95,96	0	83,5%	95%
	5	99,84	111	0	89,9%	95%
Enero, 2022	1	132,25	147	10	96,5%	95%
	2	100,25	120	10,67	91,7%	95%
	3	122,26	142	0	86,1%	95%
	4	146,5	161	8,5	96,1%	95%
Febrero, 2022	1	105,58	117	0	90,2%	95%
	2	120,59	151	11,5	86,4%	95%
	3	120,83	151	23	94,4%	95%
	4	121,83	154	24	93,7%	95%
Marzo, 2022	1	106,92	119	0,33	90,1%	95%
	2	131,58	142	0	92,7%	95%
	3	96	116	13	93,2%	95%
	4	120,5	144	10	89,9%	95%

Fuente: Elaboración propia, 2022

Según la tabla anterior, desde la semana 1 del mes de diciembre a la semana 4 del mes de marzo del 2022, se ha presentado una disminución en la productividad aproximadamente de hasta un 7 %.

Es importante destacar que el tiempo de mantenimiento preventivo no es considerado dentro del tiempo total debido a que la empresa lo considera parte del proceso y es previamente planeado. Sin embargo, no se cuenta con una diferenciación entre el tiempo de mantenimiento preventivo y el tiempo de mantenimiento correctivo.

A partir de la medición de productividad, se procede a realizar un gráfico de líneas que muestra la tendencia de la productividad, se destaca que la línea naranja corresponde al 95 % fijado por la empresa como la tasa de horas productivas meta; mientras que la línea puntuada es la tendencia de la productividad.

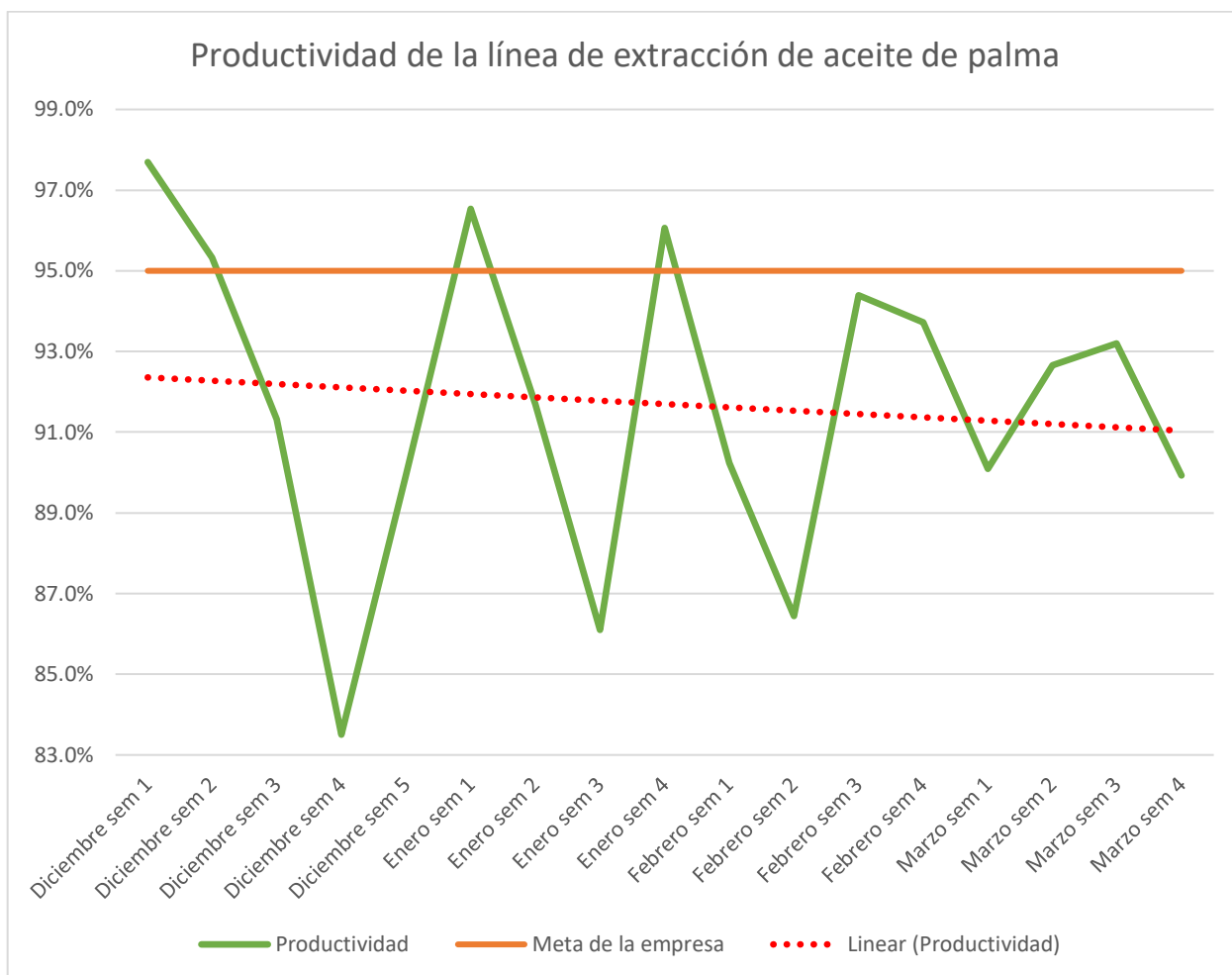


Figura 24. Tendencia de la productividad de la línea de extracción de aceite de palma

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A partir del estudio de tendencias, se identifica una disminución considerable de la productividad de la línea de producción de aceite de palma, debido a que durante esas semanas no se registraron tantas horas de mantenimiento y desabastecimiento de materia prima, como se ve en las tablas siguientes. Para la primera semana de diciembre la productividad se

encontró por encima de la expectativa fijada por la empresa de un 95 %, sin embargo, decayó hasta 90 % para la última semana de marzo.

Se resalta que solo tres semanas posteriores al inicio de las mediciones alcanzaron la productividad meta de la empresa y la cuarta semana de diciembre fue la que presentó la disminución más considerable, decayendo hasta un 83,5 %.

Disminución de la productividad en dólares

A continuación, se muestra la equivalencia de la disminución de la productividad en dólares según el mercado extranjero ya que en el mercado local no se encontraron datos relacionados y por temas de confidencialidad la empresa *Latin America Agrialim S.A* no cuenta con los datos directos.

El precio por tonelada de aceite de palma se fija de forma mensual a nivel nacional e internacional. Según diferentes asociaciones que comparten en sus sitios web las actualizaciones del precio por tonelada, para este estudio se tomará el precio referencial de los últimos meses del 2021 y los primeros meses del 2022 para obtener un promedio del precio en el mercado.

Tabla 9. Precio promedio por tonelada de aceite de palma en el mercado internacional

Mes	Precio
sep-21	\$ 1.181,38
oct-21	\$ 1.310,25
nov-21	\$ 1.340,65
dic-21	\$ 1.270,29
ene-22	\$ 1.344,79
feb-22	\$ 1.522,36
mar-22	\$ 1.776,96
Promedio	\$ 1.392,38

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según la tabla anterior, se contempla que el precio promedio de aceite de palma está por encima de 1.392,38 dólares, pero de acuerdo con la información obtenida se plantea que para los siguientes meses del 2022 el precio por tonelada seguirá su alza por arriba de los 1000 dólares. Por lo que para las mediciones siguientes se utilizará el precio por tonelada de aceite de palma del mes de marzo del 2022 que se establece para 1.776,96 dólares para obtener una medición más aproximada a la actualidad.

Tabla 10. Medición de la productividad en dólares según el mercado internacional

Fecha	Meta de la empresa	Productividad	\$ a la semana meta	\$ a la semana
Diciembre 2021, sem 1	95%	97,7%	\$ 10.938.965,76	\$ 11.249.157,70
Diciembre 2021, sem 2	95%	95,3%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.976.033,63
Diciembre 2021, sem 3	95%	91,3%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.989.936,57
Diciembre 2021, sem 4	95%	83,5%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.134.423,99
Diciembre 2021, sem 5	95%	89,9%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.839.156,23
Enero 2022, sem 1	95%	96,5%	\$ 10.938.965,76	\$ 11.115.468,47
Enero 2022, sem 2	95%	91,7%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.030.470,30
Enero 2022, sem 3	95%	86,1%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.418.295,45
Enero 2022, sem 4	95%	96,1%	\$ 10.938.965,76	\$ 11.061.663,39
Febrero 2022, sem 1	95%	90,2%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.871.247,91
Febrero 2022, sem 2	95%	86,4%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.456.128,18
Febrero 2022, sem 3	95%	94,4%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.326.212,76
Febrero 2022, sem 4	95%	93,7%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.251.493,83
Marzo 2022, sem 1	95%	90,1%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.855.854,21
Marzo 2022, sem 2	95%	92,7%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.136.261,37
Marzo 2022, sem 3	95%	93,2%	\$ 10.938.965,76	\$ 10.195.540,90
Marzo 2022, sem 4	95%	89,9%	\$ 10.938.965,76	\$ 9.836.905,78

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según la meta propuesta por la empresa de un 95 % equivale aproximadamente 42,75 toneladas de racimos de fruta de palma del 100 % de capacidad de la planta de 45 toneladas por hora de producción, equivalente a \$10.938.965,76 si se laboran 144 horas semanales, según el precio de venta de aceite de palma en el mercado local que es de \$1.776,96 por tonelada de aceite de palma. A diferencia de extraer el 100 % de la capacidad de la planta de 45 toneladas por hora daría como resultado \$11.514.700,80 semanales, dejando por fuera un 5 % que es igual a \$575.735,04 semanales.

Ante la baja en la productividad durante las semanas posteriores a diciembre 2021 hasta marzo del 2022, se muestra una disminución importante de casi un 8 % que implica una pérdida en posibles ventas por la falta de producción de hasta \$1.412.251,92.

Se resalta que solo tres semanas posteriores al inicio de las mediciones se alcanzó la productividad meta de la empresa y la cuarta semana de diciembre fue la que presentó la disminución más considerable, decayendo hasta un 83,5 %. Como se muestra anteriormente, durante esta semana se observa la mayor disminución en la productividad con una disminución de un 11,5%, equivalente en dólares en \$9.134.423,99 y una diferencia de \$1.804.541,77, según el 95 % meta de la compañía.

A partir de la medición de productividad en dólares, se muestra un gráfico de líneas que muestra la tendencia de la productividad, se destaca que la línea naranja corresponde al 95 % equivalente a \$10.938.965,76 semanales según la capacidad de la compañía de 45 toneladas por hora, mientras que la línea puntuada es la tendencia de la productividad en dólares por semana.

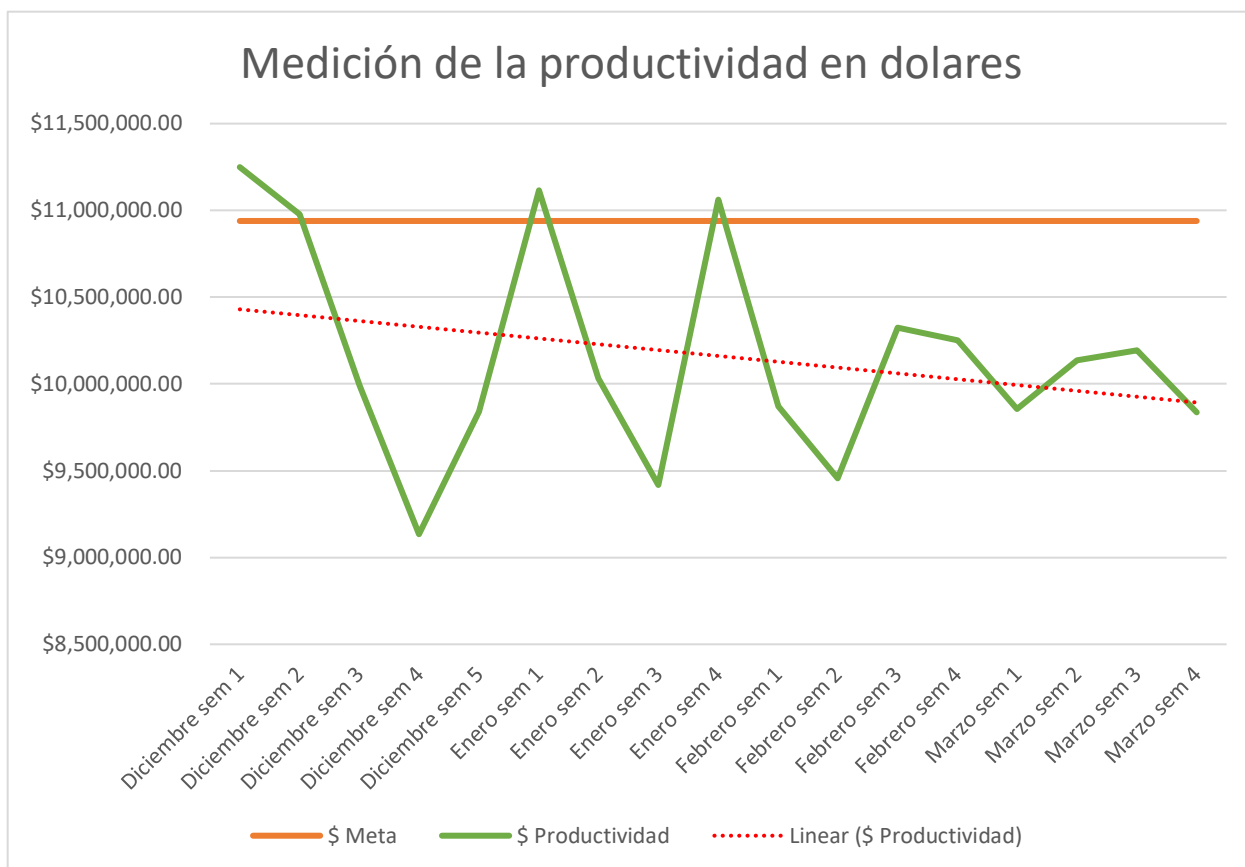


Figura 25. Tendencia de la productividad en dólares

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se muestra anteriormente, se identifica una disminución considerable de la productividad de la línea de producción de aceite de palma. Para la primera semana de diciembre la productividad en dólares alcanzó y supero la meta planteada de un 95 %, sin embargo, para las siguientes semanas se mantuvo una decadencia de hasta 89,9 % para la última semana de marzo y solo tres semanas posteriores a las mediciones alcanzaron la productividad meta.

En la siguiente etapa del capítulo, que corresponde al análisis de hallazgos, se presenta un estudio de las posibles causas que produjeron la disminución de la productividad.

Mediciones con respecto a causas identificadas en los paros de producción

En esta sección, se detallan las mediciones realizadas durante el abordaje de la etapa. Seguidamente, por medio de una tabla se evidencian los tiempos identificados en paros de producción por mantenimiento y por desabastecimiento de materia prima.

4.1.7 Paros por mantenimiento de equipos

Ante los paros de producción se observa en los reportes que uno de los principales motivos de paros se debe al mantenimiento de equipos para el proceso de producción inicial de aceite de palma de los equipos; rampa, líneas férreas, cestas, esterilizadores, grúas y desfrutadora. Durante la semana se establece un día de paro por mantenimiento que se denomina el lunes, en el que se realizan los mantenimientos preventivos y la limpieza de máquinas. Sin embargo, estas horas no son suficientes y durante la semana se registran nuevas horas de mantenimiento, más no se diferencian las horas de mantenimiento preventivo con las de mantenimiento correctivo durante el proceso de extracción de aceite de palma africana. Del mismo modo, no se identifica de manera concreta a que equipos se les da mantenimiento durante la semana, debido a que el reporte que es enviado al área de producción solo detalla el tiempo determinado para mantenimiento más no la máquina en específico, debido que, el encargado directo es el departamento de mantenimiento.

Seguidamente, se muestra una tabla con las horas semanales de mantenimiento desde la semana 1 de diciembre del 2021 hasta la semana 4 de marzo del 2022.

