



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA
ELENA-ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

TATIANA FERNANDA MERCHÁN VERA

FREDDY ANDRÉS YAGUAL ESPINOZA

TUTOR:

ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA M.Sc.

La Libertad, Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO
MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA
EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-
ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

**TATIANA FERNANDA MERCHÁN VERA
FREDDY ANDRÉS YAGUAL ESPINOZA**

TUTOR:

ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA, MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Tatiana Fernanda Merchán Vera** y **Freddy Andrés Yagual Espinoza**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

TUTOR

f.  _____

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, M.Sc

DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, M.Sc

La Libertad, a los nueve días del mes de diciembre del año de 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, M.Sc

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación **“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR”**, elaborado por **TATIANA FERNANDA MERCHÁN VERA** y **FREDDY ANDRÉS YAGUAL ESPINOZA**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberlo dirigido, estudiado y revisado, lo apruebo en su totalidad.

La Libertad, a los nueve días del mes de diciembre del año de 2025

TUTOR

f. 

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Tatiana Fernanda Merchán Vera y Freddy Andrés Yagual Espinoza.**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR”** previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conformes las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los nueve días del mes de diciembre del año de 2025

AUTORES:



f. _____
Tatiana Fernanda Merchán Vera



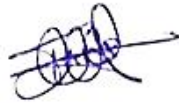
f. _____
Freddy Andrés Yagual Espinoza

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Tatiana Fernanda Merchán Vera** y **Freddy Andrés Yagual Espinoza**.

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, "**OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR**", cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

AUTORES



f. _____

Tatiana Fernanda Merchán Vera



f. _____

Freddy Andrés Yagual Espinoza

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

En calidad del tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR” elaborado por Tatiana Fernanda Merchán Vera y Freddy Andrés Yagual Espinoza, egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe .

INFORME DE ANÁLISIS
registro

TESIS FINAL-YAGUAL F;MERCHÁN F

2%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
= 1% entre las fuentes mencionadas
0% idiomas no reconocidos
2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS FINAL-YAGUAL F;MERCHÁN F.pdf
ID del documento: 3dc3fa2d8bb0b0251511d9f711c70cd48230eb
Tamaño del documento original: 4,68 MB

Depositante: DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA
Fecha de depósito: 5/12/2025
Tipo de carga: Inerforce
Fecha de fin de análisis: 5/12/2025

Número de palabras: 26.411
Número de caracteres: 175.692

Ubicación de las similitudes en el documento:

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f.

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, Msc

CERTIFICADO DE GRAMATODOLOGÍA

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniero Industrial, con el tema: **“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial **TATIANA FERNANDA MERCHÁN VERA** y **FREDDY ANDRÉS YAGUAL ESPINOZA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, el trabajo presenta un dominio formal del lenguaje, con expresión clara, coherencia discursiva y solidez interpretativa. Asimismo, garantizando su adecuación a los estándares académicos y formales requeridos.

Por lo expuesto, se expide el presente certificado para que los interesados lo utilicen ante las instancias que correspondan.

Atentamente,



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.
Magister en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía constante y mi fortaleza en todo momento. Este logro no habría sido posible sin su bendición y su presencia en mi vida.

Agradezco a mis amados padres, a mis abuelitos, a mis tíos y a mis hermanos, quienes son mi pilar fundamental y mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día, quienes con sus palabras de aliento no me han dejado decaer para que siga adelante y siempre sea una mujer fuerte y valiente. Gracias a toda mi familia en general por acompañarme en este proceso y por su apoyo incondicional.

A mis docentes, por su experiencia, compromiso y pasión por enseñar, especialmente a mi tutor el Ing. Darwin Jaque Puca M.Sc, por su guía, compromiso y acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo de investigación, ¡Muchas gracias!, fue fundamental para culminar esta etapa con éxito.

A mis amigos, con quienes compartí este viaje lleno de aprendizajes, desafíos y momentos inolvidables. Gracias por estar para mí, por las experiencias compartidas y por demostrarme que el trabajo en equipo y la amistad son pilares esenciales en cualquier logro.

Finalmente, agradecer a la empresa Rosmei S.A., en especial al Ing. José López por darme la oportunidad y confianza de realizar el presente estudio, su apoyo y disposición permitieron que este proyecto se desarrollara de manera enriquecedora y que pudiera aplicar y fortalecer mis conocimientos en la ingeniería industrial.

Merchán Vera Tatiana Fernanda

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo de titulación al creador de todas las cosas. A mi Dios. A mi papá, Edwin Merchán, quien ha sido mi mayor inspiración desde muy pequeña, por enseñarme a levantarme desde lo más bajo y a luchar con valentía por mis sueños, quiero dedicarte este logro con todo mi corazón, te admiro profundamente y agradezco cada día por no dejarme sola y hacer posible lo que muchos consideran imposible.

A mi mamá, Mariana Vera, mi orgullo, mi fuerza, por estar conmigo en todo momento, por su apoyo incondicional. Gracias por recordarme que soy capaz de superar cualquier obstáculo. Este logro es el resultado de su inmenso amor y de su fe inquebrantable en mí. No habría llegado aquí sin usted. A mi mamita Fela y papito Alejo, por ser mi mayor motivación, por sus cuidados y por ser un ejemplo de vida para mí. Este logro también es por ustedes.

A mi dúo, con quien inicié este camino desde el primer semestre y con quien hoy culmino nuestra titulación. Gracias por creer en mí, por tu amistad, apoyo, aprendizajes, retos y momentos inolvidables, fue un privilegio trabajar a tu lado. Que estas páginas siempre te recuerden lo importante que fuiste en este camino y lo agradecida que estoy de haber compartido este camino exitosamente contigo.

A mí, por siempre luchar, por creer en mis capacidades, superar los desafíos y demostrarme que con esfuerzo y disciplina todo es posible. Este logro es también un reconocimiento a mi valentía, mi dedicación y a todo lo que he logrado gracias a no haberme rendido nunca.

“Al final somos una mezcla de todas las personas que han sido parte de nuestro camino. Me alegra saber que alguna de ellas son parte esencial de quien soy hoy”.

Merchán Vera Tatiana Fernanda

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por darme salud y bienestar durante todos estos años de formación profesional.

A mis padres Freddy y Ámbar, por estar a mi lado en cada adversidad, brindándome apoyo constante y orientándome con responsabilidad y compromiso. Gracias por sostenerme en los momentos complejos y por brindarme la confianza necesaria para seguir adelante.

A mi mamita Jenny, mi abuela, le expreso mi eterno agradecimiento por sus cuidados, por sus consejos y por ser un respaldo fundamental a lo largo de este camino.

A mis hermanos Kevin y Deyalith, y a mis tíos Sugey y Jonny, por su comprensión, su disposición en ayudarme y su interés constante en mis avances, y, a mis amistades por estar ahí motivándome, dándome ánimos y no dejarme solo.

Agradezco a mi tutor por su paciencia, dedicación y conocimientos que contribuyeron en el desarrollo de esta investigación. Por último, me agradezco por no rendirme, por seguir adelante y por confiar en mis capacidades incluso cuando el camino se complicaba. Este logro también es resultado de mi propio esfuerzo.

Yagual Espinoza Freddy Andrés

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios por darme fortaleza durante estos años y darme la sabiduría y la inteligencia necesaria para alcanzar esta meta.

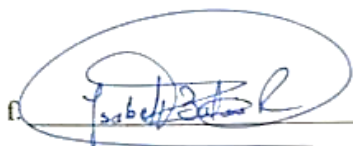
Se lo dedico a mis padres, a mi mamita y hermanos, por haberme forjado como la persona que soy ahora, me guiaron y me impulsaron siempre en seguir adelante y a no rendirme, alentando cada uno de mis sueños desde que era pequeño, confiando en mí incluso cuando yo dudaba. Gran parte de lo que he alcanzado en mi vida se debe a ustedes y este logro no es la excepción, gracias por estar presentes ahora en mi vida profesional.

A mi amigo fiel, Shippo, porque nunca me dejaste solo y me acompañaste en todas las noches de estudio. Siempre que necesité una mano, tu patita siempre estuvo ahí, así mismo dedico este logro a mi dúo, que estuvo desde primer semestre, hasta ahora, siempre dispuesta a motivar y colaborar y seguir adelante conmigo en cada desafío. Gracias a su dedicación y al esfuerzo que compartimos, se pudo culminar con nuestro trabajo de investigación y cerrar esta etapa con orgullo.

Finalmente, me lo dedico a mí mismo, porque este esfuerzo y perseverancia son la prueba de mi fortaleza y determinación. Por mantenerme firme aun cuando el cansancio pesaba, por confiar en mí y por siempre avanzar. Este logro refleja cada sacrificio, cada desvelo y cada paso que di para llegar hasta aquí, muchas gracias a todos.

Yagual Espinoza Freddy Andrés

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

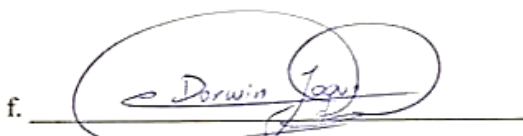
Ing. Isabel del Rocio Balón Ramos, MSc

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

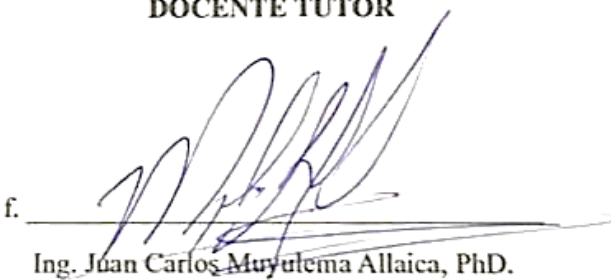
Ing. David Alejandro Paredes Aguilar, MSc

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, PhD.

DOCENTE GUÍA UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	VII
CERTIFICADO DE GRAMATODOLOGÍA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
DEDICATORIA.....	X
AGRADECIMIENTOS	XI
DEDICATORIA.....	XII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	IXX
RESUMEN	IXX
ABSTRACT.....	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes investigativos.....	5
1.2. Revisión literaria.....	6
1.3. Protocolo de la investigación	8
1.4. Estado conceptual.....	9
1.5. Descripción de la empresa	10
1.5.1. Ubicación geográfica de la empresa	11
1.5.2. Organigrama de la empresa.....	12
1.5.3. Mapa de procesos.....	13
1.5.4. Productos de fabricación y proceso.....	14
1.5.5. Descripción del proceso productivo actual	14
CAPÍTULO II.....	17
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	17
2.1. Enfoque de investigación	17
2.2. Diseño de investigación	17

2.3.	Procedimiento metodológico	18
2.4.	Población y muestra	21
2.4.1.	Censo.....	21
2.4.2.	Población: producción en lotes	22
2.4.3.	Muestra.....	22
2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	24
2.5.1.	Métodos de recolección de los datos.....	24
2.5.2.	Técnicas de recolección de los datos	24
2.5.3.	Instrumentos de recolección de los datos.....	26
2.6.	Variables de estudio.....	27
2.6.1.	Operacionalización de las variables	27
2.6.2.	Procedimiento para la recolección de los datos	29
2.6.3.	Plan de análisis e interpretación de resultados.....	29
2.7.	Validez y confiabilidad del instrumento.....	30
2.7.1.	Validación de herramientas por experto.....	30
2.7.2.	Validación de encuestas.....	33
2.7.3.	Resultados de la encuesta.....	36
2.8.1.	Comparativo entre observación directa y encuesta estructurada	37
2.8.2.	Datos estadísticos de los costos y producción anual.....	53
2.8.3.	Identificación y cuantificación de defectos.....	56
2.8.4.	Indicadores clave de desempeño (KPIs)	58
	CAPÍTULO III.....	60
	MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	60
3.1.	Marco de resultados	60
3.2.	Alternativas de soluciones.....	60
3.3.	Evaluación de alternativas.....	61
3.4.	Propuesta seleccionada.....	62
3.5.	Implementación de la propuesta.....	62
3.5.1.	Aplicación de metodología 5S	62
3.5.2.	Sistema de control de inventario	79
3.5.3.	Rediseño de la distribución de la planta y flujo de materiales.....	83
3.5.4.	Indicadores clave de desempeño (KPIs) propuestos.....	92
3.5.5.	Evaluación de la optimización alcanzada	93

3.5.6. Determinación del nivel sigma mejorado	95
3.5.7. Datos estadísticos de producción anual propuesto.....	97
3.6. Justificación económica	98
3.6.1. Presupuesto de inversión.....	98
3.6.2. Flujo de caja proyectada.....	100
3.6.3. Índices financieros	102
3.7. Justificación ambiental.....	103
3.8. Justificación social	104
3.9. Análisis comparativo.....	104
3.10. Planning de control	106
3.11. Marco de discusión	108
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de la empresa.....	11
Tabla 2. Personal de la empresa Rosmei S.A.	21
Tabla 3. Muestra del personal de Rosmei S.A.	22
Tabla 4. Muestra del personal de Rosmei S.A.	23
Tabla 5. Variables de estudio.....	27
Tabla 6. Distribución de la población.	28
Tabla 7. Plan de análisis e interpretación de datos.....	30
Tabla 8. Criterios de aceptación de expertos.....	31
Tabla 9. Revisión y validación de instrumento.	31
Tabla 10. Evaluación de cuestionario por expertos.....	32
Tabla 11. Escala del alfa de Cronbach.	33
Tabla 12. Coeficiente de fiabilidad de herramienta.	33
Tabla 13. Coeficiente de fiabilidad de encuesta.....	34
Tabla 14. Porcentajes totales de la encuesta por pregunta.	34
Tabla 15. Resultados de las preguntas de la encuesta.	36
Tabla 16. Análisis de problemáticas del registro de observaciones.....	37
Tabla 17. Análisis de problemáticas del cuestionario.	39
Tabla 18. Matriz de evaluación de causas preliminares.....	41
Tabla 19. Clasificación de actividades para VSM.....	50
Tabla 20. Costo por proceso de la empresa.....	53
Tabla 21. Capacidad de producción de la empresa.	54
Tabla 22. Producción anual.....	54
Tabla 23. Registro de defectos del rendimiento.....	57
Tabla 24. Evaluación del nivel sigma.	58
Tabla 25. Indicadores clave de desempeño (KPIs).	59
Tabla 26. Evaluación comparativa de alternativas.....	61
Tabla 27. Plan de implementación.	63
Tabla 28. Resumen de evaluación inicial de las 5S.	64
Tabla 29. Tarjeta Roja.	65
Tabla 30. Proceso de clasificación.	67
Tabla 31. Resultados porcentuales derivados de la tabla 24.	68
Tabla 32. Distribución según condición operativa.....	68