Tabla 11. Medición de paros por mantenimiento de equipos

Fecha	Horas de mantenimiento
Diciembre 2021, sem 1	0
Diciembre 2021, sem 2	0
Diciembre 2021, sem 3	10
Diciembre 2021, sem 4	0
Diciembre 2021, sem 5	0
Enero 2022, sem 1	10
Enero 2022, sem 2	10,67
Enero 2022, sem 3	0
Enero 2022, sem 4	8,5
Febrero 2022, sem 1	0
Febrero 2022, sem 2	11,5
Febrero 2022, sem 3	23
Febrero 2022, sem 4	24
Marzo 2022, sem 1	0,33
Marzo 2022, sem 2	0
Marzo 2022, sem 3	13
Marzo 2022, sem 4	10

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A partir de la tabla, se puede observar que durante algunas semanas no se da ningún tipo de reporte de mantenimiento de equipos, de igual modo se observa que durante semanas siguientes hay una gran cantidad de horas de mantenimiento que pueden estar siendo afectadas debido a semanas anteriores que no hubo ningún tipo de mantenimiento preventivo. Así mismo, según los reportes diarios se pudo observar que solo la tercera y cuarta semana de febrero se registraron 23 y 24 horas de mantenimiento en el día

establecido por producción para el mantenimiento preventivo y limpieza de equipos, siendo estas semanas las más altas en registrar mantenimiento.

En base a la tabla anterior, se muestra un gráfico de barras con las horas de mantenimiento según el departamento de mantenimiento.

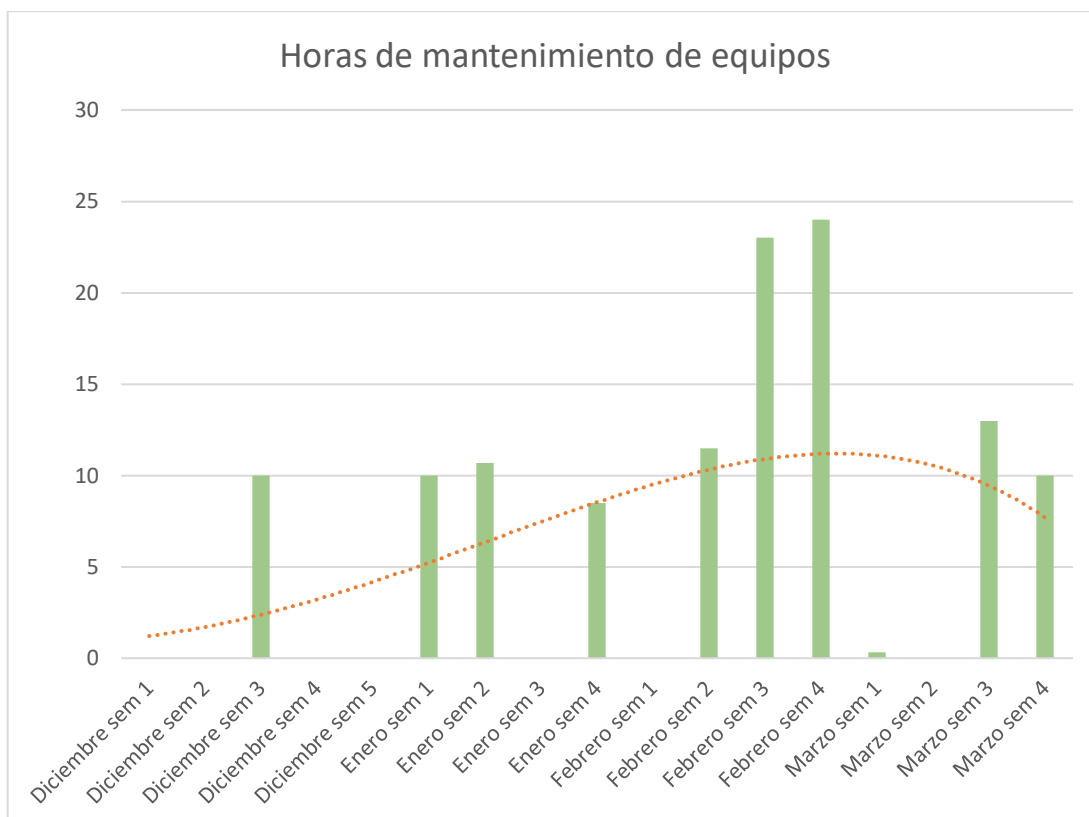


Figura 26. Horas de paro por mantenimiento de equipos

Fuente: Elaboración propia, 2022.

4.1.8 Paros por desabastecimiento de materia prima

Otra de las razones principales de paros de producción se debe al desabastecimiento de racimos de fruta de palma. En la tabla siguiente se

observan las horas semanales registradas desde el mes de diciembre de 2021 hasta el mes de marzo del 2022.

Tabla 12. Medición de paros por desabastecimiento de materia prima

Fecha	Horas paradas por de falta de fruta
Diciembre 2021, sem 1	0,00
Diciembre 2021, sem 2	0,00
Diciembre 2021, sem 3	6,00
Diciembre 2021, sem 4	11,00
Diciembre 2021, sem 5	8,83
Enero 2022, sem 1	0,00
Enero 2022, sem 2	6,83
Enero 2022, sem 3	10,16
Enero 2022, sem 4	0,83
Febrero 2022, sem 1	7,50
Febrero 2022, sem 2	0,84
Febrero 2022, sem 3	0,00
Febrero 2022, sem 4	0,00
Marzo 2022, sem 1	0,00
Marzo 2022, sem 2	5,00
Marzo 2022, sem 3	0,00
Marzo 2022, sem 4	4,42

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según la tabla anterior, desde la semana 1 del mes de diciembre a la semana 4 del mes de marzo del 2022, se han presentado múltiples paros en la producción debido a la escasez de materia prima para proceso.

A partir de estas mediciones, se procede a realizar un gráfico de barras que muestra la cantidad de paros de producción según las horas identificadas. Se destaca que las barras representan las horas de paros por

desabastecimiento de materia prima según la semana de cada mes, mientras que la línea punteada es la tendencia de las mediciones.

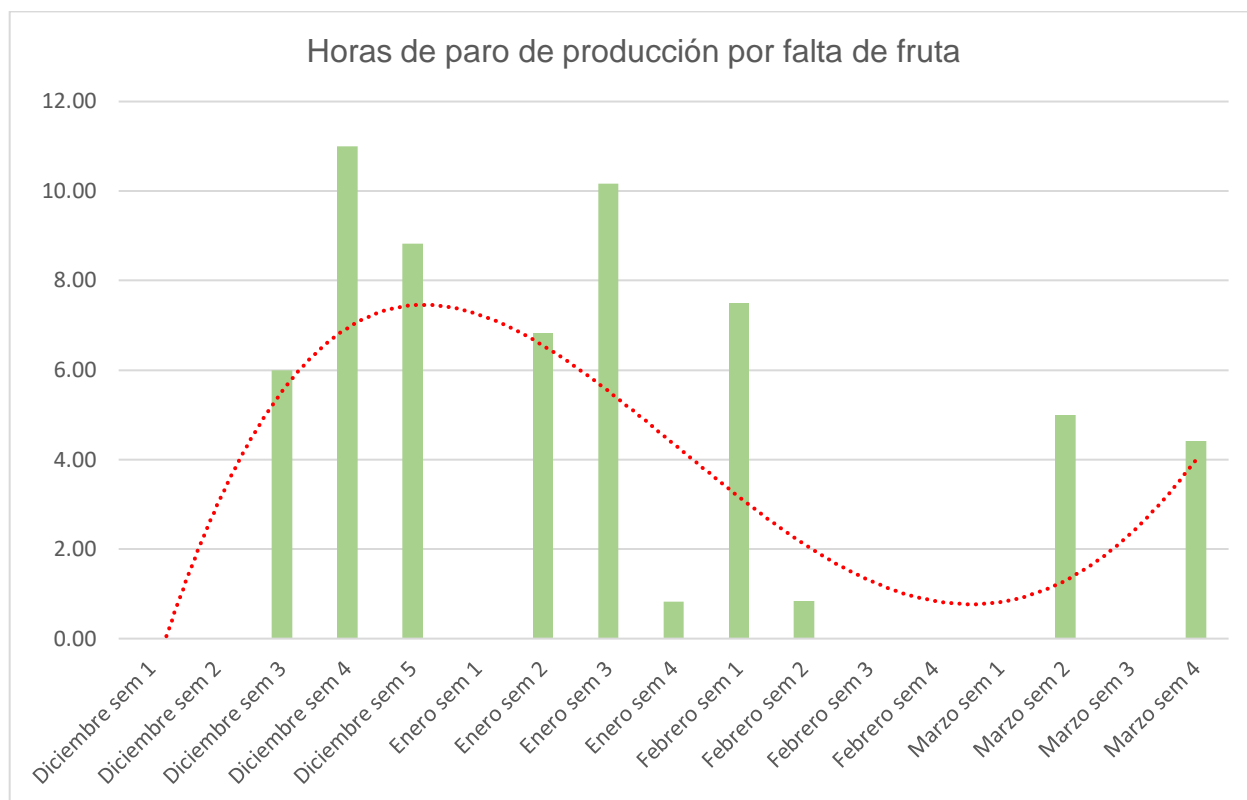


Figura 27. Horas de paro por desabastecimiento de materia prima

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A partir del gráfico de barras, se identifica que, para la última semana de diciembre del 2021 y la tercera semana de enero del 2022, se dan los mayores paros de producción debido a la falta de materia prima, viendo que para una de las semanas de diciembre se obtuvo un paro de hasta 11 horas y para enero 10 horas.

Se resalta que el mes de febrero es el que obtiene menos paros por falta de fruta llegando a 8,84 horas de paro y el mes de diciembre es el que obtiene más cantidad de horas llegando hasta las 25, 83 horas. Asimismo, se observa que durante siete semanas posteriores al inicio de las mediciones no se obtuvieron paros en la producción por falta de fruta. Del mismo modo, se observa que durante el tiempo de las mediciones se da una disminución considerable en los paros por desabastecimiento de materia prima para la última semana de marzo se observa que mantienen por hasta 4 horas semanales.

ETAPA III: ANALIZAR

La etapa de analizar corresponde a la tercera del ciclo DMAIC y se enfoca en analizar los hallazgos de las mediciones y diagnóstico de la etapa anterior; con el fin de determinar las posibles causas de la problemática y priorizar las oportunidades de mejora para su posterior desarrollo en el capítulo cinco.

En esta sección se detallan las posibles causas de la disminución de la productividad de la línea de producción de extracción de aceite de palma, enfocada en el proceso de desfrutado. La etapa inicia con la descripción detallada de las horas no productivas en comparación con las productivas y su respectivo análisis mediante un gráfico de Pareto, posteriormente se realiza un resumen de las causas definidas mediante un diagrama Ishikawa con las 6M y se priorizan las oportunidades de mejora mediante la herramienta matriz multicriterio.

Análisis de tiempo laboral no dedicado a la extracción de aceite de palma

De acuerdo con los hallazgos de la etapa de medición, se determina una disminución del 7 % en la productividad de la línea de producción de extracción de aceite de palma, por este motivo se identifica la necesidad de analizar las causas o clasificación de las horas no productivas. Se destaca que la empresa no realiza este análisis por lo que para su abordaje se realiza un estudio de los registros de producción.

Mediante este estudio se determinan tres tipos de horas improductivas. La primera corresponde a las horas de mantenimiento, la segunda a las horas

en que no se procesó por falta de materia prima y la tercera agrupa las causas no recurrentes que no son consideradas por la empresa ni los registros, sin embargo, mediante el diagnóstico de la situación actual se identifican las siguientes causas dentro de esta categoría.

- Paros en el proceso debido a operarios realizando otras tareas por hasta 15 minutos.
- Cortes de energía que van desde los 3 a los 20 minutos.
- Maquinas esterilizadoras ocupadas que retrasan el proceso por hasta 10 minutos.

Con esta información, se procede a diseñar un diagrama de Pareto que resumen de manera grafica la cantidad de horas de diciembre a marzo de acuerdo con cada categoría y el porcentaje acumulado.

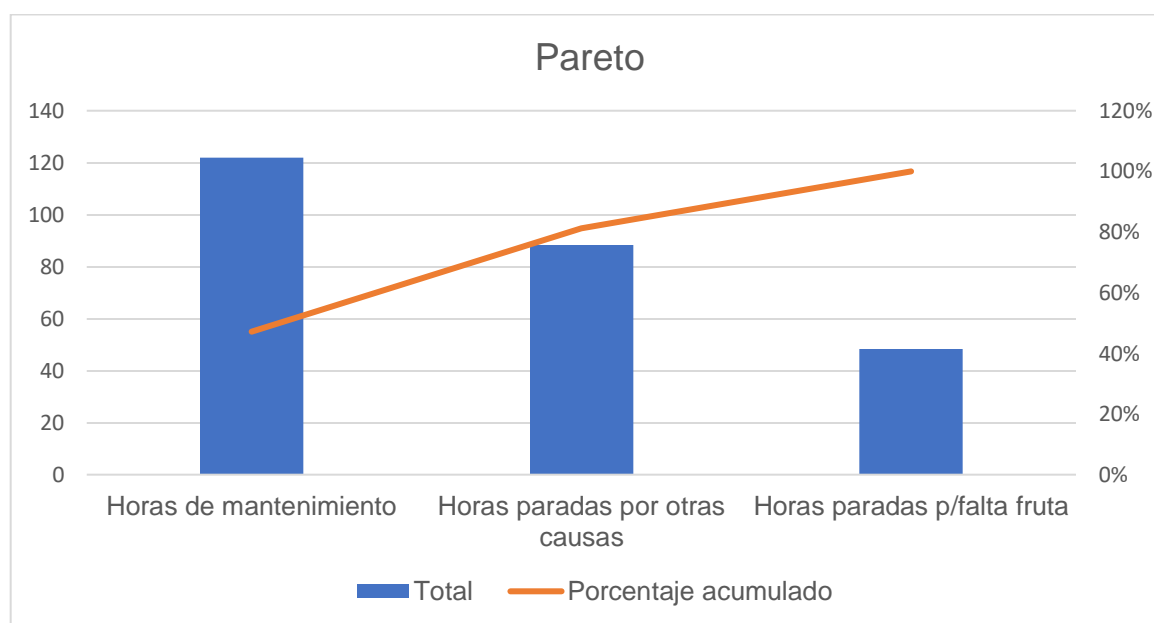


Figura 28. Pareto, horas improductivas

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Mediante el análisis de Pareto se determina que las horas de mantenimiento correctivo corresponden a la causa que más contribuye a la pérdida de productividad con un 47 %, seguido de las horas por otras causas no cuantificadas por la empresa con 34 % y los paros por falta de materia prima en un 19 %, se destaca que tras el análisis semanal realizado para el primer trimestre del 2022 se identifican semanas en las que no se realiza mantenimiento preventivo.

Se destaca que, en las reuniones iniciales con el encargado de la línea, se comenta que la principal causa de la disminución en la productividad son los retrasos por falta de materia prima, sin embargo, al analizar los resultados se demuestra que esta es la causa con menos porcentaje de horas improductivas y son las horas de mantenimiento las que representan cerca del 50 % de las horas improductivas.

Análisis de causas para la disminución de la productividad

En esta sección se abordan las principales causas identificadas durante el desarrollo de la medición y diagnóstico de la situación actual que causan la disminución de la productividad. Se destaca que para validar que las causas identificadas si afectan la productividad se realiza un análisis de la información histórica, mediciones y se realizan una encuesta realizada al encargado de la línea y cuatro operarios de producción, realizada mediante un *Google Forms* y se detalla en el apartado 4.5.

Para resumir las causas, se procede a diseñar un diagrama Ishikawa con el uso de las 6M de la calidad correspondientes a maquinaria, mano de obra, materia prima, medio ambiente, medición y método.

Se destaca, que no se identifican causas asociadas al medio ambiente ni a la medición. Lo anterior debido a que el proceso no se ve afectado por las condiciones ambientales y no se realizan mediciones de peso u otras características.

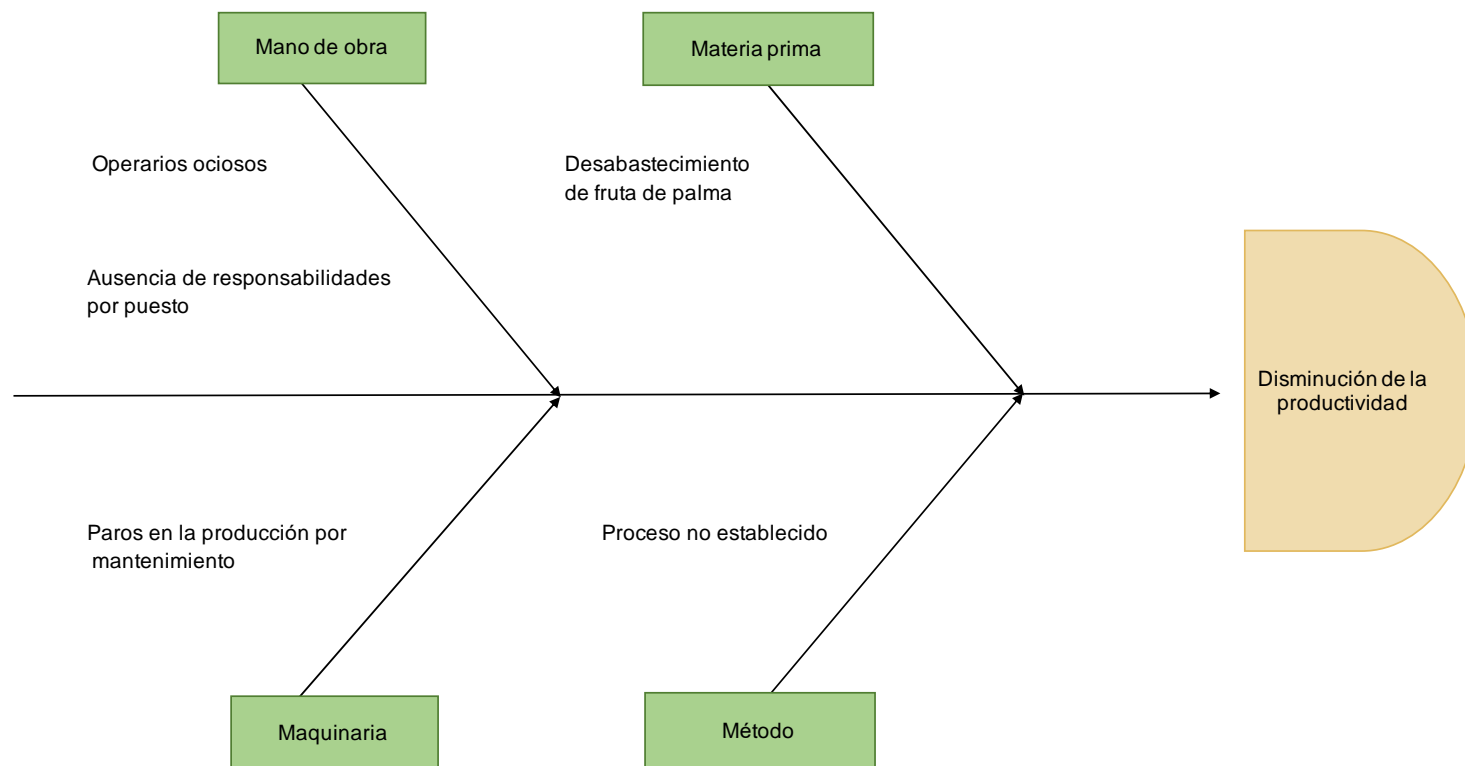


Figura 29. Causas de la disminución de la productividad

Fuente: Elaboración propia, 2022.

4.1.9 Maquinaria

Mediante el análisis de las mediciones realizadas, que se relacionan con la productividad, se identifica que un 47 % de las horas improductivas que se clasifican en el apartado 4.6, corresponden a horas de mantenimiento, lo que se refleja en paros en la producción que disminuyen la productividad.

4.1.10 Mano de obra

Para la categoría de mano de obra se identifican dos causas de la disminución en la productividad, la primera son los operarios ociosos. Mediante el análisis del apartado 4.4 en el que se analizan las mediciones realizadas para las planillas de inspección, se determinan operarios ociosos por un tiempo promedio de 15 minutos para tareas con duración de 30 a 45 minutos. Además, al evaluar la encuesta que se aborda en el apartado 4.5 se identifica que un 100 % de los consultados son conscientes de estos tiempos improductivos y consideran que se relaciona directamente con la disminución de la productividad.

La segunda causa identificada es la asignación de responsables, en la que para el apartado 4.4 se reconoce como una de las razones de la falta de estandarización del proceso, que se refleja en paros en la producción de hasta 10 minutos por falta de operarios que realicen la tarea y en el apartado 4.5 se evidencia que el 80 % de los trabajadores relacionados a la producción son conscientes de la problemática y distinguen una relación directa con la disminución de la productividad.

4.1.11 Materia prima

Relacionado a la materia prima, se identifica en la sección 4.6 que un 19 % de las horas improductivas son causadas por paros en producción por

falta de materia prima, además en la sección 4.4 se reconoce que estos retrasos suelen ser de hasta 20 minutos.

4.1.12 Método

En cuanto al método en el que se realiza el proceso, en la sección 4.4 se distingue que no se cuenta con un proceso estandarizado, lo que provoca un aumento en el tiempo de producción de 45 minutos en promedio respecto al tiempo efectivo de producción, además se identifican variaciones de las variables de esterilización; tiempo presión y temperatura de hasta un 50 % según los registros en las planillas de inspección, además no se definen variables como velocidad durante los transportes ni del peso de la grúa lo que ocasionan accidentes y retrasos por limpieza o cambio.

Estas características se confirman con los trabajadores relacionados, ya que un 100 % considera que el proceso no se encuentra estandarizado y es una causa totalmente relacionada con la disminución de la productividad.

4.11 Priorización y selección de la oportunidad de mejora a desarrollar.

A continuación, se muestra una matriz multicriterio que evalúa la factibilidad de desarrollo de las propuestas que se identifican en la sección 4.6 como causas de la disminución de la productividad. Para su evaluación, se cuenta con la participación del ingeniero a cargo del proceso, el encargado de línea, dos operarios que cuentan con gran trayectoria y experiencia en la línea y mi persona.

Tabla 13. Priorización de causas

Matriz multicriterio: escogencia de la oportunidad de mejora a desarrollar								
Oportunidad de mejora / criterio	Relación con los objetivos	Alcance	Recursos	Interés de la contraparte	Tiempo de desarrollo	Interés del estudiante	Total	Clasificación
	25%	15%	15%	10%	25%	10%		
Capacitación de mantenimiento preventivo	4	4	3	2	4	3	71%	
Estudio de otras causas relacionadas con la disminución de la productividad	4	3	4	3	3	2	66%	
Asignación de tareas por puestos	5	5	5	4	5	4	96%	Desarrollar
Estudio de nuevos proveedores de fruta	3	2	2	2	2	4	49%	
Estandarización o documentación del proceso	5	4	5	5	4	4	90%	Desarrollar
Estudio de causas de mantenimiento correctivo: fallas mecánicas y eléctricas	4	3	3	4	3	4	69%	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se destaca que para el desarrollo del capítulo 5, se abordan las causas con más de 90 % de factibilidad de implementación que corresponden a la asignación de responsables y estandarización del proceso.

Al analizar las mediciones realizadas, información histórica y hallazgos de las visitas, se puede concluir que las principales causas que afectan la productividad de la línea de producción de aceite de palma corresponden al mantenimiento y carencia de estandarización del proceso. Al priorizar los posibles tratamientos para las causas se identifica la estandarización o documentación del proceso de producción como la oportunidad de mejora más factible a desarrollar, en la que se plantea abordar la asignación de tareas y puestos.

La principal causa por la que no se considera factible abordar el mantenimiento se debe a que la empresa desconoce el nombre, modelo o situación actual de un gran porcentaje de su maquinaria, razón por la que la empresa se encuentra en proceso de contratación de una consultora para crear un plan de mantenimiento especializado y se valore tanto la descripción, como precauciones y estado de la maquinaria. Por estos motivos no se cuentan con los recursos e información necesaria de la maquinaria para proceder con el desarrollo o abordaje de un plan de mantenimiento.

Capítulo V: Diseño e Implementación de la Solución

5.1. Introducción

En esta sección se presentan los resultados del abordaje del diseño e implementación de la mejora seleccionada en el capítulo anterior, en el que se identificó la necesidad de enfocar los esfuerzos del desarrollo del proyecto en la estandarización y documentación del proceso.

Esta mejora responde a la necesidad delimitada con la problemática, en la que se determina una reducción considerable en la productividad de la línea de producción inicial de aceite de palma. Con el fin de abordar el desarrollo de acuerdo con la metodología DMAIC se divide el capítulo en dos secciones. La primera consiste en la implementación de la estandarización mediante la documentación del proceso con un diagrama BPMN, asignación de responsables mediante una matriz RACI y definición de requerimientos de producción que responden a la metodología de los 5 por qué.

Posteriormente, se presenta la etapa de controlar en la que se realiza un documento tipo ISO con el diagrama de flujo y los requerimientos de cada etapa y un brochure informativo a modo de resumen de la estandarización para presentar a los encargados y operarios relacionados a la producción mediante una capacitación informativa. Se finaliza la sección con el abordaje de los resultados de una encuesta realizada a las jefaturas y encargados de la producción, con el fin de validar la factibilidad de la implementación a largo plazo de los cambios y de la mejora.

5.2. Implementación de las mejoras

A continuación, se detallan los resultados del diseño del proceso estandarizado, mediante el uso de diferentes herramientas y con el apoyo del representante de la empresa, quien valida etapa por etapa la factibilidad del desarrollo.

Definición del proceso

La definición del proceso se realiza basado en la metodología BPMN, la cual, mediante una simbología previamente definida, detalla un proceso estandarizado, incluyendo anotaciones de importancia y asignando el puesto que debe desarrollar cada una de las tareas.

A diferencia del diagrama de flujo, esta herramienta muestra labores intermedias entre las tareas y algunas especificaciones de calidad, lo que facilita la comprensión de los operarios para su capacitación y el entrenamiento de nuevos operarios en próximas contrataciones.

A continuación, se detalla una imagen que muestra la simbología que se utiliza para la elaboración del diagrama BPMN. Lo anterior con el fin de facilitar la comprensión del lector y de los operarios, ya que tal como se detalla en el capítulo dos del presente documento, la simbología de la herramienta es amplia y puede llegar a ser complicada.








Símbolo	Descripción
	Evento de inicio del proceso
	Evento final del proceso
	Tarea del proceso
	Actividades de transición entre tareas del proceso
	Evento decisivo exclusivo
	Tarea manual
	Tarea cíclica

Figura 30. Simbología utilizada BPMN

Fuente. Elaboración propia, 2022

Seguidamente, se presenta el diagrama BPMN diseñado para la línea de producción estudiada.

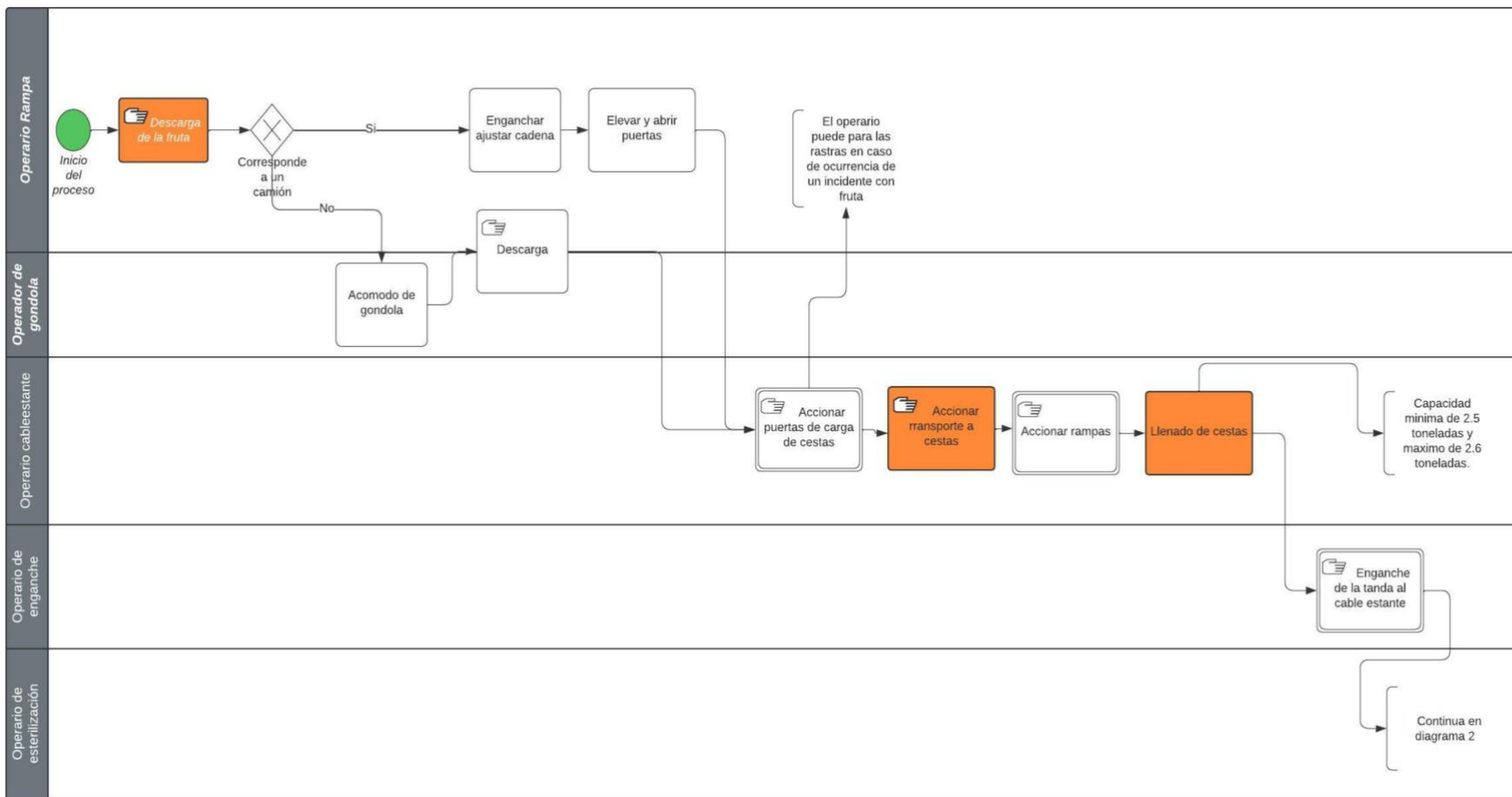


Figura 31. Mapa BPMN producción inicial de aceite de palma, parte 1

Fuente. Elaboración propia, 2022.