Tabla 33. Decisiones tomadas.	68
Tabla 34. Información obtenida.	70
Tabla 35. Planificación de tareas en planta.	72
Tabla 36. Resultado de recopilación de las fases.	74
Tabla 37. Registro de evaluaciones.	75
Tabla 38. Clasificación final de auditoria 5S.	76
Tabla 39. Modelo de gestión de 5S.	78
Tabla 40. Estructura operativa del sistema Odoo.	80
Tabla 41. <i>Etapas de implementación.</i>	82
Tabla 42. Plan de capacitación.	83
Tabla 43. KPIs Propuestos.	92
Tabla 44. Registro de defectos del rendimiento propuesto.	95
Tabla 45. Evaluación del nivel sigma propuesto.	96
Tabla 46. Comparación de producción anual actual y propuesto.	98
Tabla 47. Presupuesto de inversión.	99
Tabla 48. Flujo neto del efectivo operativo.	100
Tabla 49. Tabla de amortización.	101
Tabla 50. Flujo neto del efectivo NO operativo.	101
Tabla 51. Porcentaje de TMARX.	101
Tabla 52. Objetivos de desarrollo sostenible.	104
Tabla 53. Comparación de situación inicial vs. situación mejorada.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para realizar el mapeo sistemático.	6
Figura 2. Diagrama incorporado en el mapeo sistemático.....	7
Figura 3. Herramientas de las metodologías.....	7
Figura 4. Protocolo de investigación.	8
Figura 5. Logo de la empresa.....	10
Figura 6. Ubicación de la empresa.....	12
Figura 7. Organigrama de la empresa.....	12
Figura 8. Mapa de procesos de la empresa.	13
Figura 9. Productos de la empresa.....	14
Figura 10. Diagrama de flujo de la empresa.....	16
Figura 11. Diseño de la investigación.....	18
Figura 12. Protocolo metodológico de optimización de la cadena de suministro.	18
Figura 13. Proceso de levantamiento y validación de datos.	19
Figura 14. Plan para la recolección de datos en la empresa.	24
Figura 15. Estructura del método de Delphi.	25
Figura 16. Resumen de las preguntas.	35
Figura 17. Primer diagrama de Pareto del registro de observaciones.....	38
Figura 18. Segundo diagrama de Pareto de problemas identificados del cuestionario.....	39
Figura 19. Diagrama de Ishikawa de primer nivel.....	39
Figura 20. Diagrama de multicolumnas del proceso de producción.....	44
Figura 21. Distribución de la planta.....	45
Figura 22. Diagrama de recorrido del proceso actual.....	46
Figura 23. Diagrama de flujo de procesos.	48
Figura 24. VSM actual de la empresa.....	52
Figura 25. Carta de control I-MR	55
Figura 26. Diagrama radar 5S actual.	64
Figura 27. Diagrama radar 5s propuesto.....	77
Figura 28. Software de gestión de inventarios ODOO para la empresa Rosmei S.A.....	79
Figura 29. Proceso de facturación al cliente en el ODOO.....	79
Figura 30. Catálogo de productos registrados en Odoo.....	80
Figura 31. Orden de compra.	81
Figura 32. Diagrama de flujo de procesos de multicolumnas propuesto.....	84

Figura 33. Diagrama de recorrido propuesto.	86
Figura 34. Diseño de bodega de producto terminado propuesto.	87
Figura 35. Diseño de bodega de materiales y repuestos.	88
Figura 36. Diagrama de flujo de procesos propuesto.	89
Figura 37. VSM propuesto.....	91
Figura 38. Carta de control I-MR propuesto.....	97
Figura 39. Cronograma de implementación.	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Unión de base de datos.....	119
Anexo 2. Elaboración de gráficas en Bibliometrix.....	119
Anexo 3. Criterios de inclusión y exclusión.....	120
Anexo 4. Cantidad de documentos encontrados.....	120
Anexo 5. Criterios de elegibilidad.....	121
Anexo 6. Mapa bibliométrico de países con mayor aporte investigativo.....	121
Anexo 7. Red bibliométrica de palabras claves.....	122
Anexo 8. Matriz referencial de artículos.....	122
Anexo 9. Herramientas de las metodologías.....	124
Anexo 10. Observaciones en Rosmei S.A.....	126
Anexo 11. Formato de observaciones.....	126
Anexo 12. Formato de observaciones realizada en Rosmei S.A.....	127
Anexo 13. Cuestionario estructurado de recolección de datos.....	127
Anexo 14. Validación de encuesta por expertos.....	131
Anexo 15. Permiso de levantamiento de datos en Rosmei S.A.....	132
Anexo 16. Encuesta al gerente general de la empresa.....	133
Anexo 17. Resultados de encuesta tabulados.....	134
Anexo 18. Desorganización de las áreas.....	134
Anexo 19. Registros en físicos.....	135
Anexo 20. Materia prima (sacos de 50 kg).....	135
Anexo 21. Materiales y herramientas.....	136
Anexo 22. Manipulación de registros en Excel.....	136
Anexo 23. Checklist de evaluación inicial de las 5S.....	137
Anexo 24. Checklist de evaluación final de las 5S.....	138
Anexo 25. Registro de capacitaciones para la empresa.....	139
Anexo 26. Programa de capacitación al personal en software Odoos.....	139
Anexo 27. Tabla de conversión de Six Sigma.....	140
Anexo 28. Base de datos histórica del proceso productivo.....	140

“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR”

Autores: Tatiana Fernanda Merchán Vera

Freddy Andrés Yagual Espinoza

Tutor: Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc

RESUMEN

La optimización de la cadena de suministro es un factor determinante para fortalecer la eficiencia en las plantas procesadoras de harina de pescado. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo mejorar la cadena de suministro de Rosmei S.A., ubicada en Chanduy–Ecuador, mediante la metodología Lean Six Sigma. Se realizó un diagnóstico situacional de la empresa, donde se identificaron altos desperdicios, variabilidad en los rendimientos y falta de organización operativa, como consecuencia, el proceso presentó un nivel sigma aproximado de 2.34σ , evidenciando un desempeño deficiente. También se aplicaron herramientas como diagramas de flujo de procesos, recorrido, VSM, lo que permitió reconocer los puntos críticos que afectaban la eficiencia del flujo productivo. Finalmente, la propuesta de mejora logró reducir las pérdidas, fortalecer la trazabilidad y estabilizar los rendimientos, alcanzando un valor proyectado de 31.16 %, junto con una disminución de defectos y variabilidad. En conjunto, estos resultados consolidan un proceso más eficiente y orientado a la mejora continua dentro de Rosmei S.A.

Palabras claves: optimización, suministro, Lean Six Sigma, rendimiento, variabilidad.

“SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION USING LEAN SIX SIGMA METHODOLOGY AT ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA, ECUADOR”

Authors: Tatiana Fernanda Merchán Vera

Freddy Andrés Yagual Espinoza

Tutor: Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc

ABSTRACT

Supply chain optimization is a key factor in strengthening the efficiency of fishmeal processing plants. This study aimed to improve the supply chain of Rosmei S.A., located in Chanduy, Ecuador, using the Lean Six Sigma methodology. A diagnostic assessment of the production process was conducted, revealing high levels of raw material waste (26–29%), significant variability in yields, and a lack of operational standardization. Consequently, the process exhibited an approximate sigma level of 2.34, indicating unstable performance. Tools such as Value Stream Mapping (VSM), waste analysis, control charts, task standardization, and activity balancing were also applied, allowing for the identification of critical points affecting the efficiency of the production flow. Ultimately, the proposed improvements reduced losses, strengthened traceability, and stabilized yields, achieving a projected value of 31.16%, along with a decrease in defects and variability. Taken together, these results solidify a more efficient process focused on continuous improvement within Rosmei S.A.

Keywords: optimization, supply, Lean Six Sigma, performance, variability. keywords.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, la producción de harina de pescado exige mejorar la estabilidad y el control del proceso, pues como señalan Vite-Cochachin et al., (2023), las plantas pesqueras requieren sistemas de gestión que garanticen eficiencia y control estadístico. Esta necesidad se refuerza porque, según la Organización de las Naciones Unidas, (2022), la producción mundial alcanzó 223,2 millones de toneladas en 2022, lo que impulsa la adopción de metodologías como Lean Six Sigma para reducir variabilidad y desperdicios, bajo esta perspectiva, (Celis-Gracia & Toscano, 2022) evidencian que su aplicación optimiza la calidad y el desempeño técnico en procesos alimentarios. Así, Lean Six Sigma se integra en la producción de harina de pescado para fortalecer el rendimiento productivo y asegurar un proceso más eficiente y consistente.

En Latinoamérica, la cadena de suministro pesquera de países clave como Perú, Chile y Ecuador enfrenta pérdidas logísticas del 10 % al 18 % en transporte y almacenamiento, según Romero-Vera & Cerón-Tatac, (2021), esta presión aumenta porque la Organización de Ingredientes Marinos, (2024) reporta incremento en la producción sudamericana impulsando por la recuperación de capturas, lo que exige mayor control operativo. Por ello, es esencial optimizar cada etapa, dado que Punine-Centeno, (2024) demuestran que fallas en secado reducen el rendimiento entre un 6 % y un 12 %, haciendo necesaria una mejora continua para garantizar estabilidad productiva.

En el sector pesquero ecuatoriano, tal como indican Rodríguez et al., (2024), existe una creciente necesidad de mejorar la eficiencia y control de procesos en industrias alimentarias, especialmente en sectores vulnerables a variaciones de materia prima, como lo han demostrado revisiones recientes sobre la adopción de Lean Six Sigma en plantas de producción de alimentos. Esta mejora puede alcanzarse integrando LSS con SCM mediante la optimización del flujo de materiales y el control estadístico, los estándares de calidad y la reducción de desperdicios en todo el ciclo productivo Zevallos-Murillo et al., (2023). Esta combinación resulta especialmente útil en la provincia de Santa Elena, en el cantón del mismo, pues permitiría estabilizar procesos productivos, reducir pérdidas y fortalecer la confiabilidad operativa en plantas que procesan anchovetas de pescado, contribuyendo a su competitividad y sostenibilidad frente a las exigencias del mercado.

Rosmei S.A., es una industria ecuatoriana localizada en el cantón Santa Elena, parroquia de Chanduy, dedicada al aprovechamiento de recursos pesqueros para obtener harina y aceite de pescado, su operación se sustenta en una cadena productiva que exige coordinación entre la recepción de materia prima, el manejo térmico y el procesamiento final. La empresa mantiene un ritmo de trabajo continuo que demanda precisión en cada fase, lo que la convierte en un entorno propio para analizar cómo prácticas de mejora estructurada pueden fortalecer su desempeño y asegurar resultados más consistentes en un sector altamente exigente.

Cabe recalcar que no hay la existencia de estudios en dicho sector que evalúen la cadena de suministro técnicamente en industrias procesadoras de harina de pescado. La ausencia de indicadores que analicen la eficiencia, la variabilidad, los tiempos de ciclo o el rendimiento, además, no se posee evidencia de utilizar Lean Six Sigma en este escenario. Por esta razón tomar decisiones se ve limitada por la falta de datos y esquemas operacionales, demostrando que es necesario elaborar un diagnóstico aplicado para optimizar la producción en plantas como Rosmei S.A.

Planteamiento del problema

En la gestión eficiente del proceso productivo diversos estudios señalan la importancia de identificar y eliminar actividades que no agregan valor. Tal como indica Womack & Jones, (1997), las organizaciones que no identifican ni eliminan desperdicios a lo largo de su cadena de suministro enfrentan pérdidas de eficiencia, aumento de costos y disminución de su competitividad. Estos autores permiten detectar variaciones, optimizar procesos y fortalecer el flujo de valor en cada etapa productiva.

En el caso de Rosmei S.A., ubicada en la provincia de Santa Elena, productora de harina y aceite de pescado se presentan inconsistencias que afectan su producción. Sin embargo, mediante un registro de observaciones realizado directamente en la empresa se constataron las principales fallas, como mala distribución de áreas, movimientos innecesarios y deficiencias en el control de inventarios. Estos resultados se encuentran documentados en el Anexo 13 donde se detalla cada observación. Tales problemáticas justifican la necesidad de aplicar metodologías como lo es Lean Six Sigma, el estudio apunta a solucionar la deficiencia identificada.

Formulación del problema de investigación

¿Cómo la optimización de la cadena de suministro tiene una incidencia mediante la metodología Lean Six Sigma en la empresa Rosmei S.A., ubicada en Chanduy, Santa Elena-Ecuador?

Justificación:

La investigación aporta bases conceptuales que permiten comprender cómo los principios de mejora continua, la reducción de variabilidad y la eliminación de actividades sin valor contribuyen al fortalecimiento del desempeño industrial. Al integrar enfoques derivados de Lean Six Sigma, el estudio amplía el conocimiento existente sobre la optimización de sistemas productivos y demuestra la pertinencia de aplicar modelos de eficiencia en entornos reales.

Además, el análisis responde a necesidades operativas presentes en Rosmei S.A., al enfocarse en la identificación de actividades que generan pérdidas, la detección de puntos críticos y la mejora del flujo productivo. Los resultados esperados permitirán reducir costos, estabilizar los procesos y elevar la calidad del producto final, generando beneficios directos para la organización y un entorno laboral más ordenado para su personal.

El estudio también incorpora un enfoque estructurado basado en herramientas de diagnóstico y control, como el mapeo de procesos, el análisis causa-raíz y técnicas estadísticas. La aplicación de estos instrumentos garantiza una evaluación rigurosa del sistema productivo y facilita la formulación de soluciones fundamentadas en datos, lo que otorga solidez técnica al proyecto y lo convierte en un referente para futuras intervenciones en el sector industrial.

Objetivo general:

Optimizar la cadena de suministro mediante una metodología Lean Six Sigma en Rosmei S.A., Chanduy, Santa Elena-Ecuador.

Objetivos específicos:

- Realizar una revisión sistemática de la literatura por medio de un estudio bibliométrico para que se identifiquen las metodologías y herramientas claves de referencia.
- Analizar la situación del problema utilizando técnicas e instrumentos que muestren las ineficiencias, desperdicios y causa raíz que afecten el desempeño de la empresa.
- Proponer soluciones en Rosmei S.A., que optimicen la cadena de suministro, minimicen pérdidas mejorando la eficiencia y los tiempos de los procesos productivos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

La industria de subproductos pesqueros se considera un pilar estratégico dentro de la biomasa marina esencial. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, (2022), la harina de pescado establece un insumo esencial en la acuicultura y en la alimentación animal a nivel global, debido a su alto contenido proteico y a la eficiencia en la evolución nutricional. Esto hace que las plantas procesadoras tengan una función esencial dentro de la estructura productiva del sector pesquero, donde la gestión adecuada de la materia prima es determinante para mantener la sostenibilidad del negocio.

Por otro lado, según lo expresado por Campoverde et al., (2025), indican que el mercado chino abre una oportunidad significativa para impulsar el crecimiento de las exportaciones de dicho producto, lo que demuestra la importancia de impulsar la cadena de suministro y los procesos de producción. Como Hussien-Gomaa, (2025), que señala que el estudio de los conocimientos en la industria harinera exige un enfoque metodológico dispuesto a permitir caracterizar con precisión la variabilidad operativa. Su investigación, desarrollada bajo las fases iniciales del ciclo DMAIC, evidenció que las etapas de definir, medir y analizar son esenciales para diagnosticar fallas en el desempeño productivo.

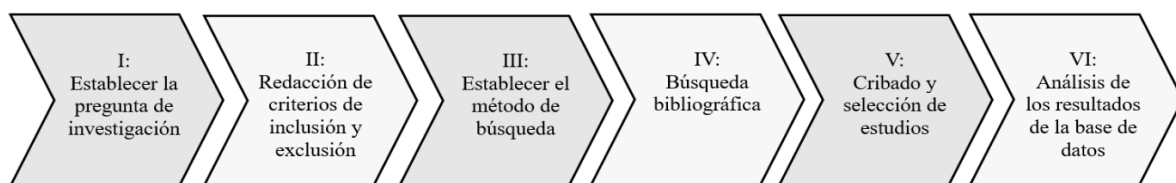
Mientras que Ccahuana-Ninavilca et al., (2022), complementan que esta perspectiva al aplicar dicha metodología en plantas procesadoras de harina de pescado ayuda a resolver desviaciones asociadas al manejo del producto. Si se expresa directamente de Rosmei S.A, una empresa representativa en Ecuador, queda claro que para superar sus retos es necesario adoptar medidas de eficiencia y calidad que disminuyen energía y mejoren el uso de recursos Según (Gonzales & Estrada, 2020), reflejan que estas mejoras pueden hacer que la empresa no solamente incremente su producción, sino que logre posicionarse con fuerza en los mercados nacionales e internacionales, impulsando al desarrollo sostenible y económico local y regional.

Dado a la necesidad de recopilar información para identificar diversos métodos y enfoques, se desarrolló un análisis de la literatura con la finalidad de utilizar investigaciones previas, que muestren tendencias y sean las bases para el desarrollo este trabajo investigativo.

1.2. Revisión literaria

Para llevar a cabo la revisión de la literatura, se aplicó el protocolo metodológico propuesto por Felizardo et al., (2020), quienes establecen un mapeo sistemático compuesto por seis pasos que permiten examinar la evidencia científica de manera ordenada y rigurosa. Según estos autores el procedimiento inicia con la definición de la pregunta y finaliza con la interpretación de los resultados. Estas fases se presentan de forma visual en la Figura 1, donde se ilustra la secuencia aplicada y se detallan cada una de las etapas, garantizando un proceso claro, verificable y alineado con los criterios de la investigación científica.

Figura 1. Pasos para realizar el mapeo sistemático.



Nota. Elaborado por los autores.

Establecer la pregunta de investigación: *¿Cómo proponer una herramienta basada en la metodología Lean Six Sigma para optimizar la cadena de suministro en la empresa Rosmei S.A.?* Así se consiguió la delimitación de las variables, los términos de búsqueda y de los operadores booleanos AND y OR para estructurar la estrategia (ver Anexos 1 y 2).

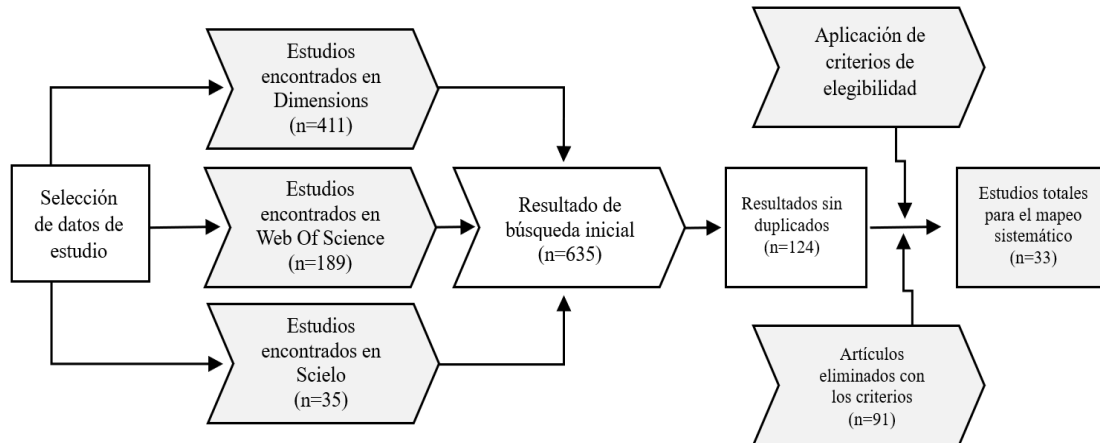
Redacción de criterios de inclusión y exclusión: se dio prioridad a artículos (español o inglés) recientes, que conlleven a la aplicación de la metodología LSS en la cadena de suministro. Además, excluir archivos que no presenten una metodología clara y estudios duplicados.

Establecer el método de búsqueda: se buscaron los artículos por medio de las palabras claves “Lean Six Sigma” y “Supply Chain Optimización” en las bases de datos Dimensions, Web of Science y SciELO, obteniéndose un total de 635 artículos.

Búsqueda bibliográfica: se reunieron los artículos seleccionados, garantizando estudio actualizado y apropiada sobre el tema (ver Anexo 3).

Cribado y selección de estudios: se eliminaron los artículos duplicados, reduciendo el total de 635 a 124 (ver Figura 2). Luego, aplicando los criterios de elegibilidad, se descartaron 91 artículos, quedando 33 para el análisis final (ver Anexos 6,7)

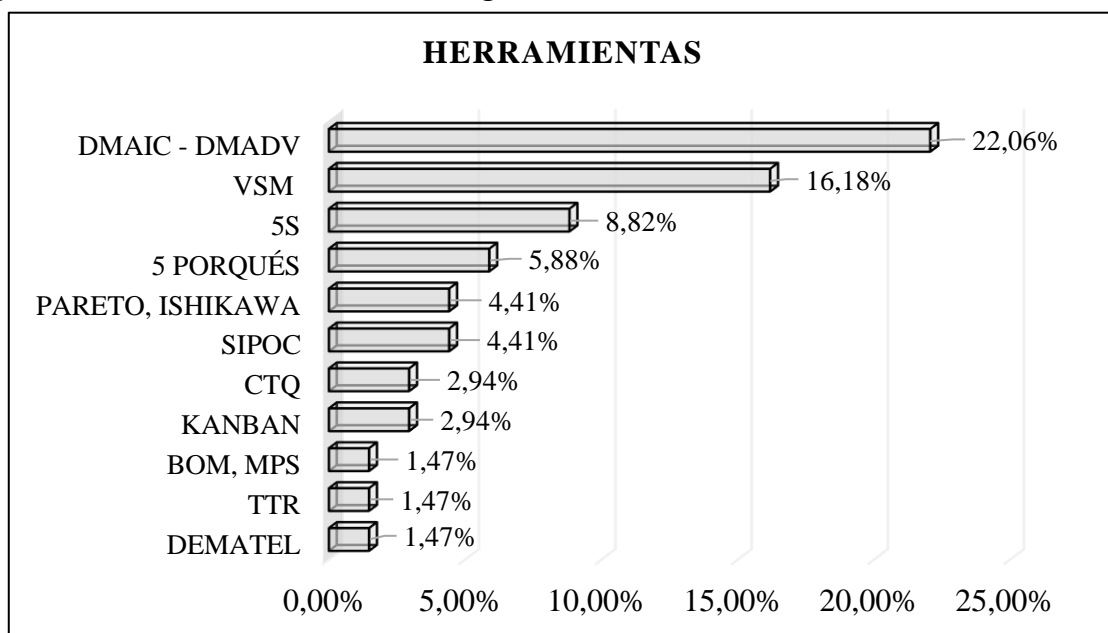
Figura 2. Diagrama incorporado en el mapeo sistemático.



Nota: Elaborado por los autores

Análisis de los resultados de la base de datos: mediante la revisión de los 33 artículos, se identificaron las herramientas Lean Six Sigma más utilizadas: VSM, Ishikawa, 5S, Pareto, 5 porqués, DMAIC. La frecuencia de uso se presenta en el diagrama horizontal 3D (ver Figura 3 y Anexos 8 y 9).

Figura 3. Herramientas de las metodologías.

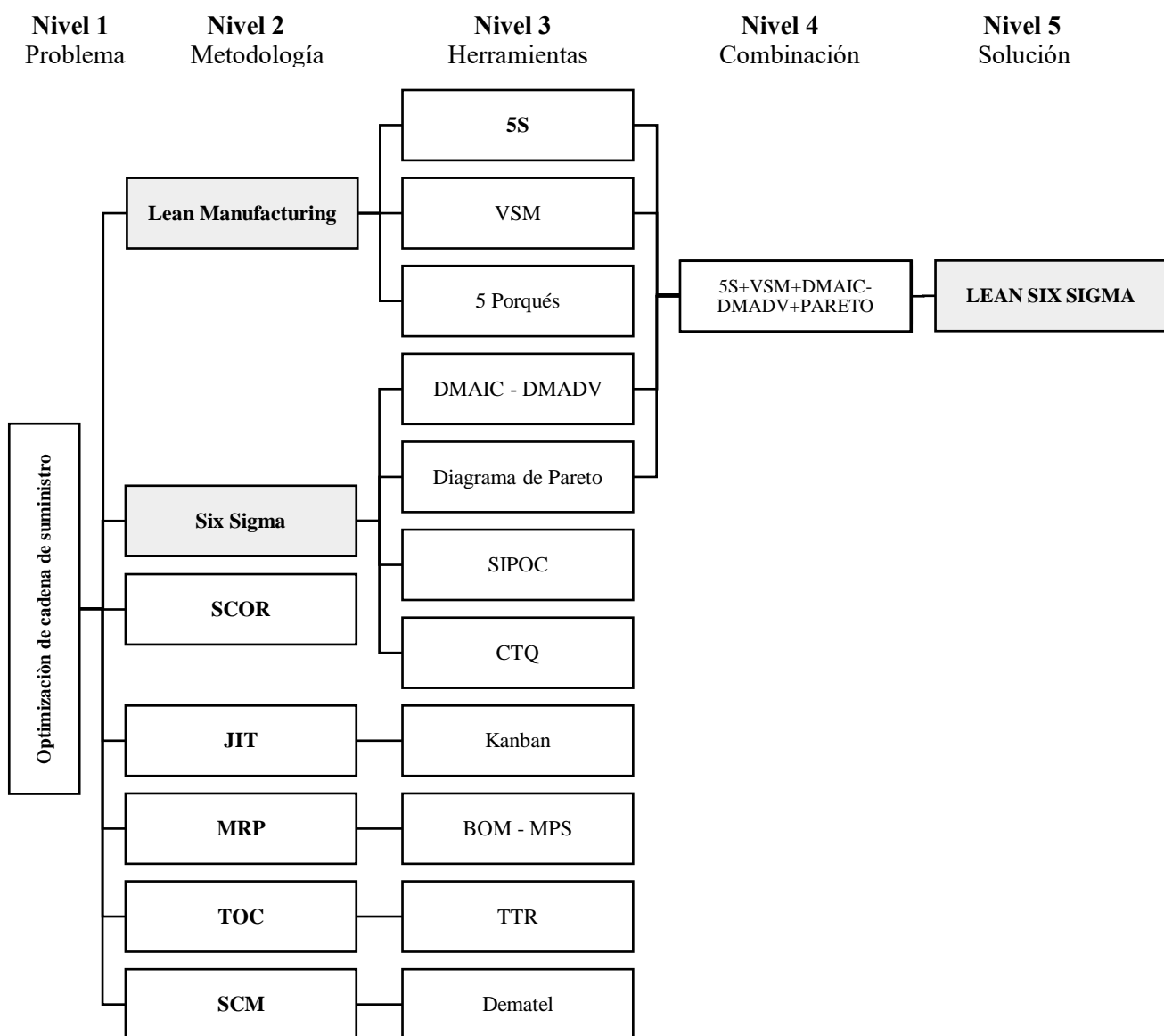


Nota. Elaborado por los autores.

1.3. Protocolo de la investigación

Tras la revisión de literatura sobre la optimización de la cadena de suministro, se identificó que diversas metodologías, entre ellas lean manufacturing, Six Sigma, SCOR, JIT, MRP, TOC y SCM, comparten el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y garantizar la calidad en los procesos. Cada metodología incorpora herramientas específicas que permiten analizar, controlar y optimizar distintas etapas de la cadena de suministro. En la Figura 4 se observa la organización del protocolo de investigación a través de cinco niveles que facilitan su comprensión.

Figura 4. Protocolo de investigación.



Nota. Elaborado por los autores.

En el nivel 1, se establece el problema central: la optimización de la cadena de suministro, el nivel 2 presenta las metodologías aplicadas. Lean manufacturing se enfoca en eliminar actividades que no agregan valor; Six Sigma se orienta a disminuir la variabilidad mediante métodos estructurados; SCOR permite modelar y evaluar el desempeño de la cadena; JIT busca reducir inventarios y sincronizar flujos; MRP organiza la planificación de materiales; TOC identifica restricciones del sistema; y SCM integra la gestión completa de proveedores, procesos y clientes.