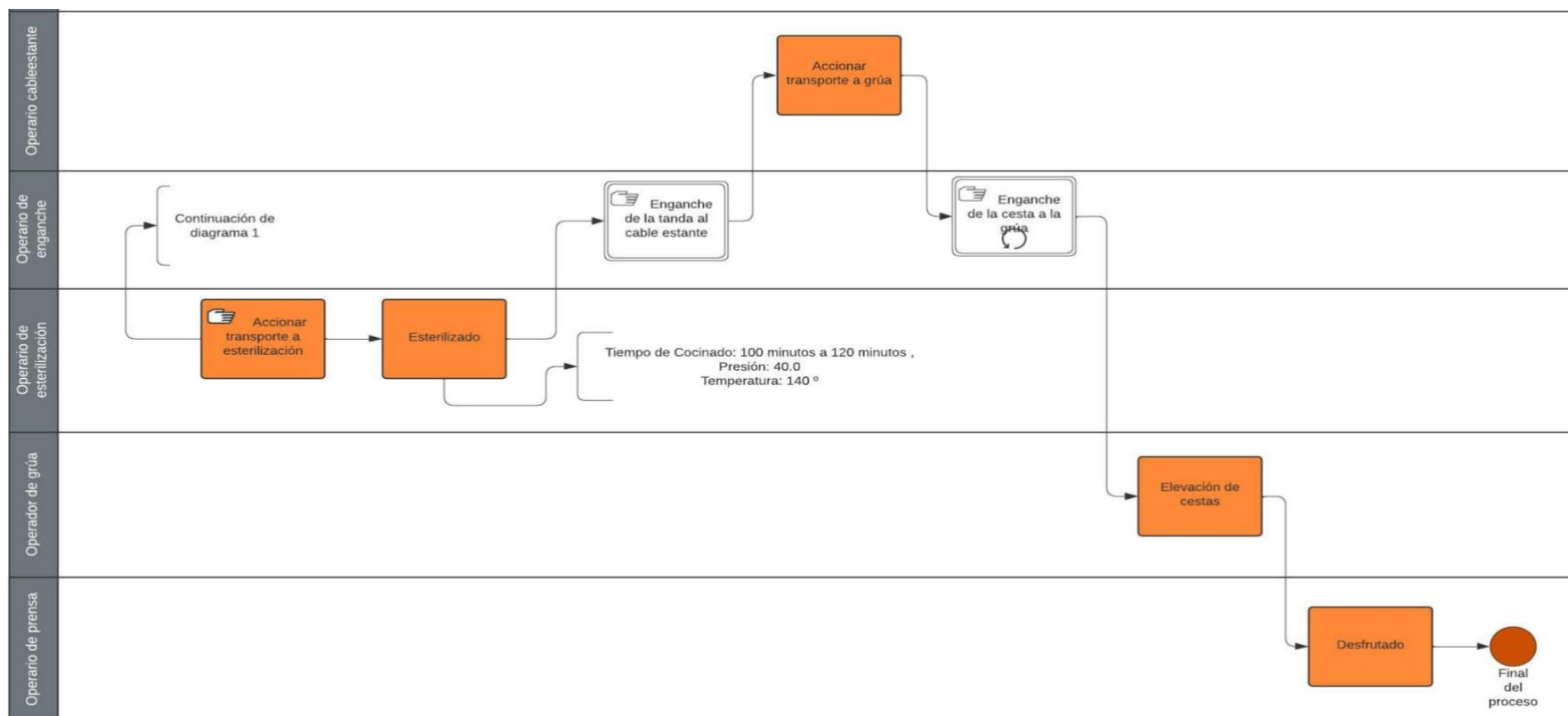


Figura 32. Mapa BPMN producción inicial de aceite de palma, parte 2

Fuente. Elaboración propia, 2022.

Como se detalla en el mapa BPMN, el proceso da inicio con la descarga manual de fruta por parte del operario de rampa, seguidamente se da un evento decisivo exclusivo en el que se define si el transporte de la fruta corresponde a un camión. En caso de que lo es, se engancha y ajusta la cadena y se elevan y abren las puertas de este.

En caso de corresponder a una góndola o carreta agrícola, el operario que la transporta en el tractor agrícola debe acomodarla y en conjunto con el operario de rampa descargarla dentro de la rampa. Ambos procesos se unen nuevamente en la rampa, posteriormente se da la tarea manual de accionar el transporte a las cestas, se tiene la actividad de transición de las rastras y finaliza su labor con el llenado de las cestas.

Posteriormente el operario de enganche se encarga de la actividad manual de enganchar la tanda al cable estante, para que el operario de esterilización accione el transporte y se dé la esterilización bajo los parámetros definidos de tiempo de cocción de 100 minutos, presión de 40 Pa y temperatura de 140 °C.

Seguidamente el operario de enganche engancha manualmente la tanda al cable estante para que el operario de cable estante accione el transporte a grúa, donde seguidamente el operario de enganche engancha cada una de las cestas con una cadena para ser elevadas por la grúa. El operario de grúa es el encargado de elevar y descargar las cestas en la desfrutadora para que finalmente el operario de prensa accione el desfrutado.

Asignación de responsables

En esta sección se presentan los resultados del abordaje de la asignación de responsables. Como se identificó en el capítulo anterior el proceso actualmente no cuenta con una persona a cargo de las tareas lo que provoca tiempos de espera no planificados y operarios ociosos que afectan la productividad de la línea.

Para la asignación de responsables se hace uso de la matriz RACI, la cual ayuda a visualizar de forma gráfica las asignaciones por tarea además de los roles de cada puesto. Cada tarea tiene un responsable, pero algunas pueden tener más de uno, o contar con un puesto al que se le debe consultar o informar.

A continuación, se presenta el abordaje y diseño de la herramienta para la línea de proceso inicial de producción de aceite de palma.

Tarea	Rampa	cablestante	enganche	esterilización	grúa	prensa	pinzotera	palmistería	Supervisor de proceso	Supervisor producción
Rampa con racimos	responsable									informado
Transporte a cestas	aprobador	responsable								
Llenado del cestas		responsable								
Transporte a esterilización			responsable	responsable						
Esterilizado				responsable					informado	
Transporte a grua		responsable	responsable							
Elevación de cestas a desfrutadora			responsable		responsable	consultado				informado
Desfrutado						responsable	consultado	consultado		informado

Simbología responsable consultado aprobador informado

Figura 33. Matriz RACI producción inicial de aceite de palma

Fuente. Elaboración propia, 2022

Como se detalla en la figura anterior, a cada tarea del proceso se le asigna al menos un responsable, ya que, para tareas como el transporte a grúa o la elevación de cestas, se definen dos responsables debido a la complejidad del proceso. Además, para la tarea de transporte a cestas se identifica como aprobador al operario de rampa, ya que debe dar el visto bueno para continuar con el proceso.

Para las tareas de elevación de cestas y desfrutado se asignan consultados, que forman parte del proceso al comunicar si se debe continuar, a diferencia del aprobador el consultado únicamente comunica el estado actual de la producción para que el responsable tome la decisión final. Además, para las tareas de rampa con racimos, esterilización, elevación de cestas y desfrutado se le asigna como informado de la tarea al supervisor de producción.

Definición de requerimientos

En esta sección se presentan los requerimientos identificados y definidos a lo largo del abordaje del proyecto, se destaca que para su elaboración se basó en el estudio del proceso, mediciones y aportes de los encargados y operarios con más experiencia.

Para el abordaje, se dividen los requerimientos de acuerdo con cada una de las tareas que se definen desde la primera etapa del proyecto. Se destaca que para lograr una mayor comprensión se utiliza la metodología de los 5 porqué de la calidad para definir cada requerimiento.

5.2.1.1. Rampa con racimos

- Antes de iniciar la tarea, el operario de rampa debe indicar al supervisor de producción si la fruta cumplió con los estándares de calidad para poder dar inicio al proceso.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser un camión se debe colocar un elevador, enganchar con una cadena y abrir las puertas de este.
- Durante el proceso el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser una carreta agrícola se debe acomodar de manera que coincida con la rampa y colaborar con el operario a descargar la fruta manualmente con ayuda de ganchos.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que la fruta se encuentre completamente descargada.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que se descargara según la capacidad de la rampa que corresponde a de 75 toneladas.

5.2.1.2. Transporte a cestas

- Antes de iniciar el proceso el operario de rampa debe verificar que la rampa cuente con al menos de 30 a 45 toneladas de fruta para aprobar continuar con el proceso.
- El operario de rampa debe asegurarse que la fruta se encuentre por detrás de las puertas.
- Una vez se verifica la colocación de la rampa el operario de rampa debe accionar las puertas, que permiten que la fruta caiga

en las rastras para que el operario de cables maneje el encendido de las rastras que se transportan hasta las cestas.

- Durante el proceso de transporte el operario de rampa tiene la posibilidad de detener la rastra en caso de observar alguna anomalía, fruta mal acomodada que evita el paso continuo de la rastra, herramientas u objetos en la zona, entre otras. Para evitar inconvenientes o incidentes durante la etapa.
- La velocidad de las rastras debe darse de acuerdo con la capacidad reconocida de 60 toneladas por hora máximo.

5.2.1.3. Llenado de cestas

- Para iniciar el proceso, el operario de cable estante debe verificar que la cesta se encuentre por debajo de la rampa.
- El operario de cables debe accionar la rastra para dar inicio al proceso y llenar la cesta hasta que se encuentre dentro del parámetro definido.
- El operario de cables debe asegurarse que la cesta se encuentre llena al máximo y cumplir con un mínimo de 2,5 toneladas y máximo de 2,7 toneladas. Las cestas llenas deben encontrarse enganchadas a las siguientes.
- Conforme se llena una cesta el operario de cable estante debe transportar las cestas para que se llene una nueva. El proceso se repite 10 veces o para 10 cestas.

5.2.1.4. Transporte a esterilización

- Antes de iniciar el proceso el operario de enganche debe asegurarse de contar con 10 cestas completamente llenas para poder transportarlas hasta el fondo del esterilizador de las que

únicamente se esterilizan 8 cestas, debido que esas últimas dos ayudan para que las demás cestas lleguen al fondo del esterilizador, de manera que dos quedan para la siguiente tanda.

- Antes de iniciar el proceso el operario de esterilización debe asegurarse que el esterilizador se encuentre previamente vacío.
- Antes de dar inicio al transporte el operario de enganche debe asegurarse que las cestas estén previamente enganchadas una de la otra para lograr transportarlas por la línea férrea.
- Para dar inicio al proceso, el operario de enganche debe enganchar el cable estante que se encuentra en el área de esterilización a la tanda.
- El operario de esterilización debe accionar el transporte de las cestas por medio de un control, para transportar las cestas hasta el esterilizador. La línea férrea debe moverse a razón de 13,13 m/min, según las indicaciones del supervisor de mantenimiento.
- El operario de esterilización debe asegurarse que las 8 cestas se encuentren dentro del esterilizador para finalizar el proceso.

5.2.1.5. Esterilización

- El operario de enganche debe asegurar de desenganchar la tanda del cable estante antes de iniciar la esterilización.
- Posteriormente el operario de esterilización debe asegurarse de cerrar completamente el esterilizador.
- Para dar inicio al proceso, el operario de esterilización debe cambiar el control del esterilizador de manual a automático e iniciar la receta automática cumpliendo con los parámetros de; tiempo de cocción de 100 minutos, presión de 40 Pa y temperatura de 140 °C.

- Una vez finalizada la esterilización el operario de esterilización debe asegurarse que se dé la espera hasta que la presión baje a 0.2 Pascales para abrir las puertas y mantenerse seguro.

5.2.1.6. Transporte a grúa

- El operario de enganche debe enganchar las cestas al cable estante para que el operario de cable estante inicie el transporte.
- El operario de cable estante debe accionar el control de transporte. La velocidad de la línea férrea debe responder a 13,13 m/min, según las indicaciones del supervisor de mantenimiento.
- Para finalizar el proceso, el operario de cable estante debe asegurar que la primera y segunda cesta se encuentren por debajo de la grúa.

5.2.1.7. Elevación de cestas a desfrutadora

- Antes de iniciar el proceso, el operario de enganche debe asegurarse de enganchar cada cesta con la grúa y posteriormente dar una señal al operario de grúa para iniciar el proceso. El operario de grúa debe esperar la señal del operario de enganche para proceder con la elevación de la cesta.
- El operario de enganche debe apartarse del área donde se elevará la grúa para seguridad de sí mismo.
- Una vez que la cesta se encuentra a la altura de desfrutado el operario de grúa debe de realizar la descarga y bajar la cesta.
- El operario de enganche debe desenganchar la cesta vacía, enganchar y colocar el cable en la siguiente cesta para ser

transportada debajo de la grúa y el operador de cable estante debe ir moviendo las cestas para repetir el proceso, en total se ejecuta 8 veces que equivalen a las cestas que salen del esterilizador.

- El operario de grúa debe asegurarse que el peso de las cestas a elevar no sobre pase el establecido de 3 toneladas. La grúa cuenta con una capacidad de entre 16 y 18 cestas por hora, según las especificaciones que establezca el supervisor de proceso.
- El operador de grúa debe asegurarse que las cestas de fruta se encuentren descargadas en su totalidad en la desfrutadora.

5.2.1.8. Desfrutado

- El operario de prensa debe accionar el proceso una vez se descarga la primera cesta al inicio del proceso. De igual modo, debe asegurarse que la desfrutadora se encuentre procesando continuamente sin presentar complicaciones de saturación.
- Al finalizar el proceso el operario de prensa debe asegurarse que la fruta se encuentre separada entre el pinzote y los frutos de palma.

5.3. Control de las mejoras

En este apartado se presenta el desarrollo de dos herramientas que permiten controlar los cambios con el paso del tiempo. La primera se detalla la implementación de una capacitación y documentación para asegurarse que todos los miembros del proceso comprenden sobre el proceso definido y estandarizado como parte de las mejoras, mediante un afiche informativo.

La segunda herramienta que se aborda es una encuesta a los encargados de la producción y operarios con más experiencia, con el fin de validar que los cambios y estandarización realizada para el proceso son viables a largo plazo. Además, desde el Anexo 7 hasta el Anexo 18, se detalla un documento tipo ISO que se entrega a la gerencia para el control de cambios y estandarización del proceso estudiado.

Finalmente, la sección termina con el estudio de indicadores, para él se mide nuevamente la productividad tras la implementación de la capacitación a los funcionarios y se realiza una encuesta a los encargados.

Capacitación

Con el fin de controlar las mejoras diseñadas y documentadas, se procede a realizar una pequeña inducción a los operarios de producción en la que se les da la disponibilidad de un *brochure* informativo del proceso en el que se encuentra documentada la estandarización realizada.

A continuación, se presenta el afiche o *brochure* informativo que se elaboró como parte de la capacitación a los operarios de producción; en la que se detallan las etapas del proceso, requerimientos de cada una de ellas y los roles que deben cumplir los involucrados además de abordar preguntas sobre algunas variables como la temperatura del esterilizador.

Tal como se detalla en las imágenes posteriores, el *brochure* cuenta con dos partes, el primero detalla la reasignación de los responsables de cada tarea y presenta un resumen de la estandarización del proceso mediante un diagrama BPMN. La segunda parte detalla los requerimientos de las tareas de acuerdo con quien la debe efectuar, como la debe asignar, cuando y con qué fin. Debido a que los márgenes del documento son limitados, en el Anexo #7

hasta el Anexo #18 se muestra la documentación tipo ISO con la matriz de responsables, el diagrama BPMN y las especificaciones por proceso que fueron resumidas en el *brochure* informativo.

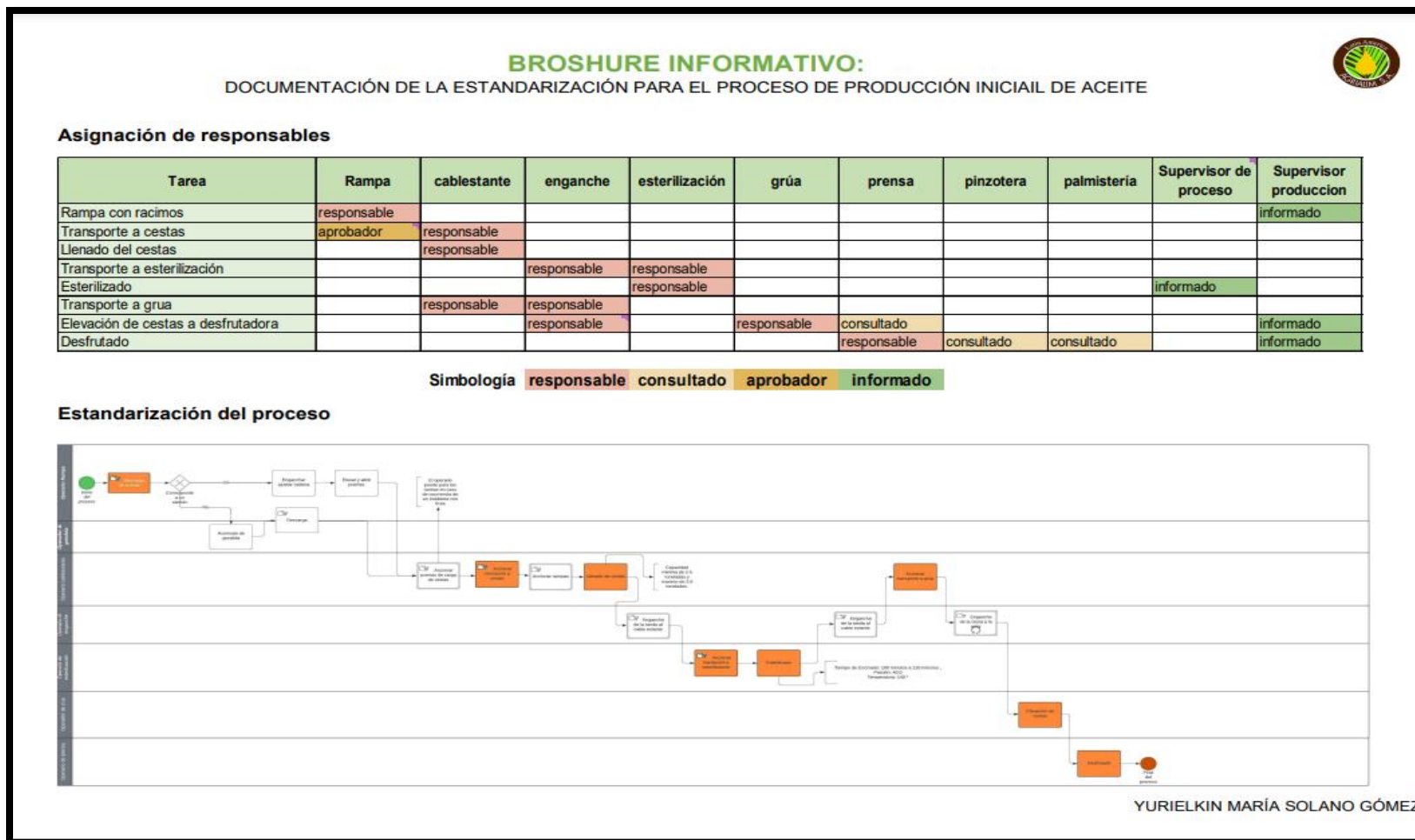



Figura 34. Brochure informativo, parte 1

Fuente. Elaboración propia, 2022



Requerimientos del proceso

Rampa con racimos

- Antes de iniciar la tarea, el supervisor del proceso debe indicar al operario de rampa que la fruta cumple con los estándares de calidad para poder dar inicio al proceso.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser un camión se debe colocar un elevador, enganchar con una cadena y abrir las puertas.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser una góndola se debe acomodar de manera que coincida con la rampa y descargar la fruta manualmente con ayuda de ganchos.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que la fruta se encuentre completamente descargada.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que se descargara según la capacidad de la rampa que corresponde a de 75 toneladas

Transporte a cestas

- Antes de iniciar el proceso el operario de rampa debe verificar que el la rampa se cuente con al menos de 30 a 45 toneladas de fruta para aprobar continuar con el proceso.
- El operario de cable estante debe asegurarse que la rampa este inclinada y encontrarse por debajo las puertas
- Una vez se verifica la colocación de la rampa el operario de rampa debe accionar las puertas, que permiten que la fruta caiga en las rastras y el operario de cables maneja el encendido de las rastras que se transportan hasta las cestas
- El operario de rampa puede para las rastras en caso de ocurrencia de un incidente con fruta mal acomodada, herramientas que se caen etc. Para evitar inconvenientes o incidentes
- La velocidad de las rastras debe de darse de acuerdo con la capacidad reconocida de 60 toneladas por hora máximo.

Llenado de cestas

- Para iniciar el proceso, el operario de cable estante debe verificar que la cesta se encuentre por debajo de la rampa.
- El operario de cables debe accionar la rastra para dar inicio al proceso y llenar la cesta hasta que se encuentre dentro del parámetro definido.
- El operario de cables debe asegurarse que la cesta se encuentre llena al máximo y cumplir con un mínimo de 2.5 toneladas y máximo de 2.6 toneladas. Las cestas llenas deben encontrarse enganchadas a las siguientes.
- Conforme se llena una cesta el operario de cable debe transportar las cestas para que se llene una nueva. El proceso se repite 10 veces o para 10 cestas.

Transporte a esterilización

- Antes de iniciar el proceso el operario de enganche debe asegurarse de contar con 10 canastas completamente llenas para poder transportarlas hasta el fondo del esterilizado de las que únicamente se esterilizan 8, de manera que dos quedan para la siguiente tanda.
- Antes de iniciar el proceso el operario de esterilización debe asegurarse que el esterilizado se encuentre previamente vacío
- Para dar inicio al proceso, el operario de enganche debe de enganchar al cable estante que se encuentra en el área de esterilización a la tanda.

Esterilización

- El operario de esterilización debe accionar el transporte de las cestas por medio de un control, para transportar las cestas hasta el esterilizador. La línea férrea debe moverse a razón de 13.13 m/min
- El operario de esterilización debe asegurarse que las ocho canastas se encuentren dentro del esterilizador para finalizar el proceso

Transporte a grúa

- Antes de iniciar el proceso, el operario de enganche debe asegurarse de enganchar cada cesta con la grúa y posteriormente dar una señal al operario de grúa para iniciar el proceso.
- El operador de enganche debe enganchar las tandas al cable estante por el
- El operador de cables debe accionar el control de transporte y asegurarse que la velocidad de las rastra responda a la capacidad de 60 toneladas por hora.
- Para finalizar el proceso, el operador de cables debe asegurar de que la primer y segunda cesta se encuentren por debajo de la grúa

Elevación de cestas a desfrutadora

- El operario de grúa debe esperar la señal de operario de enganche para proceder con la elevación de la cesta
- Una vez que la cesta se encuentra a la altura de desfrutado el operador de grúa debe de realizar la descarga y bajar la cesta.
- El operador de engancha debe desenganchar la canasta vacía, enganchar y colocar el cable en la siguiente canasta para ser transportada debajo de la grúa y el operador de cables debe ir jalando las canastas y se repite el proceso en total 8 veces.
- El operario de grúa debe asegurar que el peso de las canastas a elevar no sobre pase en total, considerando la canasta, más de 3 toneladas y que no se sobre pase la capacidad de las grúas de 16 cestas por hora
- El operador de grúa debe asegurarse que las cestas de fruta se encuentren descargadas en su totalidad en la desfrutadora

Desfrutado

- El operario de prensa debe asegurar que la desfrutadora se encuentre previamente fruta.
- El operario de prensa debe accionar el proceso una vez se descarga la canasta.
- Al finalizar el proceso el operario de prensa debe asegurarse que la fruta se encuentre separada entre el pinzote y los frutos de palma

YURIELKIN MARÍA SOLANO GÓMEZ

Figura 35. Brochure informativo, parte 2

Fuente. Elaboración propia, 2022

Validación de la efectividad de la estandarización para el aumento de la productividad

Con el fin de validar que los cambios realizados mediante la estandarización y documentación del proceso influyen en el aumento o mejora de la productividad, posterior a la capacitación se realiza una encuesta a los encargados de la producción y operarios con más experiencia, que además permite validar que los cambios sugeridos son factibles de implementar a largo plazo para la producción de aceite de palma en la empresa.

La encuesta se realizó por medio de *Google Forms* y contó con la participación de cinco colaboradores del proceso que cuentan con más experiencia y conocimiento del proceso y sus métricas.

La primera pregunta se enfoca en conocer la factibilidad de implementar a largo plazo la estandarización y documentación abordada en el proyecto.

De acuerdo a la siguiente escala, en la que 1 representa la opción "No es factible" y 5 "Es totalmente factible", evalúe la factibilidad de implementar la estandarización y continuar con la estandarización implementada

5 respuestas

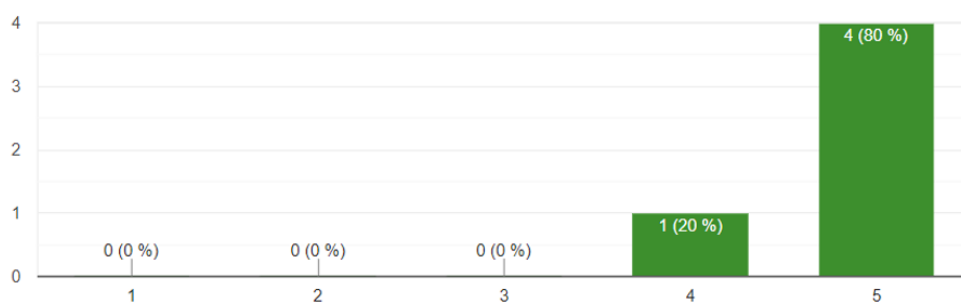


Figura 36. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 1

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al analizar los resultados, se identifica que el 80 % de los encuestados se encuentra de acuerdo en que la mejora realizada es totalmente factible de implementar a largo plazo, mientras que el 20 % considera que es factible de realizar calificando con un 4/5, siendo 5 el puntaje de mayor factibilidad.

Por lo anterior se reconoce que desde la perspectiva numérica el proyecto realizado cuenta con una factibilidad de implementación a largo plazo del 96 %.

La segunda pregunta, se realiza para validar que la disminución de la productividad que se definió como problemática principal a trabajar durante el proyecto se veía influenciada por la carencia de estandarización y documentación del proceso.

¿Considera que la falta de estandarización y documentación afectaba la productividad del proceso?

5 respuestas

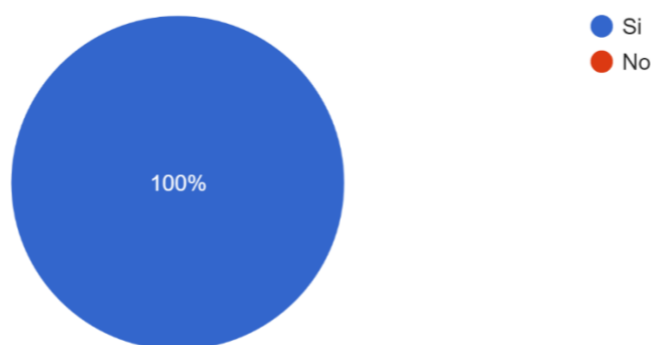


Figura 37. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 2

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al evaluar los resultados, se identifica que el 100 % de los colaboradores encuestados indican que la falta de estandarización y de documentación si afectaba la productividad del proceso.

La tercer pregunta continua con esta línea y cuestiona a los encuestados si considera que, tras la implementación de la estandarización y documentación, la productividad de la línea se ve influenciada.

De acuerdo a la siguiente escala, en la que 1 representa la opción "No afecta la productividad" y 5 "Aumenta directamente la productividad", evalúe la efectividad de la estandarización y documentación abordada para el aumento de la productividad

5 respuestas

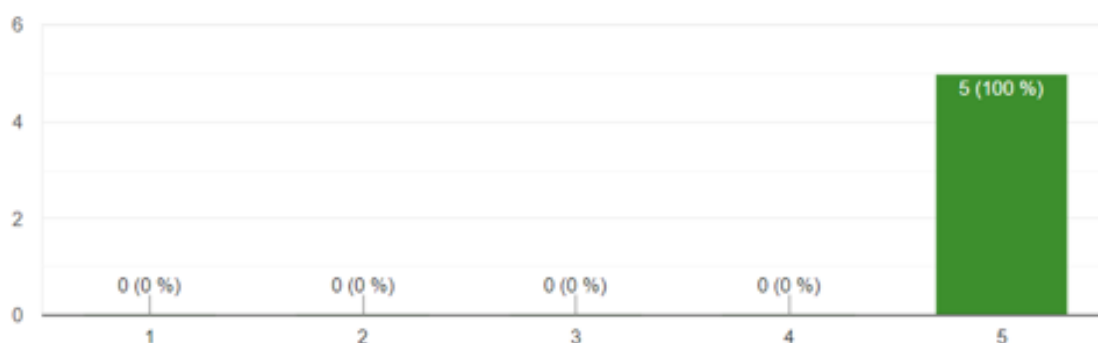


Figura 38. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 3

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al analizar los resultados, se identifica que el 100 % de los encuestados consideran que la estandarización y documentación abordada en el proyecto aumenta directamente la productividad de la línea.

Finalmente, la pregunta es de carácter libre para que los colaboradores indiquen cualquier otro aspecto de relevancia para el proyecto.

¿Considera se debe tomar en cuenta otro aspecto del proceso?

5 respuestas

Realmente considero muy aplicable, mi única observación es que por falta de tiempo en caso de cambios queda complicado adecuar todo, por eso coloqué un cuatro en la pregunta de la factibilidad
Excelente trabajo, se adecua a la realidad de la empresa
NA
Muy bien todo el proyecto, de parte de la empresa nos encontramos muy agradecidos de que nos tomen en cuenta para el desarrollo de proyectos como este

Figura 39. Encuesta del control de la estandarización y documentación, pregunta 4

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al analizar los resultados, se identifica que únicamente 3 de los 5 encuestados cuentan con comentarios y en su totalidad son de carácter positivo para el proyecto, además se destaca que el colaborador que indicó con un 4 la factibilidad de implementación a largo plazo, lo indicó por falta de tiempo del personal y no por una característica del proceso diseñado.

Con el abordaje de la encuesta se puede reconocer la factibilidad del proyecto, ya que representa una mejora para la producción al estandarizar y documentar el proceso, asignar responsables y definir los requerimientos de este, por lo anterior se considera como exitosa la finalización del proyecto.

Con el fin de validar si las mejoras realizadas, además de presentar un aumento en la productividad representan un beneficio económico. En la siguiente etapa del documento se muestra un análisis económico basado en la disminución de tiempo y ahorro de recursos.

Estudio de productividad

En esta sección se presentan los resultados de la medición de la productividad posterior a la implementación de la capacitación y entrega de documentos para la estandarización del proceso, lo anterior con el fin de validar la efectividad de los cambios.

Tabla 14. Medición de productividad, etapa de control

Fecha	Etapa	Productividad	Diferencia con la meta
21 de marzo – 27 de marzo de 2022	Medición	89 %	- 6 %
25 al 29 de abril de 2022	Control	96,5 %	+ 1.5 %

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al analizar los resultados, se identifica que la productividad aumento en un **7,5 %** respecto a las mediciones realizadas en la etapa de medición. Para la primera etapa, que corresponde a la medición se recolectaron las muestras de productividad semanal desde diciembre 2021 hasta marzo 2022. Al identificar la tendencias se determina que para el mes de diciembre la productividad se encontraba en 91,5 %, enero en 92,6 %, febrero en 91.1% y marzo en 91,4%.

Mediante el análisis de las mediciones respecto a la productividad meta de la empresa se determina que en los cuatro meses estudiados no se logró tener la productividad deseada en promedio por 3,3%. Además la tendencia

de la productividad disminuye hasta llegar a 89 % para la última semana de marzo del 2022, encontrándose 6% debajo de la meta fijada por la compañía.

Posterior a la implementación de las mejoras, la productividad no solo aumento porcentualmente para la semana del 25 al 29 de abril del 2022, sino que se cumplió con la meta del 95 % todos los días, logrando sobrepasar la meta en 1,5 % al finaliza la semana de control.

Estos cambios vistos al evaluar la productividad se dieron principalmente por las mejoras realizadas durante el proyecto. En la etapa de medición no se contaba con un proceso estandarizado, por lo que se incurría con mayor frecuencia a horas improductivas por paros en el proceso.

Además, al no contar con un proceso documentado, no se seguía un proceso determinado por los colaboradores, lo que causaba que algunos operarios presentaran tiempos improductivos considerables durante su jornada y otros colaboradores no logran completar sus labores por exceso de tareas, retrasando la producción.