Posteriormente, el nivel 3 agrupa las herramientas correspondientes a cada metodología. Para lean manufacturing se destacan 5S, VSM y los 5 porqués. En Six Sigma se ubican DMAIC, DMADV, Pareto, SIPOC y CTQ. SCOR incorpora indicadores de desempeño; JIT emplea Kanban; MRP utiliza BOM y MPS; TOC integra el análisis TTR; y SCM aplica Dematel para evaluar interrelaciones y priorizar factores críticos.

En el nivel 4, se escogen las herramientas de mayor uso y las más recomendadas por su información actualizada, priorizando las que fortalecen la eficiencia operativa, así como el control estadístico. Donde, se combinan 5S, VSM y los 5 porqués (propios de lean manufacturing) con DMAIC, DMADV y el Diagrama de Pareto (provenientes de Six Sigma), para dar un enfoque integrado que aprovecha las fortalezas de ambas metodologías y lograr obtener resultados más efectivos y precisos.

Finalmente, en el nivel 5, esta combinación metodológica de herramientas evoluciona para convertirse en la solución Lean Six Sigma, al integrar la reducción de desperdicios y hacer los procesos más eficientes propia de Lean y con el control de la variabilidad como la mejora de calidad característico de Six Sigma, se está logrando una propuesta sólida para la optimización de la cadena de suministro.

1.4. Estado conceptual

Optimización: la optimización se basa en implementar métodos analíticos con la finalidad de mejorar la eficiencia, aumentar la productividad y la rentabilidad de los procesos de producción, fundamental para mantener competitivas a las empresas, adaptándose al cambio del mercado e impulsando la innovación y la eficiencia operativa (Meesena & Thompson, 2022).

Cadena de suministro: la cadena de suministro es un sistema integral, es decir, son actividades interconectadas, que hacen posible que un producto llegue a partir de su origen

(materia prima) hasta el consumidor final. Gestionar la cadena de suministro aseguran de manera efectiva el flujo de los recursos y productos (Lara Martínez et al., 2024).

Procesos: es un conjunto de operaciones, que a manera de secuencias transforman insumos o materia prima en productos para un uso determinado, de acuerdo con las necesidades de los clientes, por medio de trabajos sistemáticos y controlados, para tener óptimos resultados. Los procesos tienen como objetivo optimizar sus recursos en sus diferentes etapas.

Lean manufacturing: la metodología lean manufacturing es un enfoque de gestión y mejora operacional enfocado a la identificación y eliminación de forma ordenada de todo lo no genera valor, es decir, los desperdicios, aumentando la productividad y la calidad de los procesos, además, optimiza el valor agregado (Wilson, 2010).

Six sigma: es una metodología que ayuda a las empresas a mejorar sus procesos mediante la reducción de errores y variaciones. Esta metodología consta de fases, para lograr el objetivo de complacer y satisfacer a los clientes, mejorando ya sea este un proceso o un producto o un servicio cualquiera. Estas cinco fases son: medir, analizar, optimizar, definir y supervisar.

DMAMC: es un método que se utiliza para la resolución de problemas en los procesos de producción dentro de Six Sigma, que se desarrolla en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Funciona como una guía estratégica que busca optimizar procesos, minimizar variabilidad y garantizar un control estable del proceso para la mejora continua

1.5. Descripción de la empresa

En la zona costera de la provincia de Santa Elena, parroquia Chanduy, Rosmei S.A. (Figura 5), opera desde hace más de veinte años bajo la dirección del Sr. Virgilio López Fraire. Por la poca exploración relacionada a los productos pesqueros, surgió la empresa para adentrarse en este sector industrial, con la finalidad de procesarlos en harina y aceite de alta proteínas por medio procesos controlados, siendo relevantes en la industria alimentaria de animales.

Figura 5. Logo de la empresa.



Misión: Rosmei S.A., tiene como misión producir y comercializar de harina de pescado de óptima calidad, buscando la satisfacción de los clientes internos y externos, logrando el crecimiento y solidez empresarial, generando fuentes de trabajo bajo el contexto de responsabilidad social, desarrollando sus actividades en forma eficiente y sostenible en el tiempo, preservando los recursos hidrobiológicos y protegiendo a la vez su medio ambiente.

Visión: ser líderes en el mercado nacional e internacional, incrementando y fortaleciendo nuestra cartera de clientes, promoviendo constantemente el desarrollo profesional de los colaboradores, mejorando continuamente nuestros procesos para garantizar con esto altos índices de productividad y productos de calidad.

La Tabla 1 presenta la información básica de Rosmei S.A., donde muestra que es una empresa privada con una sociedad anónima que consta con su RUC oficial, su código postal, dirección y datos de contacto. Con ello se evidencio los datos principales de la empresa donde se desarrolló el presente estudio.

Tabla 1. *Datos de la empresa.*

DATOS DE ROSMEI S. A	
Nombre de la institución	Rosmei S. A
Razón social	Sociedad anónima
Registro único de contribuyente (RUC)	0992289821001
Tipo de empresa	Privada
Código postal	240108/Chanduy - Santa Elena - Ecuador
Dirección	Parroquia Chanduy, Cantón Santa Elena, Provincia Santa Elena, entrada por la carretera principal Guayas - Salinas km 110
Teléfono	593 - 04 2909182
Correo electrónico	rosmei@rosmei.com

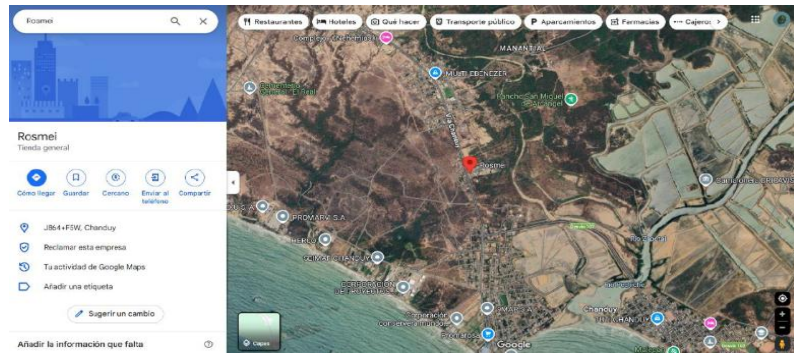
Nota. Rosmei S.A.

1.5.1. Ubicación geográfica de la empresa

Actualmente la industria dedicada a la elaboración de harina de pescado ubicada en el “Manantial de Chanduy”, en la parroquia Chanduy del cantón Santa Elena - provincia de Santa Elena, con entrada por la carretera Guayas - Salinas kilómetro 110.

Rosmei S.A., ubicada en el área geográfica de la provincia de Santa Elena, suroeste de la cuenca hidrográfica del río Guayas, región costa del Ecuador y oeste de Guayaquil, con coordenadas geográficas: 2° 12' de latitud sur y 79° 53' de longitud oeste.

Figura 6. Ubicación de la empresa

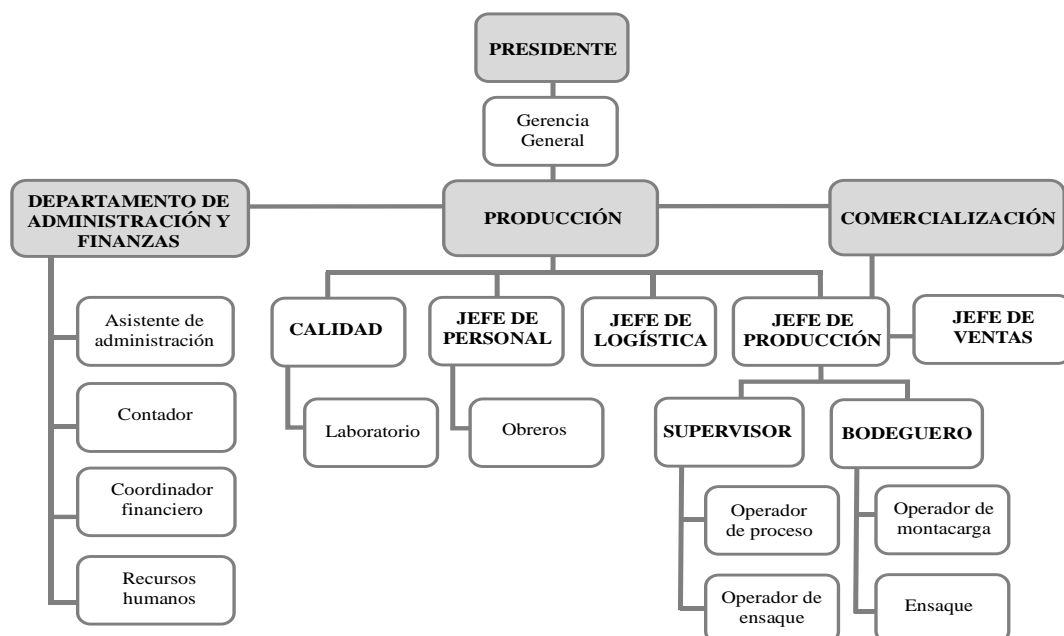


Nota. Google Maps.

1.5.2. Organigrama de la empresa

En la empresa Rosmei S.A., el cargo más alto es la presidencia, seguida por la gerencia general, encargada de la planificación estratégica, la toma de decisiones y la dirección de todos los recursos de la empresa. Bajo su supervisión se encuentra la contraloría, responsable del control interno y del análisis financiero, así como los departamentos administrativos y comerciales, con el asistente administrativo y el vendedor gestionando la documentación y la relación con los clientes. En el área financiera, el contador general y el jefe de contaduría garantizan el cumplimiento de normas, la correcta administración de recursos y la transparencia contable. El jefe de producción dirige los procesos industriales, asegurando que los insumos se conviertan eficientemente en productos terminados, apoyado por el supervisor de producción, el bodeguero y los operadores de proceso y empaque, quienes realizan las tareas técnicas y logísticas necesarias para mantener la continuidad y calidad de la producción.

Figura 7. Organigrama de la empresa.



Nota. Elaborado por los autores.

1.5.3. Mapa de procesos

La producción de harina de pescado implementada en la empresa se basa a un conjunto de procesos que sirven para transformar la materia prima en un producto de calidad y listo para el mercado tanto nacional como internacional. Los procesos utilizados son de diferentes formas: los procesos estratégicos, donde la gestión y la planificación de la cadena de suministro es el primer paso seguido de las compras, el mantenimiento de las relaciones con los proveedores y el cumplimiento de las normas. En el proceso operativo el pescado atraviesa varias etapas, desde la recepción, la limpieza, la trituración, la cocción, el prensado, la decantación y la molienda, hasta obtener una harina homogénea, que luego se somete a control de calidad, empaque y etiquetado. Y por último los procesos de apoyo, como la labor del personal, el mantenimiento de maquinaria y la logística de transporte, proporcionan el soporte necesario para que cada etapa se realice sin interrupciones. Esta organización, representada en la Figura 8, permite un flujo productivo eficiente y asegura que la harina esté lista para su distribución.

Figura 8. Mapa de procesos de la empresa.

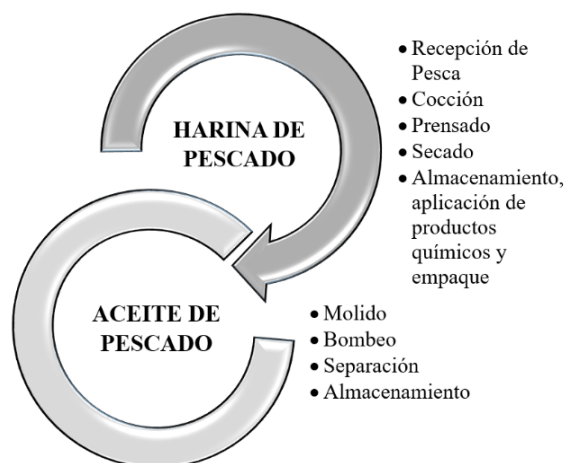


Fuente: Rosmei S.A.

1.5.4. Productos de fabricación y proceso

En Rosmei S.A., se elaboran dos productos principales derivados de la industria pesquera (ver Figura 9). Ambos obtenidos a partir del procesamiento de materia prima fresca y de subproductos no aptos para el consumo humano directo.

Figura 9. *Productos de la empresa.*



Nota. Elaborado por los autores.

La producción de estos productos es elaborada para la exportación, ya que su demanda internacional es para satisfacer las necesidades en el sector nutrición animal internacional y a la industria acuícola, debido a su alto contenido proteico y energético. Este proceso consta de varias operaciones, tales como: la de cocción al vapor, el prensado, el secado y la molienda, que aseguran la calidad y preservación de los nutrientes. En esta investigación, este estudio se centrará en la harina de pescado, considerando su importancia por el volumen de producción y su posición competitiva en el mercado.

1.5.5. Descripción del proceso productivo actual

Recepción de materia prima: la materia prima (pescado fresco), llega a la planta y es sometida a un control inicial para verificar su frescura, calidad y temperatura. Una vez validadas estas condiciones, el producto se transporta hacia la báscula para su pesado, registrándose la cantidad exacta de materia prima que será procesada.

Cocción: luego de su pesado, se transporta de la poza de recepción de materia prima a la cocción por un tornillo sin fin, donde se expone al calor del caldero, con 110 °C de temperatura, desnaturalizando las proteínas e inactivando las enzimas por medio del

tratamiento térmico, lo cual facilita la separación de las fases. Ajustando según la cantidad de materia prima el tiempo de cocción, para su uniformidad.

Prensado: aplicando presión luego del desagüe, se eliminan buena parte de líquidos por una prensa. Donde se obtiene el pescado prensado para la harina de pescado y el licor de prensa para el aceite de pescado.

Secado: se traslada al secador con 70° C de temperatura aproximadamente, para obtener una humedad menor al 10 %.

Molienda: luego continua al molino, donde se consigue una textura uniforme y granulada de la harina.

Almacenamiento en tolva: para su almacenamiento la harina extraída se guarda en tolvas metálicas temporalmente, para luego transportarla a la ensacadora, aplicando una anti-salmonella (aditivo *liptomold*).

Ensaque: en esta etapa se depositan en sacos la harina de pescado (50 kg o 1 tonelada), y se analizara en el laboratorio una muestra.