Para comprobar que los cambios que se dieron en la tendencia y mediciones de la productividad son reflejo de la estandarización y documentación del proyecto, se prosigue a realizar una serie de observaciones con el uso de la herramienta “planilla de inspección” para posteriormente analizar respecto a las mediciones realizadas para la etapa de medición.

A continuación, se presentan los resultados de las 3 evaluaciones realizadas durante los días 2 y 3 de mayo 2022.

Tabla 15. Medición de tiempos en la etapa de control

Tarea	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real
Rampa con racimos	5,2	5,2	5,5	10	4	5,8
Transporte a cestas	3	4,5	2	3,23	2	2
Llenado de cestas	3,16	4,16	1,5	1,48	2,04	2,04
Transporte a esterilización	3,28	3,28	2,2	2,15	5,3	7,1
Esterilización	103	103	101	101	100	102
Transporte a grúa	2,2	2,2	3	3	1,4	2
Elevación de cestas a desfrutadora	2,28	2,28	1,5	1,5	1,45	1,45
Desfrutado	6,22	6,22	6,3	6,3	6,5	6,5
Total en minutos	128,34	130,84	122,9	128,66	122,69	128,89
Total en horas	2 horas y 8 minutos	2 horas y 10 minutos	2 horas y 3 minutos	2 horas y 8 minutos	2 horas y 2 minutos	2 horas y 8 minutos

Fuente. Elaboración propia, 2022

Estudio económico

Posterior a las mediciones se determina una mayor consistencia entre los tiempos efectivos y totales, entre las diferentes mediciones. Por esta razón se determina la necesidad de comparar los promedios obtenidos durante la etapa de medición con los realizados para la etapa de control. A continuación, se detalla una tabla resumen.

Tabla 16. Comparación de tiempo entre medición y control

Tarea	Promedio etapa de medición		Promedio etapa de control	
	Tiempo efectivo	Tiempo real	Tiempo efectivo	Tiempo real
Rampa con racimos	7,3	17,2	4,9	7
Transporte a cestas	2,4	11,6	2,3	3,2
Llenado de las cestas	2,2	12,5	2,2	2,6
Transporte a esterilización	3,7	12,2	3,6	4,2
Esterilización	103	103	101,3	102
Transporte a grúa	5,1	9,9	2,2	2,4
Elevación de cestas a desfrutadora	1,9	3,3	1,7	1,7
Desfrutado	6,1	12,8	6,3	6,3
Total en minutos	131,7	182,5	124,7	129,4
Total en horas	2 horas y 12 minutos	3 horas y 3 minutos	2 horas y 5 minutos	2 horas y 9 minutos

Fuente. Elaboración propia, 2022

Al analizar los resultados, se determina que el tiempo real de cada tanda de producción disminuyó en 53 minutos en promedio y el tiempo efectivo en 7 minutos. Esta disminución considerable en el tiempo real de la producción

responde a la estandarización planteada como medida para el aumento de la productividad.

Por lo anterior, se determina la efectividad del proyecto en respuesta a la problemática planteada, obteniendo una mejora del 7,5 % en la productividad y una disminución en el tiempo de producción de alrededor de 50 minutos por tanda.

Además, se realiza el análisis de costos respectivo para conocer los ingresos generados con el aumento de la productividad. A continuación, se presenta los costos antes y después de la estandarización. Se destaca que el costo variable mensual es alrededor de ₡ 66 140 000 mensualmente lo que representa un costo aproximado según la cantidad de turnos establecida de ₡25.000 por hora.

Tabla 17. Estudio económico de la comparación de tiempo entre medición y control

Etapa	Costo variable por hora	Horas totales por tanda	Costo total por tanda
Antes de la estandarización	₡ 25.000	3 horas y 5 minutos	₡ 76.250
Con la estandarización	₡ 25.000	2 horas y 10 minutos	₡ 52.500
Diferencia antes y después de la estandarización		55 minutos	₡ 23.750

Fuente. Elaboración propia, 2022

De acuerdo con los datos anteriores se tiene una ganancia aproximada de 23.750 colones por tanda, lo que complementa la afirmación de la efectividad del proyecto realizado. A continuación, se calculan los costos incurridos o inversión para lograr los resultados.

Se debe destacar que los costos relacionados a la mejora se dieron durante un lapso de 4 semanas o un mes, y estos no se deberán volver a incurrir mientras el proceso no se actualice.

Tabla 18. Costos de inversión etapa de implementación

Actividad	Horas invertidas	Costo total
Preparación de capacitación	3	₡ 69 684,00
Capacitación	2	₡ 46 456,00
Diseño del BPMN	10	₡ 232 280,00
Diseño brochure	5	₡ 116 140,00
Total		₡ 464 560,00

Fuente. Elaboración propia, 2022

Para el cálculo del costo, se utilizó como base el monto de ₡23.228,00 que el Ministerio de Trabajo de Costa Rica, indica como pago mínimo por hora para un colaborador con título de bachillerato universitario.

Además de los costos incurridos para la implementación, se deben de tomar en cuenta los costos relacionados con el control de la mejora, a continuación se presenta el calculo para los costos anuales relacionados al seguimiento de las herramientas y capacitación.

Se destaca que para el cálculo de los costos de control, se utiliza como costo por hora base ₡ 32,200.00 ya que es el monto mínimo que sugiere el Colegio Federado de Ingeniero y Arquitectos para el pago por hora laboral.

Tabla 19. Costos de inversión etapa de control

Actividad	Horas invertidas	Periodicidad	Costo total
Estudio para el seguimiento de las mejoras	12	trimestral	₪1 545 600,00
Actualización de herramientas	10	trimestral	₪1 288 000,00
Actualización de capacitación a nuevos trabajadores	4	trimestral	₪ 515 200,00
Capacitación a nuevos trabajadores	2	mensual	₪ 772 800,00
Actualización de la capacitación general	15	trimestral	₪1 932 000,00
Capacitación general para seguimiento de estandarización y proceso	3	trimestral	₪ 386 400,00
Total			₪6 440 000,00

Fuente. Elaboración propia, 2022

Posterior al cálculo de los costos, es pertinente realizar en cálculo del beneficio anual, a continuación, se detalla una tabla con los beneficios estimados, de acuerdo con ahorro calculado en el presente capítulo. Se destaca que el cálculo se realiza basado en 50 semanas productivas ya que la empresa así lo contempla para sus valoraciones.

Tabla 20. Beneficio anual

Beneficio anual	
Ahorro beneficio por tanda	₪ 23 750,00
Número de tandas por día	45
Días laborales por semana	6
Semanas laborables anualmente	50
Beneficio anual	₪ 320 625 000,00

Fuente. Elaboración propia, 2022

Posterior al cálculo de los costos y beneficios se estima y costo anual neto de ₡6 904 560,00; obtenido al sumar los costos de la etapa de implementación y los costos anuales de la etapa de control. Además de un beneficio anual de ₡ 320 625 000,00.

Al estimar el costo y el beneficio anual, es factible de realizar el cálculo del ROI, la fórmula para calcular el ROI es la diferencia entre el ingreso y la inversión, dividida por la inversión. Este resultado da una cifra que indica el retorno obtenido por la inversión y suele convertirse a porcentaje para analizar este retorno:

$$\text{ROI} = \frac{(\text{Ingreso} - \text{Inversión})}{\text{Inversión}}$$

$$\text{ROI} = \frac{(\text{₡}320\,625\,000,00 - \text{₡}6\,904\,560,00)}{\text{₡}6\,904\,560,00}$$

$$\text{ROI} = 45,44$$

De acuerdo con el resultado del ROI, el proyecto se considera exitoso ya que se estima un retorno de 45,44 colones por cada colon invertido. Además, se procede a realizar el cálculo del Beneficio neto anual y costo/beneficio de acuerdo con las siguientes formulas.

$$\text{Beneficio neto} = \text{Beneficio anual} - \text{Inversión anual}$$

$$\text{Beneficio neto} = \text{₡}320\,625\,000,00 - \text{₡}6\,904\,560,00$$

$$\text{Beneficio neto} = \text{₡} 313\,720\,440,00$$

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{€}320\,625\,000,00}{\text{€}6\,904\,560,00}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{beneficio}} = 46,43$$

El análisis de costo-beneficio ayuda a conocer si tu proyecto está siendo rentable. Si la cantidad que te da como resultado, según los números de tu empresa, es mayor a 1 puede considerarse que tu proyecto es financieramente rentable. En cambio, si es igual a 1 o menor, como el resultado del ejemplo que te presentamos, es posible que tu proyecto requiera cambios inmediatos para que te brinde las cantidades que esperas.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis costo-beneficio, ROI y beneficio anual neto, se determina que el proyecto es factible y rentable de implementar a largo plazo.

Se destaca que en los cálculos del beneficio neto, el costo-beneficio y el ROI se estiman ganancias altas, ya que se consideran los tres turnos bajo los que trabaja la compañía.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones generales del proyecto según los objetivos específicos planteados al inicio del proyecto.

Mediante el diagnóstico del proceso de producción de aceite de palma se identifica una tendencia a la disminución del porcentaje de productividad de la línea, pasando de 97,7 % para la primera semana del mes de diciembre a 89,9 % para la última semana de marzo, por lo que se concluye la necesidad de enfocar los esfuerzos en mejorar la productividad y lograr alcanzar el 95 % que plantea la empresa como meta.

Posterior a identificar la problemática principal en la que se centra el proyecto, se procede con el análisis de las causas y posibles oportunidades de mejora. Mediante el uso de herramientas como el Ishikawa y observación del proceso mediante las planillas de inspección se identifica que la carencia de mantenimiento preventivo y la falta de estandarización en el proceso son las causas que más han afectado la productividad, por lo que se concluye con base en los resultados de la matriz multicriterio que la oportunidad de mejora a desarrollar es la documentación y estandarización del proceso.

Mediante la implementación del desarrollo de un diagrama BPMN, reconocimiento de requerimientos y asignación de responsables se capacita a los responsables sobre el proceso estandarizado y se documentan los cambios en un documento tipo ISO, para la mejora de la productividad se logra aumentar de un 89,9 % con el que se contaba en la última semana de marzo a un 96,5 % para la semana posterior a la implementación además de reducir los costos por tanda de producción en 23.750 colones aproximadamente, que representa alrededor del 30 % de los costos iniciales. Por lo anterior se

concluye que el proyecto es exitoso y se cumplió con el objetivo general dando solución a la problemática definida.

6.2 Recomendaciones

A continuación, se detallan las recomendaciones generales dirigidas a la gerencia de la empresa, sobre el desarrollo del proyecto en la línea de producción inicial de aceite palma.

Debido a que la disminución en la productividad no solo afecta el desarrollo de las actividades y la cantidad de aceite de palma producido diariamente, sino que también afecta los ingresos y ganancias del proceso, se recomienda a la empresa establecer la productividad como un indicador de éxito de la producción de aceite de palma, realizando un análisis por la gerencia de manera semanal con el fin de evitar una disminución considerable que afecte las ganancias de la empresa.

Mediante el desarrollo del proyecto se identifican oportunidades de mejora que no son desarrolladas por la limitante tiempo y recursos, sin embargo, se recomienda a la empresa analizar la factibilidad de contratación de un tercero para analizar el estado actual de la maquinaria, desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, asimismo, realizar una diferenciación entre el tiempo de mantenimiento preventivo y el tiempo de mantenimiento correctivo, con el fin de tener datos más específicos, evitar paros en la producción y disminución de la productividad a largo plazo.

Con el desarrollo del proyecto de graduación se logra superar la meta de la compañía de contar con un 95 % de productividad en la línea de producción inicial de aceite de palma gracias a la capacitación y estandarización realizada, sin embargo debido a que el proceso se encuentra

en constante cambio y regularmente se cuenta con cambios en el personal se recomienda a la gerencia mantener los esfuerzos en la documentación de cambios y capacitación del proceso, tanto a nuevos funcionarios como semestralmente a todo el equipo o cuando se considere necesario por disminución de la productividad.

Bibliografía

Acosta, V. (2019). *Una metodología de rediseño de procesos de negocios basada en la teoría de la estructuración de las organizaciones*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Aguirre, S. (2019). *Desarrollo de procesos de mejoramiento y rediseño de puestos*. Medellín: Universidad EAFIT.

Alvárez, A. (2022). SIPOC: UNA ÚTIL HERRAMIENTA PARA DEFINIR OBJETIVOS Y OBTENER RESULTADOS. *Lean Construction México*.

Antonucci, I. (2021). Mejora Continua: ¿Qué es y cómo se implementa? | Método Kaizen. *ATLAS*.

arweb. (10 de marzo de 2021). *Latin America Agrialim S.A. [imagen]*. Obtenido de Procomer: <https://www.procomer.com/zonasfrancas/3160/latin-america-agrialim-s-a/>

arweb. (10 de marzo de 2021). *Latin America Agrialim S.A. [imagen]*. Obtenido de Procomer: <https://www.procomer.com/zonasfrancas/3160/latin-america-agrialim-s-a/>

Blanco, J. (2019). *Medición de la satisfacción del cliente del restaurante Museo Taurino, y formulación de estrategia de servicios para la creación de valor*. Bogotá, Colombia : Universidad Javeriana.

Bolaños, L. (2021). Diagrama de flujo. *Herramientas Básicas de Ingeniería Industrial*, 39-56.

Caeleigh, M. (2021). ¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios. *Asana*.

Diccionario de la Real academia Española. (20 de Marzo de 2022). *Diccionario de la Real academia Española en línea*. Obtenido de <https://dle.rae.es/proceso>

Domenech, J. (2019). Diagrama Pareto. *Estadística, escuela secundaria*, 31-36.

EAE Business School. (2022). Renovarse o morir: cinco beneficios que aporta la reingeniería de procesos.

Fontalvo, T. (2019). LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Gamboa. (2020). *Plan de mejora continua*. 3C Emp.

Gutierrez, H., & De La Vara, R. (S.R). Control estadístico de la calidad y seis sigma. *McGRAW-HILL*.

Leiva. (2021). ¿Qué es BPMN? Notación estándar para modelar procesos.

Lewis, L. (2021). Comprensión de los diagramas y símbolos del BPMN.

Orozco, J. (2021). ¿Qué es Ingeniería Industrial? *Universidad Galileo*.

Quiroa, M. (2019). Proceso productivo. *Economía* .

Restrepo. (2019). *Diagrama de extracción de aceite de palmiste Palmagro S.A. [diagrama]*. Obtenido de Palmagro S.A.: <http://www.palmagro.com/nuestros-procesos/>

Restrepo. (2019). *Diagrama extracción de aceite de palma Palmagro S.A. [diagrama]*. Obtenido de Palmagro S.A.: <http://www.palmagro.com/nuestros-procesos/>

Rodríguez, J. (2022). Qué es el diagrama de Ishikawa, cómo crearlo y ejemplos. *HubSpot*.

Salazar López, B. (2019). Estudio de tiempos. *¿Qué es el estudio de tiempos?*

Salazar, B. (2019). *¿Qué es Ingeniería Industrial? Ingeniería Industrial*.

Smith, E. (2021). Método 6M para el Análisis de Causa y Efecto. *Edraw*.

Thai-Minh, T., & Lam-Son, L. (2020). En el rediseño y la configuración de procesos comerciales: aprovechando la clasificación y valores atípicos de minería de datos y el modelado de procesos centrado en artefactos. *Conferencia internacional sobre informática y aplicaciones avanzadas (ACOMP)*, 59-67.

Torres, I. (2021). Diagrama de Flujo, una herramienta infalible para visualizar, esquematizar y mejorar tus procesos. *Basado en la norma ISO 9001*.