Bodega producto en reposo: los sacos se mantienen en reposo para estabilizarlos, para luego de un día, coser y etiquetar dependiendo de la cantidad proteica, alta proteína (tarjeta blanca) y baja proteína (tarjeta amarilla). Controlando temperatura y humedad para preservando y manteniendo optimo el producto.

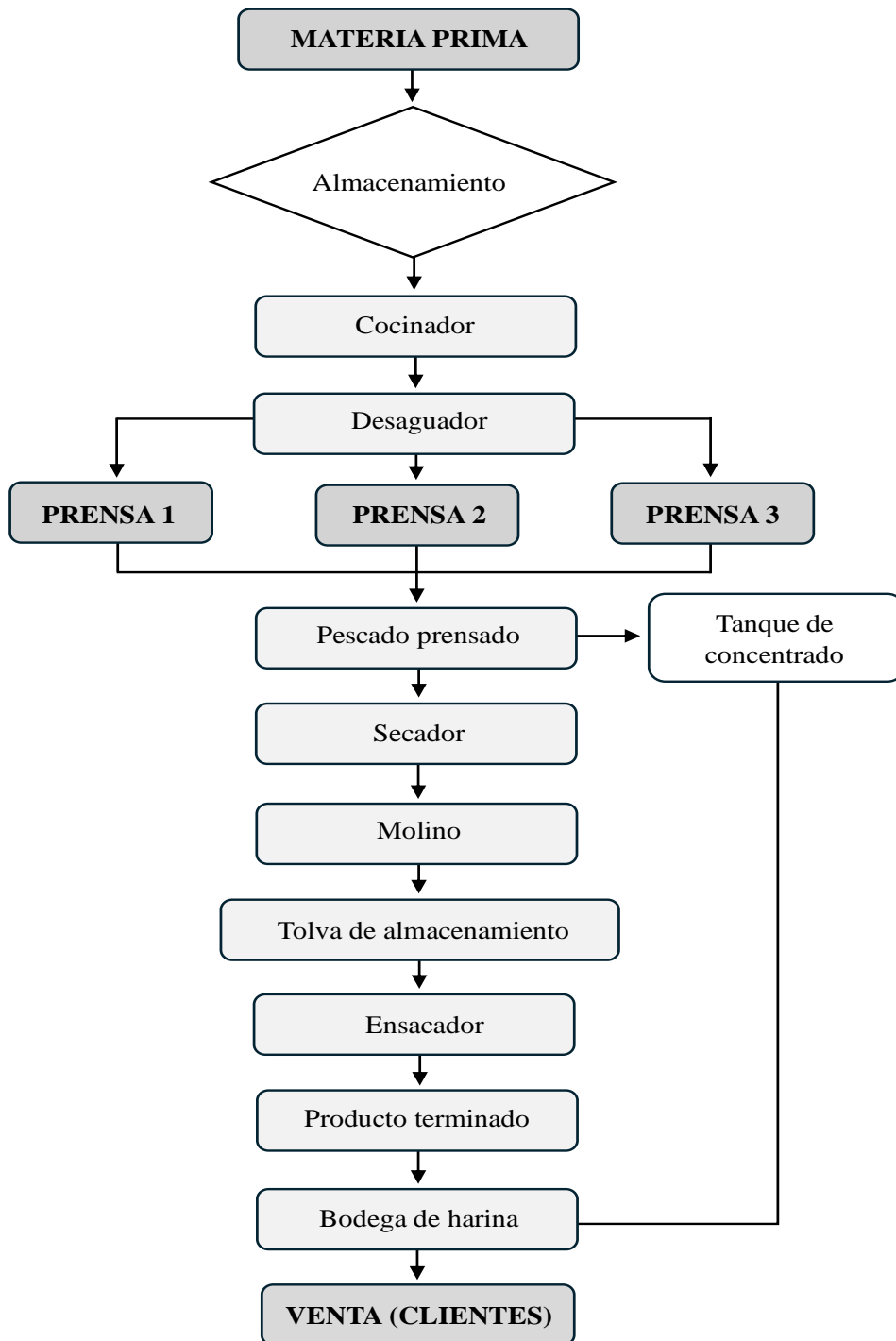
Almacenamiento producto terminado: una vez finalizado el tiempo de reposo, se transportan los sacos al almacén por medio de un montacargas, colocando el producto en su respectiva delimitación dentro de la bodega, permaneciendo almacenado hasta el despacho a sus clientes.

Distribución y ventas: para asegurar que los productos lleguen puntuales y en perfectas condiciones, se utiliza un transporte propio o contratado. Las negociaciones la gestionan el departamento de ventas sincronizando la documentación necesaria como facturas, remisión y certificados de calidad, para garantizar satisfacción y fidelidad. Manteniendo la relación de los clientes

Una vez descrito el proceso productivo actual, se presenta el diagrama de flujo de la producción de harina de pescado (ver Figura 10), el cual muestra de manera secuencial las etapas que conforman la transformación de la materia prima en producto terminado.

Se presenta en la Figura 10, el trayecto desde la materia prima hasta el almacenamiento listo para la venta por medio de un diagrama de flujo ayudando a identificar áreas críticas que se analizaran para la mejora en la línea de producción.

Figura 10. Diagrama de flujo de la empresa.



Nota. Rosmei S.A.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1. Enfoque de investigación

En la investigación científica contemporánea, el enfoque cualitativo ha ganado relevancia en distintos contextos, ya que permite comprender a profundidad situaciones complejas y captar las experiencias, percepciones y significados que los participantes atribuyen a su realidad. Según lo explicado por, Cleland, (2021), explica que este enfoque permite examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados, lo cual resulta especialmente valioso cuando se pretende entender no solo “que ocurre”, sino también “por qué y cómo sucede” en ámbitos organizacionales y sociales.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo se orienta a la medición objetiva de variables y al análisis estadístico de los datos, permitiendo establecer relaciones generales y generar conclusiones verificables. Medina Romero et al., (2023), indican que la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos potencia la robustez de la investigación, ya que integra información medible con perspectivas interpretativas, incrementando la validez y confiabilidad de los hallazgos.

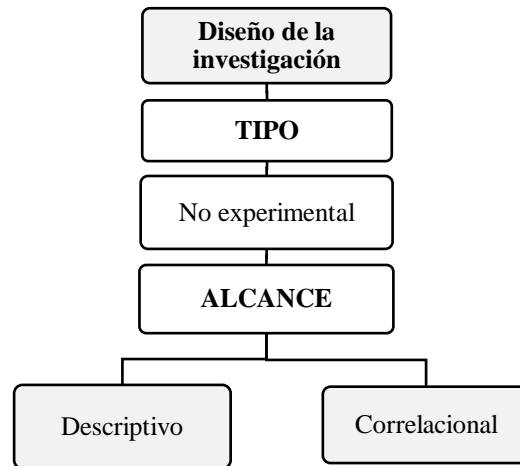
En consecuencia, se adopta un enfoque mixto para la investigación en la empresa Rosmei S.A., puesto que se realizaron observaciones directas en planta para obtener datos cuantificables (ver anexo 10), y se aplicó una encuesta mediante cuestionario estructurado para recolectar percepciones y experiencias de los colaboradores. Tal como señala Piña-Ferrer, (2023), esta combinación permite capturar la complejidad de los procesos, ofreciendo una visión más completa y contextualizada, lo que fortalece la base metodológica y garantiza que las propuestas de mejora se sustenten en evidencia sólida.

2.2. Diseño de investigación

El proyecto contó con un diseño no experimental, dado que en esta investigación no contó con la manipulación de las variables de estudio, se basó en la observación de la situación actual de la cadena de suministro de la empresa, y análisis de un antes y después de la aplicación de LSS. Su alcance fue descriptivo y correlacional, con la finalidad de detallar cada comportamiento, como las características de los inventarios y las áreas críticas, por otro lado, establecer relaciones entre los indicadores de desempeño de la cadena de suministro y la

implementación de LSS, para evaluar la influencia de las herramientas de Lean Six Sigma. El alcance de este estudio es optimizar la cadena de suministro desde la recepción de materia prima, procesamientos y traslados internos, hasta almacenar el producto terminado

Figura 11. *Diseño de la investigación.*

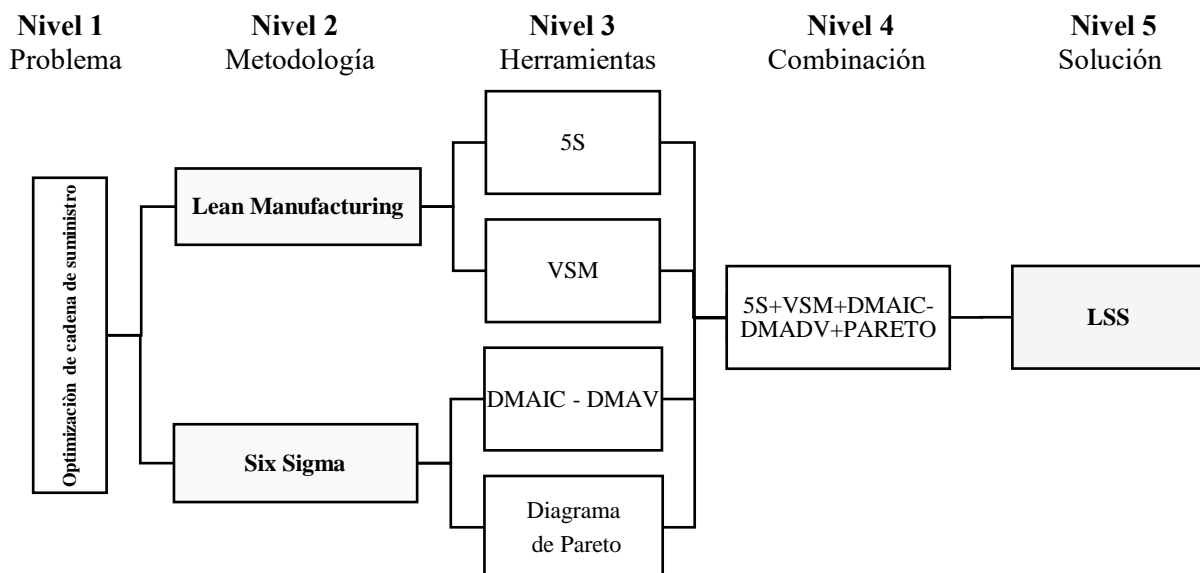


Nota. Elaborado por los autores.

2.3. Procedimiento metodológico

A partir de la revisión literaria desarrollado en el capítulo anterior, se definió la ruta metodológica representada en la Figura 4, conforme al protocolo de investigación. Esta estructura permitió identificar el problema central, elegir dos metodologías complementarias con sus respectivas herramientas, y articularlas bajo un enfoque integrado de Lean Six Sigma (LSS) como solución óptima para optimizar la cadena de suministro.

Figura 12. *Protocolo metodológico de optimización de la cadena de suministro.*



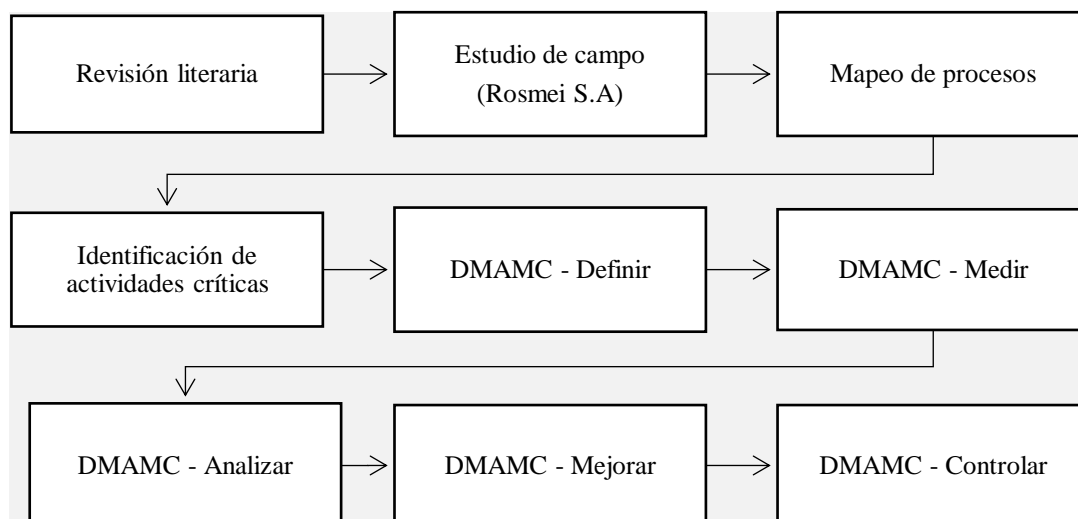
Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 12, protocolo metodológico de optimización de la cadena de suministro se observa esa configuración: en los primeros niveles se sitúan la problemática y las metodologías seleccionadas; luego se agrupan las herramientas por metodología; después se filtran las más pertinentes; finalmente, se establece la solución mediante LSS. Este diseño metodológico encuentra respaldo en la literatura reciente. El estudio de Daniyan et al., (2022) proporcionó beneficios significativos en los procesos productivos, ya que su estructura facilita el manejo y registro de datos, permite realizar estudios detallados de cada fase, y garantiza resultados favorables al aplicar el ciclo DMAIC junto con diversas herramientas seleccionadas de acuerdo con los requerimientos específicos de cada etapa del procedimiento.

Para esta investigación se utilizó estudios actualizados que respaldan la necesidad de recopilar y procesar datos de manera sistemática en estudios de Lean Six Sigma. Estudios recientes, como el de Ishak et al., (2020), destacan que la efectividad de LSS, porque dependen del registro adecuado de información operativa y del análisis sistemático de los procesos.

De igual manera, Scott et al., (2023) resalta que la integración de datos cuantitativos y cualitativos es fundamental para establecer mejoras sostenibles en los sistemas productivos. Asimismo, McDermott et al., (2022) demuestran que el uso riguroso de literatura especializada, mediciones en campo y registros internos permite comprender el comportamiento real de los procesos y sustentar decisiones basadas en evidencia. Bajo estos criterios metodológicos, la presente investigación organizará su proceso de levantamiento y validación de datos según lo expuesto en la Figura 13.

Figura 13. *Proceso de levantamiento y validación de datos.*



Nota. Elaborado por los autores.

- **Revisión de la literatura:** se revisaron estudios recientes sobre Lean Six Sigma y optimización de cadenas de suministro mediante análisis bibliométrico, identificando técnicas y herramientas relevantes para orientar la mejora del desempeño logístico en la empresa procesadora de harina de pescado.
- **Estudio de campo (Rosmei S.A.):** al realizar la visita en la empresa en el área de planta. Se hizo una observación directa del flujo operativo, lo que permitió identificar posibles oportunidades de mejora en la cadena de suministro, sirviendo estos hallazgos como base para definir estrategias de optimización.
- **Mapeo de procesos:** con la información se elaboró un mapeo detallado de los procesos, desde la recepción de la materia prima hasta su almacenamiento final. Esto permitió visualizar secuencias, flujos y actividades sin valor agregado.
- **Identificación de actividades críticas:** por medio de la observación, las entrevistas y la revisión de los registros se identificaron las actividades que generan variabilidad, demoras, desperdicios e inconsistencias, priorizando aquellas con mayor impacto operativo.
- **DMAIC - Definir:** se usaron Pareto e Ishikawa porque permiten identificar los problemas que generan mayores pérdidas y sus causas raíz, lo que facilita priorizar acciones y orientar las mejoras Lean Six Sigma en la cadena de suministro de Rosmei S.A.
- **Medir:** se recopilaron datos operativos esenciales como tiempos de ciclo, inventarios, rendimientos, transporte interno y productividad por turnos. Se utilizaron formatos estandarizados y verificaciones cruzadas para asegurar la calidad del registro.
- **Analizar:** se aplicaron herramientas como Ishikawa, Pareto, 5 porqués y análisis de capacidad para identificar las causas raíz de los problemas detectados y comprender la relación entre variabilidad, desperdicio y demoras.
- **Mejorar:** se diseñaron propuestas orientadas a eliminar desperdicios, estandarizar actividades, mejorar el control de inventarios y optimizar los movimientos internos. Las opciones se validaron con el personal operativo y supervisores.
- **Controlar:** se implementaron controles visuales, KPIs y mecanismos de seguimiento para asegurar la sostenibilidad de las mejoras.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Censo

El censo fue establecido con el total de los trabajadores que conforman la empresa Rosmei S.A, debido a que se están haciendo investigaciones preliminares a los responsables de las áreas para identificar defectos y errores, es decir, es un simple acto para poder diagnosticar preliminarmente el problema que tiene la empresa. La Tabla 2 muestra a 45 personas laborando en la procesadora de harina de pescado, el 69 % pertenece a operativos, seguidamente de un 20 % referentes a administrativos y un 11 % de técnicos, de acuerdo con las funciones que desempeñan en la organización. Son muy importantes ya que la información que proporciona cada trabajador es esencial con referencia a los procesos y a la mejora en la cadena de suministro.

Tabla 2. *Personal de la empresa Rosmei S.A.*

PERSONAL DE ROSMEI S. A	CANTIDAD	CANTIDAD
Operativos	31	69%
Técnicos	5	11%
Administrativos	9	20%
TOTAL, DE EMPLEADOS	45	100%

Nota. Elaborado por los autores.

Se optó por realizar un censo por juicio, debido a que no todos los trabajadores tienen la información requerida con relación a los procesos de la cadena de suministro, en la Tabla 3 se observa el personal elegido para la encuesta mediante el criterio de exclusión e inclusión, seleccionados por su especialización en los respectivos cargos dado a su experiencia y su participación en operaciones críticas. Indicando solo al 6 % de operativos, 60 % de técnicos y 56 % de administrativos los cuales son integrados por el presidente, gerente general, jefe de calidad, de administración, de personal, de logística, de producción, de ventas, supervisor y bodeguero.

Tabla 3. Muestra del personal de Rosmei S.A.

PERSONAL DE ROSMEI S. A	CANTIDAD	CRITERIOS	EXCLUSIÓN	MUESTRA	%
Operativos	31	Personal que solo realiza tareas manuales y no interviene en registros, control o gestión de la cadena de suministro.	29	2	6%
Técnicos	5	Técnicos que solo supervisan parámetros de calidad o procesos y no participan en la planificación o control logístico.	2	3	60%
Administrativos	9	Administrativos que realiza funciones de oficina (contabilidad, finanzas, RR.HH.) sin relación con compras, inventarios o distribución.	4	5	56%
TOTAL DE EMPLEADOS	45		35	10	

Nota. Elaborado por los autores.

Al utilizar este muestreo se busca conseguir una información detallada, fidedigna y para analizarla estratégicamente, del personal seleccionado se consiguió diagnosticar la situación actual de la cadena de suministro dado que aportan una visión integral e idónea, a su vez, plantean ciertas mejoras que influirían positivamente a la empresa.

2.4.2. Población: producción en lotes

Para complementar se determinó la población a la producción de los lotes procesados, evaluando el comportamiento real del sistema de producción, dado a que no existe un límite fijo de procesamiento anual y se observan que los datos de operación tienen un comportamiento interrumpido, por esta razón, se estableció una como población indeterminada, conllevando a realizar un muestreo para la población infinita.

2.4.3. Muestra

Para la muestra se procedió a calcularla mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{e^2}$$

Donde:

- $Z = 1,96$ (nivel de confianza del 95 %).
- $p = 0,2$ (proporción máxima de variabilidad).
- $e = 10\%$ (de error permitido).

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.2(1 - 0.2)}{0.1^2}$$

$$n = 61,47 \approx 62 \text{ lotes}$$

El cálculo de la muestra determino el número de lotes a registrar, como se observa en la Tabla 4, donde se analizaron los datos de materia prima ingresada, harina de pescado obtenida, desperdicios y el rendimiento, información que sirvió como base objetiva para respaldar los cálculos estadísticos.

Tabla 4. Muestra del personal de Rosmei S.A.

Nº	Lote	MP procesada (t)	Harina obtenida (t)	Desperdicio (t)
1	L1	17,8	4,43	13,37
2	L2	17,2	4,16	13,04
3	L3	16,9	4,24	12,66
4	L4	17,6	4,33	13,27
5	L5	17,1	4,28	12,82
6	L6	16,3	4,03	12,27
7	L7	15,6	3,7	11,9
8	L8	15,4	3,82	11,58
9	L9	17,9	4,53	13,37
10	L10	15	3,31	11,69
11	L11	16,1	4,01	12,09
12	L12	15,7	3,75	11,95
13	L13	16,8	4,23	12,57
14	L14	17,2	4,23	12,97
15	L15	15,3	3,83	11,47
16	L16	17,5	4,45	13,05
17	L17	16,9	4,17	12,73
18	L18	16	4,02	11,98
19	L19	17,8	4,75	13,05
20	L20	15,8	3,92	11,88
21	L21	17	4,3	12,7
22	L22	15,4	3,76	11,64
23	L23	15,6	3,88	11,72
24	L24	16,3	4,01	12,29
25	L25	17,4	4,38	13,02
26	L26	16,2	3,86	12,34
27	L27	15,7	3,88	11,82
28	L28	15	3,75	11,25
29	L29	15,1	3,61	11,49
30	L30	17,6	4,38	13,22
31	L31	17,3	4,24	13,06

Nº	Lote	MP procesada (t)	Harina obtenida (t)	Desperdicio (t)
32	L32	16,5	4,13	12,38
33	L33	15,8	3,76	12,04
34	L34	17,1	4,26	12,84
35	L35	16,7	4,23	12,47
36	L36	15,5	3,67	11,83
37	L37	17,8	4,56	13,24
38	L38	16,2	3,95	12,25
39	L39	15,9	3,75	12,15
40	L40	17,6	4,42	13,18
41	L41	16,4	4,07	12,33
42	L42	15,2	3,57	11,63
43	L43	17	4,20	12,80
44	L44	16,9	4,26	12,64
45	L45	15,6	3,76	11,84
46	L46	17,7	4,60	13,10
47	L47	16,1	3,91	12,19
48	L48	15,3	3,67	11,63
49	L49	17,2	4,30	12,90
50	L50	16,8	4,13	12,67
51	L51	15,7	3,80	11,90
52	L52	17,4	4,42	12,98
53	L53	16	3,92	12,08
54	L54	15,4	3,65	11,75
55	L55	17,5	4,43	13,07
56	L56	16,6	4,13	12,47
57	L57	15,9	3,82	12,08
58	L58	17,1	4,29	12,81
59	L59	16,3	4,03	12,27
60	L60	15,8	3,81	11,99
61	L61	16,4	4,08	12,32
62	L62	15,3	3,89	11,41

Nota. Elaborado por los autores.

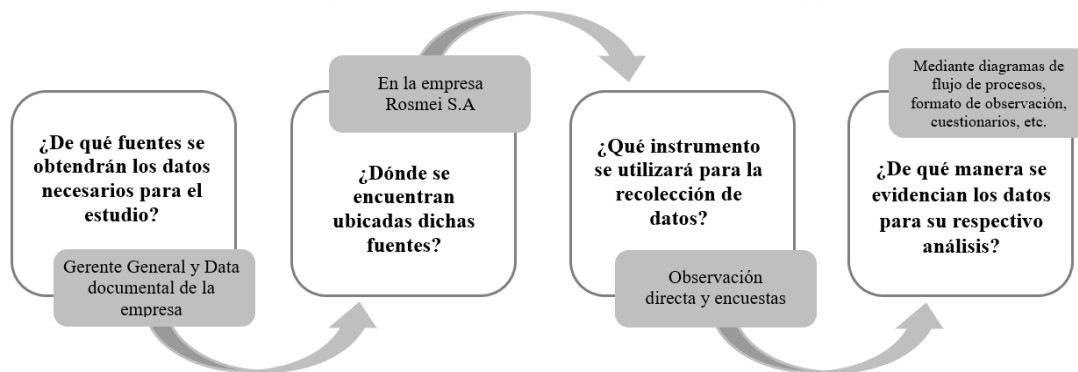
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

2.5.1. Métodos de recolección de los datos

En esta investigación, la recopilación de datos se centró en registrar información relevante sobre la eficiencia y desempeño de la cadena de suministro interna de la empresa, incluyendo aspectos relacionados con el manejo de inventarios, la organización de las áreas de trabajo, los costos de producción y la gestión de los recursos dentro de la planta.

Según Del Cid et al., (2021), el método analítico permite estudiar por partes el objeto de investigación, profundizando de manera ordenada, específica y detallada cada variable, lo cual facilita la comprensión de las relaciones existentes entre la implementación de Lean Six Sigma. Se diseñó un plan de recolección de datos (ver figura 14), donde se recolectó la información del personal y la documentación de la empresa, por medio de una observación directa y encuesta, con su respectivo análisis mediante tablas y diagramas. De acuerdo con (Hernández Sampieri et al., 2020), un plan detallado asegura información adecuada y oportuna. Esto permitió organizar los datos sistemáticamente, identificar ineficiencias en la cadena de suministro y facilitar la aplicación de Lean Six Sigma para optimizar el proceso productivo.

Figura 14. Plan para la recolección de datos en la empresa.



Nota. Elaborado por los autores basado en (Hernández Sampieri et al., 2020)

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

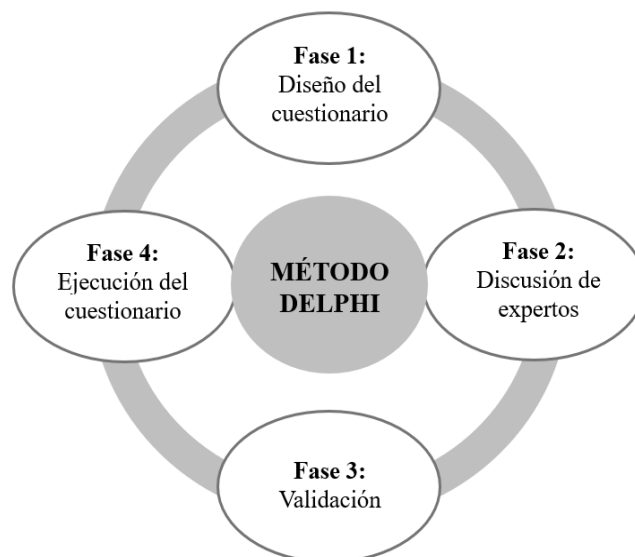
Con la finalidad de recopilar conocimientos necesarios, se empleó la técnica de la encuesta, dirigida a los trabajadores y responsables de los procesos logísticos de Rosmei S.A. Según Weston et al., (2021), "utilizada para la recolección de datos que permite obtener información directa de los sujetos de estudio, facilitando la medición de actitudes, opiniones y comportamientos". Por ende, posibilitó conseguir detalles relevantes sobre la implementación de Lean Six Sigma, la eficiencia, la reducción de desperdicios y la calidad del producto.

En este sentido, el cuestionario se formula con preguntas cerradas, con el objetivo de obtener una mayor comprensión de los problemas que afectan a la empresa. El instrumento se encontraba constituido por 20 ítems, los cuales fueron validados por expertos en gestión por procesos, siendo seleccionados según la experiencia en el área de investigación y la formación académica en ingeniería industrial cuyos estudios de posgrado sean de maestría o doctorado, acreditando un nivel alto de especialización en su profesión, lo que garantizó criterios sólidos y fundamentados en la revisión del cuestionario.

La encuesta se aplicó de manera planificada, asegurando que cada participante tenga la oportunidad de responder de forma clara y completa, donde la información recolectada refleje la realidad de los procesos y logísticas de la empresa. Por ende, cada interrogante fue diseñada para identificar aspectos que inciden en la eficiencia operativa, la gestión de recursos y las posibles áreas de mejora dentro del sistema productivo.

La validación del instrumento se efectuó con la colaboración de un docente experto, seleccionado según los criterios del método Delphi, quien revisó la estructura y coherencia de las preguntas formuladas. Para este proceso se aplicó la escala de validación tipo Likert, siguiendo la metodología de López-Gómez, (2020), con el propósito de determinar la validez, pertinencia y consistencia del cuestionario. Este procedimiento permitió garantizar que el instrumento recoja información confiable y alineada con los objetivos del estudio, orientada a fortalecer el análisis y la mejora continua del proceso de producción de harina de pescado.

Figura 15. Estructura del método de Delphi.



Nota. Elaborado por los autores..