Anexos

Anexo 1. Modelo de planilla para la inspección, medición y verificación del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Fecha:		Hora:			Turno:			
Etapa	Notas del proceso			Duración	Unidad	Variable cuantitativas	Encargado	Notas de proceso
	Antes	Durante	Despues					
Inicio del proceso								
Rampa con racimos								
Transporte a cestas								
Llenado del cestas								
Transporte a esterilización								
Esterilizado								
Transporte a grua								
Elevación de cestas a desfrutadora								
Desfrutado								
Final del proceso								
Tiempo total								
Notas sobre la variabilidad del proceso								

Anexo 2. Planilla 1 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Fecha	Etapa	Notas del proceso		Duración	Variable cuantitativas	Encargado
		Antes	Durante			
	Inicio del proceso					
	Rampa con racimos	Paro por falla frutales 30 min T limpieza = 20 min	Descarga de fruta sin rampa = 6:20 min	36:20 min		Gerardo Bermudez
	Transporte a cestas	Se pegó la rampa y se trabó que desatara		02:27 min		Gerardo Bermudez
	Llenado de cestas		T efectivo = 3 min T limpieza = 3:20 min	06:20 min		Bryan Calderon
	Transporte a esterilización		T efectivo = 03:00 min	03:02 min		Victoriano Piedra
	Esterilizado		T efectivo = 106 min	106 min		Victoriano Piedra
	Transporte a grua	T espina salida por cambio por chorro = 10 min	T efectivo = 3:10 min	13:15 min		Alejandro Valverde
	Elevación de cestas a desfrutadora		1 Grúa T efectivo = 01:20 min	01:20 min		William Leon
	Desfrutado					
	Final del proceso					
	Tiempo total					
	Notas sobre la variabilidad del proceso					

22

Anexo 3. Planilla 2 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Etapa	Notas del proceso		Duración	Encargado
	Antes	Durante		
Inicio del proceso				
Rampa con racimos				Gerardo Bermudez
Transporte a cestas			41:00 min	Gerardo Bermudez
Llenado de cestas		Solo dos operarios manejando cables y llenando cestas	38:58 min	Mario Prado
Transporte a esterilización		Solo un operario enjuagando y transportando	15:00 min	Victoriano Piedra
Esterilizado		Tefectivo= 10.1 min	10.1 min	Victoriano Piedra
Transporte a grua		Solo un operario enjuagando y transportando = 15 min	15:00 min	Alejandro Valverde
Elevación de cestas a destrozadora		1 Grúa Tefectivo= 01:50 min	01:50 min	William León
Destrozado		✓	6.17 min	
Final del proceso				
Tempo total				
Notas sobre la variabilidad del proceso				

Anexo 4. Planilla 3 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Etapa	Notas del proceso			Duración	Encargado
	Antes	Durante	Después		
Inicio del proceso					
Rampa con racimos					Gerardo Bermudez
Transporte a cestas				11:00 min	Leo Jimenez
Llenado de cestas		2 operarios enjarrando y llenando = 13 min		13:00 min	Mario Prado
Transporte a esterilización	Retraso por falta de cestas llenas (ver caso Fibraz)			08:27 min	Victoriano Piedra
Esterilizado		Telectivo = 125 min	Ballo de esterilización con 400 min después	129 min	Victoriano Piedra
Transporte a grua		1 operario en cables y enganche = 12.5 min		11:23 min	Alejandro Valverde
Elevación de cestas a desfrutadora				01:50 min	William León
Desfrutado		✓		17 min	
Final del proceso					
Tiempo total					
Notas sobre la variabilidad del proceso					

Anexo 5. Planilla 5 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Etapa	Fecha: 12/04/2022		Hora: 11:54 a.m.		Duración	Variable cuantitativas	Encargado
	Antes	Durante	Después	Turno: 1			
Inicio del proceso							
Rampa con racimos							Gerardo Bermudez
Transporte a cestas							Leo Jimenez
Llenado de cestas							Mario Prado
Transporte a esterilización	No hay canastas nuevas por hecho (Cesta 2) = 23:00 min. Tefectivo = 01:23 min.	Tanto porque se estiro linea (Cesta 2) = 23:00 min. Tefectivo = 01:23 min.	se acomodo la fruta que sobe paraba el alto de la canasta		00:32 seg 01 min		Jesus Cortes
Esterilizado		Tefectivo = 10:4 min			10:4 min		Jesus Cortes
Transporte a grua							Alejandro Valverde
Elevación de cestas a desfrutadora		4 Cesta	Recoge fruta Cesta		03:20 min		Alejandro Valverde
Desfrutado							William Leon
Final del proceso							
Tiempo total							
Notas sobre la variabilidad del proceso							

B


Anexo 6. Planilla 11 para la inspección y medición preliminar del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Etapa	Fecha: 13/04/2022			Hora: 13:05 pm		Turno: I	Encargado
	Antes	Notas del proceso		Duración	Variable cuantitativas		
Inicio del proceso							
Rampa con racimos							
Transporte a cestas	t. espera = 00:30 seg						
Llenado de cestas		T. llenado = 10:05 min					Otando Navarro
Transporte a esterilización	T. espera = 10:02 min						Bryan Calderon
Esterilizado		T. efectivo = 01:04 min					Bryan Calderon
Transporte a grua		T. efectivo = 4:05 min					Victoriano Piedra
Elevación de cestas a desfrutadora	T. espera por enganche = 1:01 min						Victoriano Piedra
Desfrutado		T. efectivo = 1:09 min					Ajando Valverde
Final del proceso		T. efectivo = 01:06 min					Ajando Valverde
		T. efectivo = 1:33 min					William Leon
Tiempo total							
Notas sobre la variabilidad del proceso							

Anexo 7. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 1



Anexo 8. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 2

	DOCUMENTACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN INICIAL DE ACEITE	Código: PAP-001
		Versión 01
		VIGENCIA
		Desde: 02 de mayo 2022

Contenido	
1. Política de responsabilidad.....	4
2. Objetivo.....	4
3. Alcance.....	4
4. Definiciones.....	5
4.1 Responsable.....	5
4.2 Consultado.....	5
4.3 Aprobador.....	5
4.4 Informado.....	5
4.5 Simbología BPMV.....	6

4.6 Requerimiento.....	6
5. Responsabilidades.....	7
6. Descripción.....	8
6.1 Descripción del proceso.....	8
6.2 Descripción de los requerimientos.....	11
Rampa con racimos.....	11
Transporte a cestas.....	11
Llenado de cestas.....	11
Transporte a esterilización.....	12
Esterilización.....	12
Transporte a grúa.....	13
Elevación de cestas a desfrutadora.....	13
Desfrutado.....	13

Anexo 9. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 3



1. Política de responsabilidad

El documento presentado a continuación, es el resultado de la elaboración del proyecto de graduación para optar por el bachillerato en ingeniería industrial, nombrado "rediseño de la línea de producción inicial de extracción de aceite de palma, para la mejora de la productividad en la empresa Latin America Agrialim S.A., durante el primer cuatrimestre del 2022" de la universidad Hispanoamericana, a cargo de la estudiante Yurielkin María Solano Gómez.

La aprobación de la estandarización y documentación quedo a cargo del encargado de la línea de producción de aceite de palma y la actualización y modificaciones futuras quedan a cargo de la empresa.

2. Objetivo

"Estandarizar y documentar los procedimientos, requerimientos y responsables de las primeras etapas del proceso de producción de aceite de palma, con el fin de mejorar la productividad de la línea".

3. Alcance

El siguiente documento de estandarización es aplicable para el proceso de inicial de la línea de producción de aceite de palma, proceso que se denomina desfrutado de racimos de palma en la empresa Latin America Agrialim S.A.

Anexo 10. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 4



4. Definiciones

A continuación, se presentan las definiciones de importancia para la comprensión del documento.

4.1 Responsable

Es el o los operarios encargados de realizar la tarea.

4.2 Consultado

Corresponde a un actor del proceso al que el responsable consulta sobre una tarea para proceder con el proceso.

4.3 Aprobador

Actor del proceso externo al responsable que se encarga de aprobar una tarea para continuar el proceso.








4.4 Informado

Actor del proceso externo al responsable al que el responsable informa sobre las características del proceso.

Anexo 11. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 5

4.5 Simbología BPMN

A continuación, se presenta la descripción de la simbología utilizada para la elaboración del diagrama RACI.

Simbolo	Descripción
	Evento de inicio del proceso
	Evento final del proceso
	Tarea del proceso
	Actividades de transición entre tareas del proceso
	Evento decisivo exclusivo
	Tarea manual
	Tarea cíclica

Fuente. Elaboración propia, 2022

4.6 Requerimiento

Expresa la funcionalidad que debe cumplir el proceso para que se considere exitoso.

Anexo 12. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 6



5. Responsabilidades

A continuación, se detalla una matriz RACI que muestra la asignación de roles y responsables del proceso.

Tarea	Rampa	cablestane	enganche	esterilización	grúa	prensa	pinzotera	palmisteria	Supervisor de proceso	Supervisor producción
Rampa con racimos	responsable									informado
Transporte a cestas	aprobador	responsable								
Llenado del cestas		responsable								
Transporte a esterilización			responsable	responsable						
Esterilizado				responsable					informado	
Transporte a grua		responsable	responsable							
Elevación de cestas a destrotadora			responsable		responsable	consultado				informado
Desfrutado						responsable	consultado	consultado		informado

Simbología responsable consultado aprobador informado

Fuente. Elaboración propia, 2022

Anexo 13. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 7



6. Descripción

6.1 Descripción del proceso

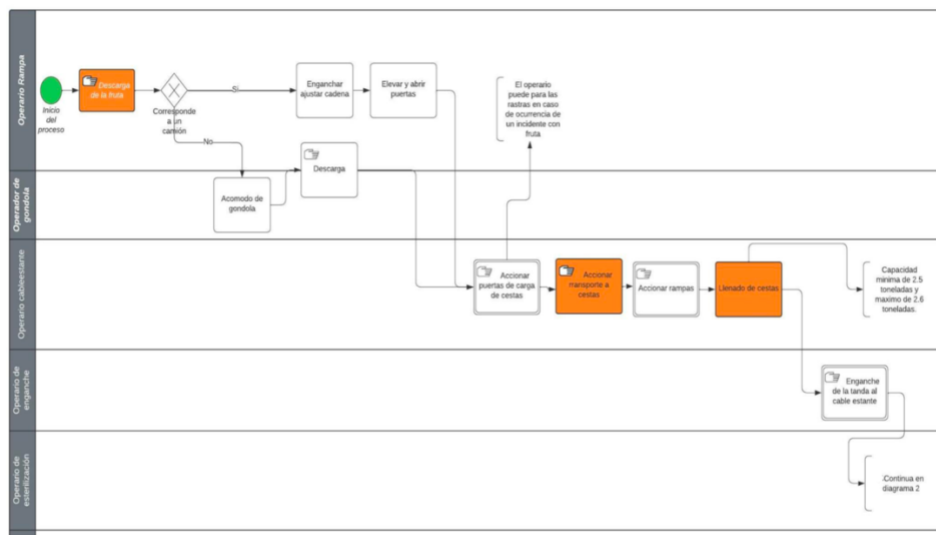
El proceso da inicio con la descarga manual de racimos de fruta de palma por parte del operario de rampa, seguidamente se da un evento decisivo exclusivo en el que se define si el transporte de la fruta corresponde a un camión. En caso de que lo es, se engancha y ajusta la cadena y se elevan y abren las puertas.

En caso de corresponder a una góndola, el operario de góndola debe de acomodarla y en conjunto con el operario de rampa se descarga. Ambos procesos se unen nuevamente en la actividad de transición manual de accionar las puertas de carga de las cestas por el operario de rampa, posteriormente se da la tarea manual de accionar el transporte a las cestas por el operario de cable estante, se tiene la actividad de transición de accionar las rampas y el operario finaliza su labor con el llenado de las cestas.

Posteriormente el operario de enganche se encarga de la actividad transitoria manual de enganchar la tanda al cable estante, seguidamente el operario de esterilización acciona el transporte y ubicación de los 8 cestos de racimos y se da el esterilizado bajo los parámetros definidos de Tiempo de cocción de 100 a 120 minutos, presión de 40. O y temperatura de 140 °C.

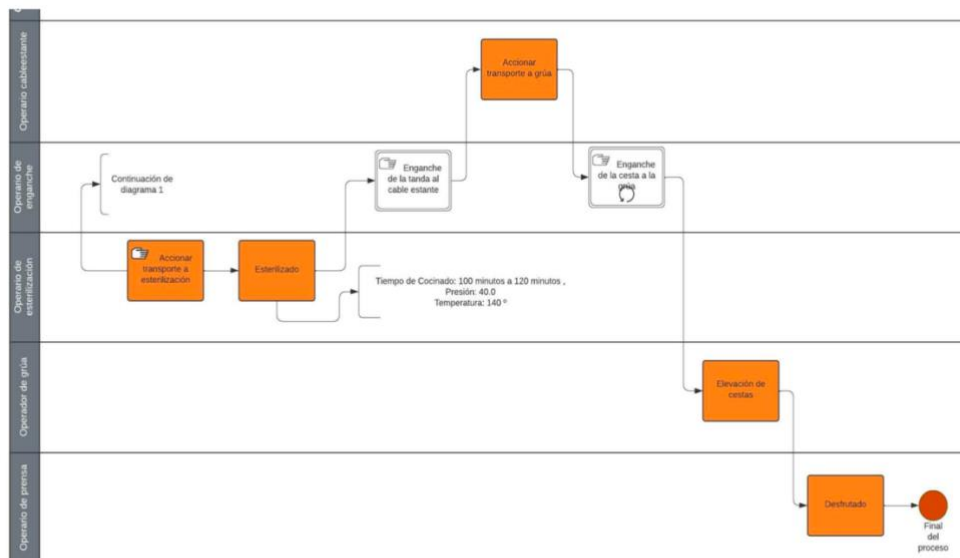
Terminado el tiempo de cocción y abierto el esterilizador, el operario de enganche engancha manualmente la tanda nuevamente al cable estante para que el operario de cable estante accione el transporte a grúa, donde seguidamente el operario de enganche engancha por medio de cadenas cada una de las cestas para ser elevadas por la grúa. El operario de grúa es el encargado de elevar las cestas y finalmente el operario de prensa acciona el desfrutado.

Anexo 14. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 8



Fuente. Elaboración propia, 2022

Anexo 15. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 9



Fuente. Elaboración propia, 2022

Anexo 16. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 10

6.2 Descripción de los requerimientos

Rampa con racimos

- Antes de iniciar la tarea, el operario de rampa debe indicar al supervisor de producción si la fruta cumplió con los estándares de calidad para poder dar inicio al proceso.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser un camión se debe colocar un elevador, enganchar con una cadena y abrir las puertas.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser una góndola se debe acomodar de manera que coincida con la rampa y colaborar con el operario para descargar la fruta manualmente con ayuda de ganchos.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que la fruta se encuentre completamente descargada.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que se descargara según la capacidad de la rampa que corresponde a 75 toneladas.

Transporte a cestas

- Antes de iniciar el proceso el operario de rampa debe verificar que la rampa cuente con al menos de 30 a 45 toneladas de fruta para aprobar continuar con el proceso.

- El operario de rampa debe asegurarse que la fruta se encuentre por detrás de las puertas.
- Una vez se verifica la colocación de la rampa el operario de rampa debe accionar las puertas, que permiten que la fruta caiga en las rastras y el operario de cables maneja el encendido de las rastras que se transportan hasta las cestas.
- Durante el proceso de transporte el operario de rampa tiene la posibilidad de detener la rastra en caso de observar alguna anomalía, fruta mal acomodada que evita el paso continuo de la rastra, herramientas u objetos en la zona, entre otras. Para evitar inconvenientes o incidentes durante la etapa.
- La velocidad de las rastras debe darse de acuerdo con la capacidad reconocida de 60 toneladas por hora máximo.

Llenado de cestas

- Para iniciar el proceso, el operario de cable estante debe verificar que la cesta se encuentre por debajo de la rampa.
- El operario de cable estante debe accionar la rastra para dar inicio al proceso y llenar la cesta hasta que se encuentre dentro del parámetro definido.

Anexo 17. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 11



- El operario de cables debe asegurarse que la cesta se encuentre llena al máximo y cumplir con un mínimo de 2.5 toneladas y máximo de 2.7 toneladas. Las cestas llenas deben encontrarse enganchadas a las siguientes.
- Conforme se llena una cesta el operario de cable debe transportar las cestas para que se llene una nueva. El proceso se repite 10 veces o para 10 cestas.