- **Fase 1 (Diseño del cuestionario):** en esta etapa inicial se elabora el cuestionario preliminar tomando como referencia las variables e indicadores definidos, formulando preguntas bajo la escala de Likert de 5 niveles.
- **Fase 2 (Discusión de expertos):** las preguntas son analizadas por especialistas en gestión de procesos y logística, quienes evalúan la claridad, relevancia y adecuación de cada pregunta. Con sus análisis, puedan identificar las mejoras y las recomendaciones para fortalecer el instrumento.
- **Fase 3 (Validación):** se añaden las opiniones de los expertos y se realizan los cambios necesarios para perfeccionar el cuestionario, asegurando que cada ítem cumpla con criterios de validez y consistencia y sea acordes para medir las variables de estudio.
- **Fase 4 (Ejecución del cuestionario):** al ser validado, el cuestionario se emplea a los trabajadores y a los responsables de los procesos logísticos, asegurando la correcta recolección de información para el análisis posterior.

2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos

Según Hernández Mendoza & Duana Ávila, (2020), los instrumentos de recolección de datos permiten definir cómo se medirá el fenómeno de estudio, siendo fundamental que sean válidos y confiables para obtener resultados precisos y fiables. En esta investigación se utilizaron herramientas que facilitaron el análisis del proceso productivo y la identificación de oportunidades de mejora en la empresa.

De acuerdo con Campos & Lule, (2021), la observación directa es una técnica que permite recopilar información del entorno real, describiendo y analizando las actividades que intervienen en el proceso. Por ello, en la presente investigación se aplicaron los siguientes instrumentos:

- **Formato de observaciones:** utilizado durante el recorrido por la planta para registrar el flujo de actividades, tiempos de operación, uso de recursos y posibles ineficiencias del proceso.
- **Encuesta al personal operativo:** realizada a trabajadores con mayor experiencia en la planta para lograr obtener información sobre los motivos de retrasos, de los problemas logísticos y de las condiciones del proceso.

- **Cuestionario estructurado:** diseñado con preguntas orientadas a identificar agentes críticos en producción, almacenamiento y distribución.

Diremos que la combinación entre la observación y la encuesta permitió adquirir datos cualitativos y cuantitativos confiables, suministrando una base sólida para el análisis del sistema productivo y la formulación en propuestas de mejora.

2.6. Variables de estudio

Según Espinoza Freire, (2020), las variables ayudaron a identificar los elementos que intervienen en un estudio. Algunas las controla el investigador, llamadas independientes, y otras cambian según estas, llamadas dependientes. Esto permite ver cómo unas cosas afectan a otras y entender mejor los resultados. En la tabla 5 son muestra la variable independiente se maneja a una escala de “Si o No”, además se indica que actualmente la empresa no aplica Lean Six Sigma, por ende, la variable dependiente señala que no existe optimización, siendo calificada a una escala del 100 %. Por esta razón, se estableció para la mejora una optimización superior al 25 % con la utilización de esta metodología.

Tabla 5. Variables de estudio.

CLASIFICACIÓN	CONCEPTO	VARIABLES	SITUACIÓN ACTUAL	MEJORA ESPERADA
Variable independiente (VI)	Variable controlada por el investigador, quién analiza y aplica herramientas de Lean Six Sigma para mejorar los procesos en la empresa.	VI: Lean Six Sigma (SI/NO)	NO	SI
Variable dependiente (VD)	Variable que cambia como resultado de la implementación de Lean Six Sigma, reflejando mejoras en la eficiencia y efectividad de la cadena de suministro.	VD: Optimización de la cadena de suministro (%)	NO EXISTE (0%)	>25%

Nota. Elaborado por los autores.

2.6.1. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables permite traducir los conceptos del estudio en elementos medibles y observables. Esto facilita establecer cómo se evaluarán y registrarán los cambios o resultados, definiendo dimensiones, indicadores e ítems claros.

De esta manera, se asegura que la información recopilada sea concreta y útil para analizar la relación entre la implementación de Lean Six Sigma y la optimización de la cadena de suministro. Como se muestra la tabla 6 cuyo objetivo es precisar y dar sentido práctico a cada factor dentro de la investigación.

Tabla 6. Distribución de la población.

VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEM	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Nivel Lean Six Sigma	Conjunto de herramientas y metodologías para mejorar los procesos de producción y logística, eliminando desperdicios y errores.	Lean Six sigma Kaizen 5S	<ul style="list-style-type: none"> – Tiempo de ciclo – Movimientos innecesarios – % de desperdicios – Defectos por unidad – Nivel sigma del proceso – Cumplimiento de orden y limpieza – Clasificación de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> – Reducción de tiempos de espera. – Eliminación de actividades sin valor agregado – Control de parámetro críticos – Eliminación de materiales – Organización de herramientas – Mantenimiento de limpieza 	<p>Técnicas: observación directa, encuesta</p> <p>Instrumentos: tabla de observaciones, hojas de tiempos, cuestionario, check list, diagrama de flujo de procesos.</p>
Variable Dependiente: Optimización de la cadena de suministro	Mejora de la eficiencia y efectividad en la gestión de materiales, producción y distribución dentro de la cadena de suministro.	Abastecimiento y recepción de materia prima Producción estandarizada y controlada Gestión de inventarios Almacenamiento y distribución	<ul style="list-style-type: none"> – Calidad de materia prima – % de reprocesos – Cumplimiento del plan – Exactitud físico-sistema – Eficiencia del proceso – Tiempo de despacho – % de entregas completas 	<ul style="list-style-type: none"> – Cumplimiento de parámetros – Orden del producto terminado – Menos traslados innecesarios – Registros de producción anual – Reducción del tiempo de carga y despacho. – Mejora en trazabilidad del producto terminado. 	<p>Técnicas: observación directa, análisis entre la condición operativa actual y la alternativa mejorada.</p> <p>Instrumentos: diagramas VSM, capacidad del proceso, tabla de observaciones, hojas de tiempos, cuestionario, check list, diagrama de flujo de procesos.</p>

Nota. Elaborado por los autores.

2.6.2. Procedimiento para la recolección de los datos

Para obtener los datos necesarios se proyectó un procedimiento que garantizó que los datos fueran claros, completos y confiables, permitiendo analizar el impacto de Lean Six Sigma en la cadena de suministro de Rosmei S.A. Se utilizaron tanto encuestas como un formato de observación (ver anexo 11) dirigidos hacia los trabajadores y a los responsables de los procesos logísticos, con el único fin de conocer la situación real y actual de la empresa, como también detectar los problemas y recoger opiniones sobre las mejoras aplicadas.

También, se procedió hacer una observación directa de los métodos productivos y logísticos, donde se estuvo registrando los flujos de trabajo, los tiempos de producción, los desperdicios existentes y las pérdidas.

Todo el proceso se llevó a cabo con las directrices de validez y consistencia, aseverando que los datos fueran útiles para que reflejen fielmente la realidad de la empresa. Esto permitió contar con información sólida y veraz para poder identificar oportunidades de mejora y apoyar la toma de decisiones en la optimización de los procesos logísticos.

2.6.3. Plan de análisis e interpretación de resultados.

El análisis de los datos se enfocó en organizar e interpretar los resultados obtenidos, relacionándola directamente con los objetivos de la investigación para evaluar cómo Lean Six Sigma impacta en la cadena de suministro de Rosmei S.A. La información recolectada mediante encuestas, entrevistas y observación directa se clasificaron según las variables y dimensiones definidas en la operacionalización, lo que permitió identificar áreas de mejora (ver anexo 12).

Los hallazgos se presentan en la tabla 7, donde se resumen los procedimientos ejecutados, las herramientas utilizadas y las estimaciones proyectadas. Por esta razón, el enfoque garantiza que la información sea clara, coherente y útil para proponer mejoras concretas en los procesos logísticos, fortaleciendo la validez y consistencia de la investigación y proporcionando una base sólida para futuras decisiones o estudios relacionados.

Tabla 7. Plan de análisis e interpretación de datos.

N°	OBJETIVO	PROCEDIMIENTOS	HERRAMIENTAS	RESULTADO ESTIMADO
1	Analizar la literatura mediante una revisión bibliométrica y mapeo sistemático, con el fin de contextualizar las variables.	Análisis bibliométrico	Bibliometrix (Scopus, Scielo, Dimensions), pasos del mapeo sistemático	Puntos fundamentales del tema Metodología aplicada a las dos variables de estudio
2	Realizar el análisis de la situación problemática de la cadena de suministro en Rosmei S.A., utilizando técnicas e instrumentos de recopilación de información que permitan sintetizar sus procesos logísticos.	Seleccionar y aplicar técnicas de recolección de datos, encuestas y entrevistas Observación directa de los procesos logísticos Análisis de indicadores y mapas de procesos	Validez y consistencia de los datos obtenidos mediante encuestas, entrevistas y observación directa; software de análisis de indicadores logísticos	Ejecución metodológica del análisis de la cadena de suministro. Datos recopilados mediante instrumentos: cuestionarios, entrevistas y observación directa Identificación de los principales problemas y deficiencias en los procesos logísticos Priorización de oportunidades de mejora para la implementación de Lean Six Sigma
3	Proponer soluciones mediante la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en Rosmei S.A., orientadas a implantar acciones correctivas que mejoren los procesos productivos, reduzcan desperdicios y eleven la calidad y eficiencia.	Aplicación de la metodología DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) Diseño de propuestas de mejora basadas en Lean Six Sigma Implementación de herramientas de optimización de procesos Definición de indicadores de control para evaluar mejoras	Herramientas Lean Six Sigma (DMAMC, 5S, Kanban), Value Stream Mapping (VSM), Diagramas de control y flujo de procesos, Microsoft Excel	Propuesta de plan de mejora para reducir desperdicios Incremento de la eficiencia y calidad en los procesos productivos Establecimiento de indicadores de mejora continua.

Nota. Elaborado por los autores.

2.7. Validez y confiabilidad del instrumento

2.7.1. Validación de herramientas por experto

En esta fase se llevó a cabo el proceso de validación del instrumento con el apoyo de especialistas, quienes evaluaron la claridad, coherencia y relevancia de cada ítem del cuestionario (ver anexo 13). Para este propósito, se aplicó la escala de valoración tipo Likert, la cual permitió medir el grado de acuerdo respecto a la formulación de las preguntas y sus opciones de respuesta. La calificación otorgada por el experto se estableció en un rango de 1 a 5, conforme a los siguientes niveles:

1. Muy en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Indiferente.

4. De acuerdo.

5. Muy de acuerdo.

Previo a la validación, se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión definidos para la selección de expertos, los cuales se presentan en la figura 12. De igual manera, en la Tabla 8 se detallan las condiciones consideradas para la aceptación de los profesionales que participaron en la revisión del instrumento, asegurando la fiabilidad y pertinencia del proceso de validación.

Tabla 8. *Criterios de aceptación de expertos.*

CRITERIO DE EVALUACIÓN A EXPERTOS								
N.º	EXPERIENCIA INDUSTRIAL		PUBLICACIÓN RECIENTES		CONOCIMIENTO TÉCNICO		COMUNICACIÓN EFECTIVA	
	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple
EXPERTO 1	x		x		x		x	
EXPERTO 2	x		x		x		x	
EXPERTO 3	x		x		x		x	
EXPERTO 4	x		x		x		x	
EXPERTO 5	x		x		x		x	
TOTAL	5		5		5		5	

Nota. Elaborado por los autores.

De acuerdo con la información presentada en la tabla 8, se evidencia que el total de expertos seleccionados cumple con los criterios de selección establecidos. En consecuencia, se autorizó la aplicación del proceso de validación del instrumento.

El cuestionario fue revisado por cinco ingenieros especializados en las áreas de producción e investigación, siguiendo la metodología descrita por Quezada et al., (2020). Dichos expertos realizaron la evaluación en dos fases, tal como se detalla en la tabla 9.

Tabla 9. *Revisión y validación de instrumento.*

REVISIÓN Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR EXPERTOS		
N.º	Primera Etapa (15/9/2025)	Segunda Etapa (23/9/2025)
EXPERTO 1	x	
EXPERTO 2	x	
EXPERTO 3		x
EXPERTO 4		x
EXPERTO 5		x
TOTAL	2	3

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos durante la revisión y validación del instrumento. Por tanto, en la primera etapa de evaluación, los expertos 1 y 2 aprobaron el cuestionario, mientras que los restantes recomendaron realizar ajustes en ciertos ítems. Posteriormente, se llevó a cabo una segunda etapa, en donde el 3, 4 y 5 verificaron las correcciones implementadas, validando finalmente el uso para su aplicación (ver anexo 14).

A partir de ello, se registraron los datos obtenidos durante la evaluación realizada por los expertos con el fin de verificar la validez del cuestionario. Dentro de este proceso, cada ítem fue aprobado debido a que alcanzó un promedio igual o superior a 4.

Tabla 10. *Evaluación de cuestionario por expertos.*

CALIFICACIÓN POR EXPERTOS								
Preguntas Evaluadas	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	EXPERTO 5	SUMA	PROMEDIO	VALIDACIÓN (SI/NO)
P1	4	4	5	5	5	23	4,60	SI
P2	4	4	5	4	5	22	4,40	SI
P3	4	4	5	4	5	22	4,40	SI
P4	4	4	5	5	5	23	4,60	SI
P5	4	4	5	5	5	23	4,60	SI
P6	4	4	5	4	5	22	4,40	SI
P7	4	4	5	5	4	22	4,40	SI
P8	4	4	5	5	5	23	4,60	SI
P9	4	4	5	5	5	23	4,60	SI
P10	5	5	5	4	4	23	4,60	SI
P11	5	5	5	5	5	25	5	SI
P12	4	4	5	4	5	22	4,40	SI
P13	4	4	5	4	5	22	4,40	SI
P14	5	5	5	5	4	24	4,80	SI
P15	5	5	5	4	5	24	4,80	SI
P16	5	4	5	4	5	23	4,60	SI
P17	4	5	5	5	4	23	4,60	SI
P18	5	5	5	4	4	23	4,60	SI
P19	5	5	5	4	5	24	4,80	SI
P20	5	5	5	5	5	25	5	SI

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados reflejados en la Tabla 10 muestran que se aprobaron las 20 preguntas del instrumento, sin registrarse ningún ítem rechazado. En consecuencia, los especialistas confirmaron la validez total del cuestionario, considerándolo adecuado para la recolección de información.