Transporte a esterilización

- Antes de iniciar el proceso el operario de enganche debe asegurarse de contar con 10 cestas completamente llenas para poder transportarlas hasta el fondo del esterilizador, de las que únicamente se introducen y esterilizan 8 cestas, debido que esas últimas dos ayudan para que las demás cestas lleguen al fondo del esterilizador, de manera que dos quedan para la siguiente tanda.
- Antes de iniciar el proceso el operario de esterilización debe asegurarse que el esterilizador se encuentre previamente vacío.
- Antes de dar inicio al transporte el operario de enganche debe asegurarse que las cestas estén previamente enganchadas una de la otra para lograr transportarlas por la línea férrea.

- Para dar inicio al proceso, el operario de enganche debe de enganchar al cable estante que se encuentra en el área de esterilización a la tanda.
- El operario de esterilización debe accionar el transporte de las cestas por medio de un control, para transportar las cestas hasta el esterilizador. La línea férrea debe moverse a razón de 13.13 m/min, según las indicaciones del supervisor de mantenimiento.
- El operario de esterilización debe asegurarse que las 8 cestas se encuentren dentro del esterilizador para finalizar el siguiente proceso.

Esterilización

- El operario de esterilización debe asegurarse de desenganchar la tanda del cable estante antes de dar inicio al esterilizador.
- Posteriormente el operario de esterilización debe asegurarse de cerrar completamente el esterilizador.
- Para dar inicio al proceso, el operario de esterilización debe cambiar el control del esterilizador de manual a automático e iniciar la receta automática cumpliendo con los parámetros de; tiempo de cocción de 100 a 120 minutos, presión de 40. O y temperatura de 140 °C.

Anexo 18. Modelo de documentación tipo ISO del proceso inicial de extracción de aceite de palma para la entrega y capacitación a los supervisores de producción, parte 12



- Una vez finalizada la esterilización el operario de esterilización debe asegurarse que se dé la espera hasta que la presión baje a 0.2 Pascales para abrir las puertas y mantenerse seguro.

Transporte a grúa

- El operador de enganche debe enganchar las cestas al cable estante para que el operador de cable estante inicie el transporte.
- El operador de cables debe accionar el control de transporte. La velocidad de la línea férrea debe responder a 13.13 m/min, según las indicaciones del supervisor de mantenimiento.
- Para finalizar el proceso, el operador de cables debe asegurar de que la primer y segunda cesta se encuentren por debajo de la grúa.

Elevación de cestas a desfrutadora

- Antes de iniciar el proceso, el operario de enganche debe asegurarse de enganchar cada cesta con la grúa y posteriormente dar una señal al operario de grúa para iniciar el proceso. El operario de grúa debe esperar la señal del operario de enganche para proceder con la elevación de la cesta.
- El operario de enganche debe apartarse del área donde se elevará la grúa para seguridad de sí mismo.

- Una vez que la cesta se encuentra a la altura de desfrutado el operador de grúa debe de realizar la descarga y bajar la cesta.

- El operador de enganche debe desenganchar la cesta vacía, enganchar y colocar el cable en la siguiente cesta para ser transportada debajo de la grúa y el operador de cable estante debe ir moviendo las cestas para repetir el proceso, en total se ejecuta 8 veces.

- El operario de grúa debe asegurarse que el peso de las cestas a elevar no sobre pase el establecido de 3 toneladas. La grúa cuenta con una capacidad de entre 16 y 18 cestas por hora, según las especificaciones que establezca el supervisor de proceso.

- El operador de grúa debe asegurarse que las cestas de fruta se encuentren descargadas en su totalidad en la desfrutadora.

Desfrutado

- El operario de prensa debe accionar el proceso una vez se descarga la primera cesta al inicio del proceso. De igual modo, debe asegurarse que la desfrutadora se encuentre procesando continuamente sin presentar complicaciones de saturación.
- Al finalizar el proceso el operario de prensa debe asegurarse que la fruta se encuentre separada entre el pinzote y los frutos de palma.

Anexo 19. Modelo de brochure informativo para la entrega, capacitación y futuro seguimiento del proceso inicial de extracción de aceite de palma, parte 1

BROSHURE INFORMATIVO:

DOCUMENTACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN INICIAL DE ACEITE

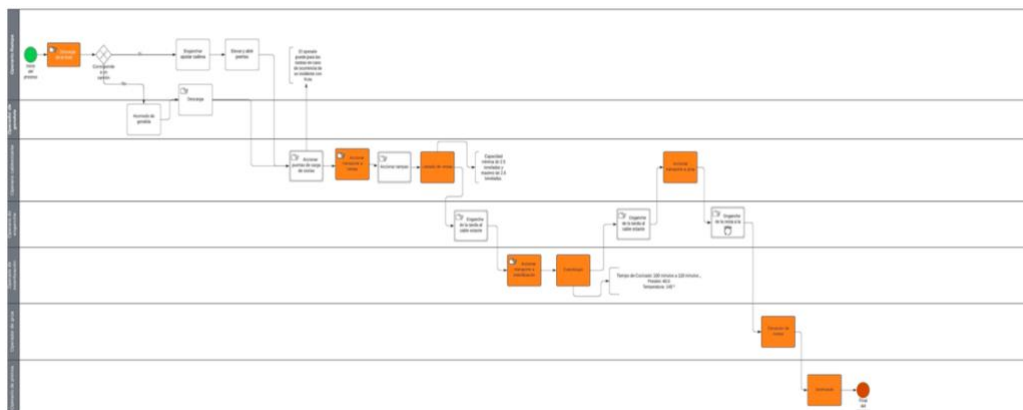


Asignación de responsables

Tarea	Rampa	cablestante	enganche	esterilización	grúa	prensa	pinzotera	palmisteria	Supervisor de proceso	Supervisor producción
Rampa con racimos	responsable									informado
Transporte a cestas	aprobador	responsable								
Llenado del cestas		responsable								
Transporte a esterilización			responsable	responsable						
Esterilizado				responsable					informado	
Transporte a grua		responsable	responsable							
Elevación de cestas a desfrutadora			responsable		responsable	consultado				informado
Desfrutado						responsable	consultado	consultado		informado

Simbología responsable consultado aprobador informado

Estandarización del proceso



YURIELKIN MARÍA SOLANO GÓMEZ

Anexo 20. Modelo de brochure informativo para la entrega, capacitación y futuro seguimiento del proceso inicial de extracción de aceite de palma, parte 2



Requerimientos del proceso

Rampa con racimos

- Antes de iniciar la tarea, el supervisor del proceso debe indicar al operario de rampa que la fruta cumple con los estándares de calidad para poder dar inicio al proceso.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser un camión se debe colocar un elevador, enganchar con una cadena y abrir las puertas.
- Durante el proceso de rampa con racimos el operario de rampa debe descargar la fruta, en caso de ser una góndola se debe acomodar de manera que coincida con la rampa y descargar la fruta manualmente con ayuda de ganchos.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que la fruta se encuentre completamente descargada.
- El operario de rampa debe verificar al final del proceso que se descargara según la capacidad de la rampa que corresponde a de 75 toneladas

Transporte a cestas

- Antes de iniciar el proceso el operario de rampa debe verificar que el la rampa se cuente con al menos de 30 a 45 toneladas de fruta para aprobar continuar con el proceso.
- El operario de cable estante debe asegurarse que la rampa este inclinada y encontrarse por debajo las puertas
- Una vez se verifica la colocación de la rampa el operario de rampa debe accionar las puertas, que permiten que la fruta caiga en las rastras y el operario de cables manejan el encendido de las rastras que se transportan hasta las cestas
- El operario de rampa puede para las rastras en caso de ocurrencia de un incidente con fruta mal acomodada, herramientas que se caen etc. Para evitar inconvenientes o incidentes
- La velocidad de las rastras debe de darse de acuerdo con la capacidad reconocida de 60 toneladas por hora máximo.

Llenado de cestas

- Para iniciar el proceso, el operario de cable estante debe verificar que la cesta se encuentre por debajo de la rampa.
- El operario de cables debe accionar la rastra para dar inicio al proceso y llenar la cesta hasta que se encuentre dentro del parámetro definido.
- El operario de cables debe asegurarse que la cesta se encuentre llena al máximo y cumplir con un mínimo de 2.5 toneladas y máximo de 2.6 toneladas. Las cestas llenas deben encontrarse enganchadas a las siguientes.
- Conforme se llena una cesta el operario de cable debe transportar las cestas para que se llene una nueva. El proceso se repite 10 veces o para 10 cestas.

Transporte a esterilización

- Antes de iniciar el proceso el operario de enganche debe asegurarse de contar con 10 canastas completamente llenas para poder transportarlas hasta el fondo del esterilizado de las que únicamente se esterilizan 8, de manera que dos quedan para la siguiente tanda.
- Antes de iniciar el proceso el operario de esterilización debe asegurarse que el esterilizado se encuentre previamente vacío
- Para dar inicio al proceso, el operario de enganche debe de enganchar al cable estante que se encuentra en el área de esterilización a la tanda.

- El operario de esterilización debe accionar el transporte de las cestas por medio de un control, para transportar las cestas hasta el esterilizador. La línea férrea debe moverse a razón de 13.13 m/min
- El operario de esterilización debe asegurarse que las ocho canastas se encuentren dentro del esterilizador para finalizar el proceso

Esterilización

- El operario de enganche debe asegurar de desenganchar la tanda del cable estante antes de iniciar la esterilización.
- Posteriormente el operario de esterilización debe asegurarse de cerrar completamente el esterilizador.
- Para dar inicio al proceso, el operario de esterilización debe cambiar el control del esterilizador de manual a automático e iniciarle la receta por el operador de esterilización cumpliendo con los parámetros de; Tiempo de cocción de 100 a 120 minutos, presión de 40. O y temperatura de 140 °C.
- Una vez finalizada la esterilización se el operario de esterilización debe asegurarse que se dé la espera hasta que la presión baje a 0.2 Pascales para abrir las puertas.

Transporte a grúa

- Antes de iniciar el proceso, el operario de enganche debe asegurarse de enganchar cada cesta con la grúa y posteriormente dar una señal al operario de grúa para iniciar el proceso.
- El operador de enganche debe enganchar las tandas al cable estante por el
- El operador de cables debe accionar el control de transporte y asegurarse que la velocidad de las rastra responda a la capacidad de 60 toneladas por hora.
- Para finalizar el proceso, el operador de cables debe asegurar de que la primer y segunda cesta se encuentren por debajo de la grúa

Elevación de cestas a desfrutadora

- El operario de grúa debe esperar la señal de operario de enganche para proceder con la elevación de la cesta
- Una vez que la cesta se encuentra a la altura de desfrutado el operador de grúa debe de realizar la descarga y bajar la cesta.
- El operador de engancha debe desenganchar la canasta vacía, enganchar y colocar el cable en la siguiente canasta para ser transportada debajo de la grúa y el operador de cables debe ir jalando las canastas y se repite el proceso en total 8 veces.
- El operario de grúa debe asegurar que el peso de las canastas a elevar no sobre pase en total, considerando la canasta, más de 3 toneladas y que no se sobre pase la capacidad de las grúas de 16 cestas por hora
- El operador de grúa debe asegurarse que las cestas de fruta se encuentren descargadas en su totalidad en la desfrutadora

Desfrutado

- El operario de prensa debe asegurar que la desfrutadora se encuentre previamente fruta.
- El operario de prensa debe accionar el proceso una vez se descarga la canasta.
- Al finalizar el proceso el operario de prensa debe asegurarse que la fruta se encuentre separada entre el pinzote y los frutos de palma

YURIELKIN MARÍA SOLANO GÓMEZ

Anexo 21. Planilla 1 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma

Responsable: hoja 1

Turno: 1

Fecha: 11 mayo Hora: 7:20 pm

Etapa	Notas del proceso		Duración	Encargado
	Antes	Después		
Inicio del proceso				
Rampa con racimos	Espera x falta de rampa = 18:20 min y agua = 1:30 min	Llenado de rampa = 2:48 min		
Transporte a cestas	t. efectivo = 1:25 min			
Llenado de cestas		mejor tiempo que antes se leen cestas		
Transporte a esterilización		t. efectivo = 2:15 min		
Esterilizado		1:01 min		
Transporte a grua		t. efectivo = 3:06 min		
Elevación de cestas a desfrutadora		t. efectivo = 1:20 min		
Desfrutado		Proceso normal = 6:17 min		
Final del proceso				
Salida de esterilizador = 3:19 min				
Proceso normal = 6:17 min				
45 toneladas por hora				

Tiempo total

Notas sobre la variabilidad del proceso

18

Anexo 22. Planilla 2 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma

11 mayo Hora: 1:50 pm Turno #1 Responsable

Etapa	Notas del proceso			Duración	Variable cuantitativas	Encargado
	Antes	Durante	Después			
Inicio del proceso						
Rampa con ramicos		Llenado de ramicos = Gondola mano 5 o 6 + hora.				Geovanny Rojas (Gamba)
Transporte a cestas	t. espera en la cesta = 1:26 min	transporte a I cesta = 3:28 min proceso conjunto				Eliccer Elisomb (Lira, cabbot)
Llenado de cestas		Llenado 1 cesta = 3:28 min t. espera = 6:56 min				
Transporte a esterilización		t-total = 8:26 min				Feldivo Miranda
Esterilizado		t. espera = 3:04 min Inicio = 1:14 pm Termino = 3:21 pm = 2:03 min				Palmino Miranda (esterilización)
Transporte a grua		tiempo total = 2:20 min				Armando Castro Alberto Campos enganche y criba
Elevación de cestas a desfrutadora		t. efectivo = 2:28 min				Luis Montoya (Gua)
Desfrutado		t. efectivo = 6:22 min				Rafaelin Rodriguez (Pensas)
Final del proceso						
Tiempo total	45 toneladas de fruta de palma x hora					
Notas sobre la variabilidad del proceso						

Anexo 23. Planilla 3 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma

17 mayo
Fecha: 17 mayo 2:37 pm
Horas: 2:37 pm
Turno: 2 Turno I
Responsables: hoia I

Etapas	Notas de proceso		Duración	Variable cuantitativas	Encargado
	Antes	Durante			
Inicio del proceso					
Rampa con racimos		llenado con racimos = 18 seg			
Transporte a cestas		t. efectivo total = 2:09 min			
Llenado de cestas		mientras se mueve la rasilla se llena la cesta			
Transporte a esterilización	t. espera no hay cestas llenas = 7:10 min	t. efectivo transporte = 5:37 min	Cambio turno		
Esterilizado		t. efectivos = 1:52 min			
Transporte a grua		1:00 min			
Elevación de cestas a desfrutadora		t. efectivo = 1:38 min			
Desfrutado		t. efectivo = 1:45 min			
Final del proceso		Proceso normal = 6:17 min			
Tiempo total					
Notas sobre la variabilidad del proceso	45 toneladas de fruta palma por hora				

Anexo 24. Planilla 4 para la inspección y verificación de la propuesta de mejora del proceso inicial de extracción de aceite de palma

engañado
Responsible

Turno 2

Fecha:	Hora:		Duración	Encargado
	Antes	Después		
11 mayo				
Inicio del proceso				
Rampa con racimos	Rampa Llena			
Transporte a cestas		mismo tiempo		Bryan Caldera (Cables)
Llenado de cestas		1:55 min		Bryan Caldera (Cables)
Transporte a esterilización	cesta abierta sin sacos dentro	1:55 min	1:55 min	Bryan Caldera (Cables)
Esterilizado		1:55 min		Victoriano Piedra (esterilizador)
Transporte a grua		1:55 min		Victoriano Piedra
Elevación de cestas a desfrutadora		1:55 min		Willy Hernandez
Desfrutado		1:55 min		Mario Prado
Final del proceso				Alejandro unavel (grua)
Variable cuantitativas				Hugo (Personas)
enganché controles				
Notas sobre la variabilidad del proceso	45 toneladas de fruta de palma por hora			