2.7.2. Validación de encuestas

Validar las encuestas por los respectivos expertos es un requisito que busca garantizar que el instrumento utilizado mida lo que en realidad se necesite medir, un proceso previo a ser presentado a los participantes seleccionados.

Fiabilidad de expertos mediante el alfa de Cronbach

Para corroborar el instrumento con la calificación de los expertos se mide la fiabilidad por medio de alfa de Cronbach, que se enfoca en medir las respuestas de cada pregunta a partir de la escala de Likert, brindando un grado de confiabilidad, el cual la tabla 11 muestra cómo se clasifica la valoración donde se interpreta que tan confiable es el instrumento.

Tabla 11. *Escala del alfa de Cronbach.*

VALOR DE A	INTERPRETACIÓN
≥ 0.9	Excelente consistencia
0.8 – 0.89	Buena consistencia
0.7 – 0.79	Aceptable
0.6 – 0.69	Cuestionable
0.5 – 0.59	Pobre
< 0.5	No confiable

Nota. Elaborado por los autores

La tabla 12 se observa que si el coeficiente de fiabilidad es superior a 0,7 el instrumento cumple con los requisitos necesarios e inferior a este coeficiente no está apto para ser utilizado el instrumento.

Tabla 12. *Coefficiente de fiabilidad de herramienta.*

COEFICIENTE DE FIABILIDAD DE LA HERRAMIENTA	NÚMERO DE ÍTEMS
0,855	20

Nota. Elaborado por los autores.

La tabla 12 presenta el alfa de Cronbach que se obtuvo por medio del software SPSS, obteniendo de las respuestas brindadas por los 5 expertos a las 20 preguntas desarrolladas un coeficiente de 0.855, indicando la validez del instrumento para ser aplicado a los participantes, ya que esta categorizado como una buena consistencia.

Los datos obtenidos de la encuesta a los trabajadores se pueden observar en el (Anexo 16), por otro lado, el modo de aplicación del software SPSS, registrando las variables y los

datos, donde se calcula el alfa de Cronbach para comprobar la fiabilidad de las respuestas de los trabajadores de la empresa (ver anexo 21).

Tabla 13. *Coefficiente de fiabilidad de encuesta.*

COEFICIENTE DE FIABILIDAD DE LA ENCUESTA	NÚMERO DE ÍTEMS
0,839	20

Nota. Elaborado por los autores.

En la tabla 13, el coeficiente de fiabilidad es de 0.839, lo cual representa que la evaluación de a los trabajadores en relación con las 20 preguntas es confiable, dado a que se encuentra en la calificación de buena consistencia. Por ende, se puede ejecutar análisis a los resultados de cada pregunta con el fin de identificar oportunidades de mejora en la empresa.

Tabla 14. *Porcentajes totales de la encuesta por pregunta.*

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_10	P_11	P_12	P_13	P_14	P_15	P_16	P_17	P_18	P_19	P_20
"Muy en desacuerdo"	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
"En desacuerdo"	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	40,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	40,00%	0,00%	0,00%	0,00%
"Indiferente"	50,00%	40,00%	40,00%	50,00%	0,00%	40,00%	70,00%	60,00%	60,00%	60,00%	10,00%	60,00%	0,00%	30,00%	20,00%	50,00%	60,00%	0,00%	50,00%	0,00%
"De acuerdo"	50,00%	60,00%	60,00%	0,00%	80,00%	40,00%	30,00%	40,00%	0,00%	40,00%	70,00%	30,00%	80,00%	60,00%	60,00%	0,00%	0,00%	70,00%	50,00%	70,00%
"Muy de acuerdo"	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	10,00%	20,00%	10,00%	20,00%	0,00%	0,00%	30,00%	0,00%	30,00%

Nota. Elaborado en el SPSS.

La tabla 14 obtenida del software SPSS, muestra en la primera columna la escala de Likert, desde muy en desacuerdo hasta muy de acuerdo, las demás columnas representan el total de las respuestas de los 10 trabajadores en porcentajes de cada una de las preguntas, con ayuda de esta tabla se puede realizar la respectiva representación gráfica de la encuesta.

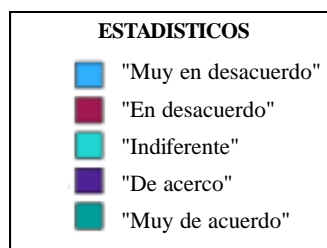
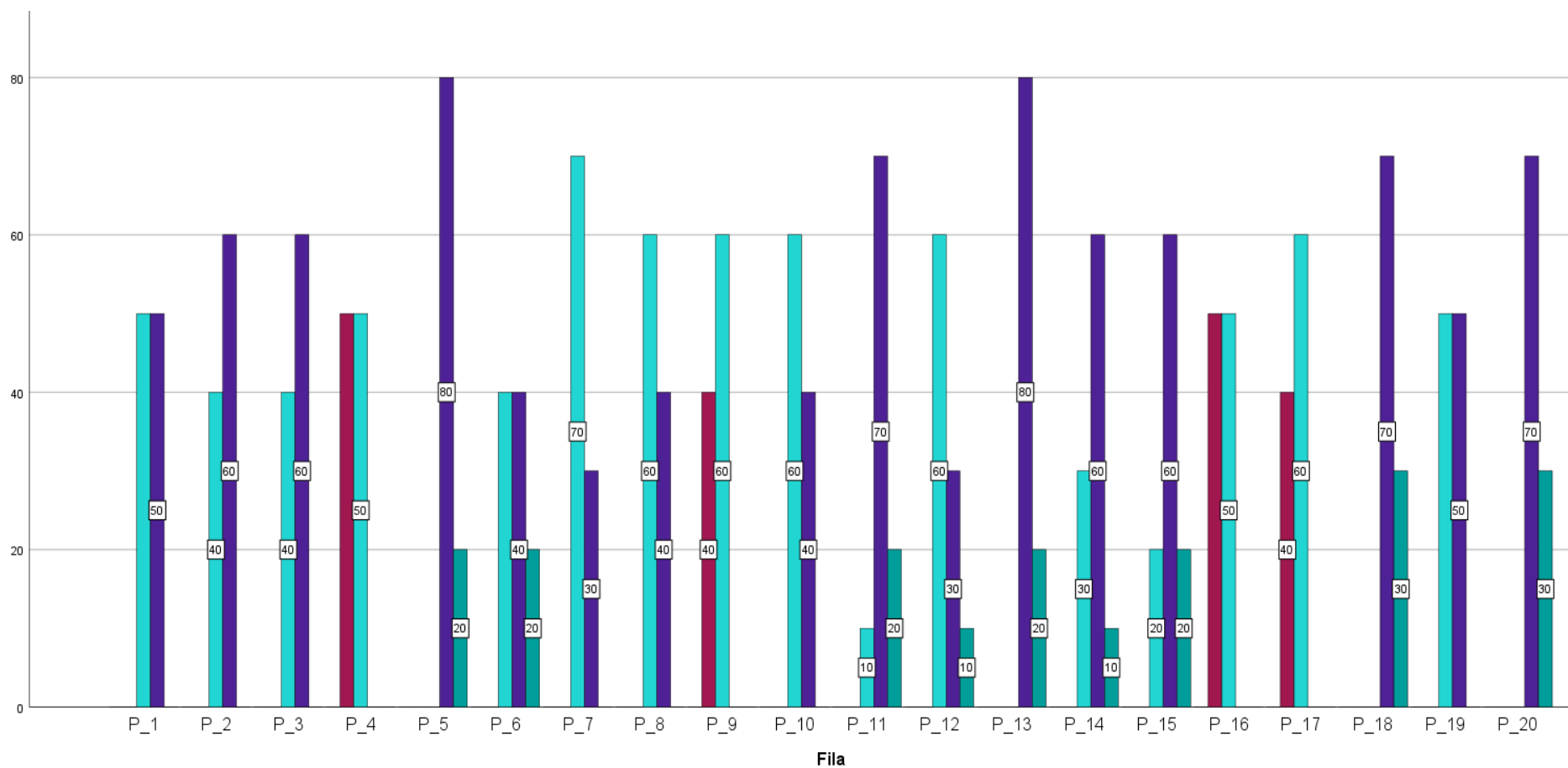


Figura 16. Resumen de las preguntas.



Nota. Elaborado en el software SPSS.

La figura 16 muestra de forma general los resultados obtenidos de los trabajadores, la mayoría de las respuestas se encuentran “De acuerdo” o “Indiferente” con los ítems evaluados, lo que refleja una percepción mayormente positiva, pero con áreas de mejora identificables.

2.7.3. Resultados de la encuesta

Las encuestas se aplicaron a los jefes de área de la planta pesquera, con un total de 20 preguntas distribuidas bajo una escala de Likert de cinco niveles (muy de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo, muy en desacuerdo). El análisis de resultados, como se muestra en la tabla 15 permitió identificar los puntos más críticos en las siguientes preguntas:

Tabla 15. *Resultados de las preguntas de la encuesta.*

No.	Pregunta	Resultado predominante	Interpretación
4	¿Cree usted que existen mecanismos claros para detectar y corregir errores a tiempo?	60 % en desacuerdo	Falta de control y seguimiento de errores operativos.
9	¿Cree usted que las herramientas y materiales están disponibles y son fáciles de encontrar?	55 % en desacuerdo	Deficiente organización y distribución de materiales.
16	¿Piensa que los inventarios están bien controlados y actualizados, evitando faltantes o acumulaciones innecesarias?	65 % en desacuerdo	Escaso control de inventarios y errores en registros.
17	¿Cree usted que la empresa aplica métodos adecuados para que los materiales se usen en el orden correcto?	50 % en desacuerdo	Falta de procedimientos estandarizados para el flujo de materiales.

Nota. Elaborado por los autores.

Como resultado del análisis de las preguntas 4, 9, 16 y 17, se señala las áreas de mayor inconformidad entre los trabajadores y permite identificar situaciones críticas que deben ser observadas. Nos muestran que los principales problemas se relacionan con la falta de control de inventarios, el desorden en planta y el manejo ineficaz de los materiales, estos factores son los que afectan directamente en los costos, como también, los tiempos de producción y los niveles de desperdicio.

Estos resultados en la encuesta permitieron determinar que el enfoque de Lean Six Sigma se perfila como la más adecuada alternativa, ya que es un método que ayuda a identificar donde se encuentra el problema en el proceso de producción, como es el retraso en la recepción de insumos, debido a que limita el seguimiento de las acciones implementadas y también las deficiencias en el control de inventarios. Este enfoque permite abordar de forma ordenada la reducción de variabilidad, la eliminación de desperdicios y la sistematización de los procesos.

Aplicando el ciclo DMAIC se podrían definir con claridad los problemas y objetivos de mejora, medir el impacto en la operación, analizar las causas raíz utilizando herramientas como los diagramas de Pareto e Ishikawa.

Estas acciones no solo reducirían desperdicios y tiempos de espera, sino que también fomentarían una cultura de mejora continua y mayor participación del personal en la solución de problemas.

2.8. Diagnóstico situacional de la problemática

2.8.1. Comparativo entre observación directa y encuesta estructurada

Para realizar el diagnóstico situacional de Rosmei S.A., se aplicó una metodología cuantitativa apoyada en instrumentos de recolección de datos como encuestas estructuradas con escala de Likert y un formato de observaciones hecho en planta. Este procedimiento permitió obtener información verificable y numéricamente medible sobre el estado actual de los procesos relacionados con la cadena de suministro, con el fin de identificar las principales causas que limitan la eficiencia productiva.

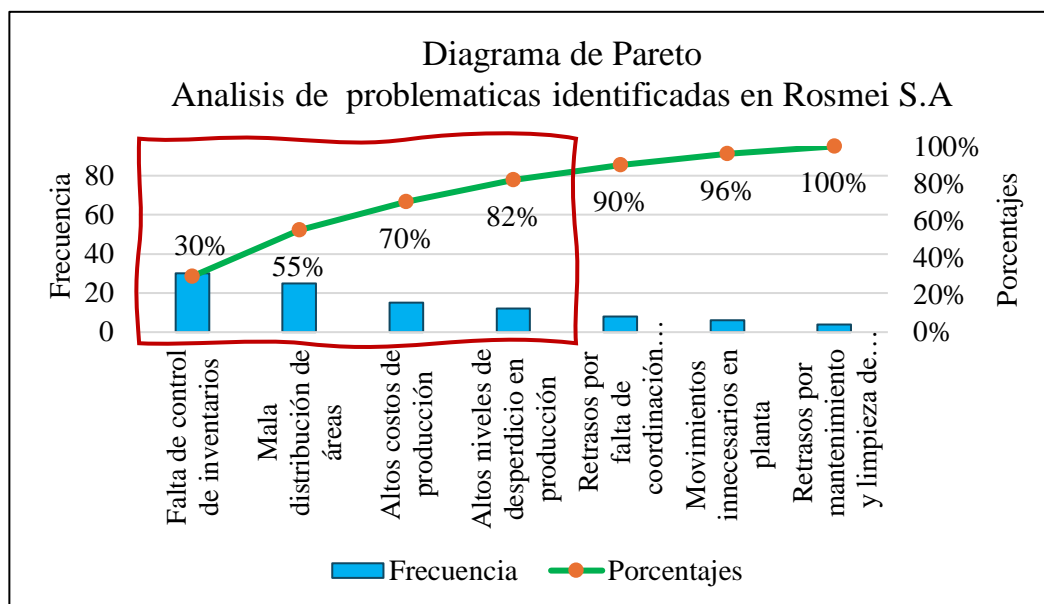
Considerando lo mencionado previamente, se llevó a cabo una visita técnica a la planta en un periodo de 5 días consecutivos y por medio de un registro se contabilizó el número de incidencias observadas (ver anexo 11), donde se detalla el funcionamiento del sistema productivo, con base en la revisión efectuada, fue posible identificar con mayor claridad los factores con impacto negativo a la empresa. Es justamente a partir de este análisis situacional que se puede determinar de manera más concreta el problema principal al que Rosmei S.A., se enfrenta. En la tabla 16 se presentan los resultados obtenidos, a partir de esos datos se elaboró el diagrama de Pareto, mostrado en la Figura 16, el cual permite visualizar de manera clara cuáles son las ineficiencias con mayor relevancia.

Tabla 16. *Análisis de problemáticas del registro de observaciones.*

Problemática	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Inconsistencias entre los registros de inventario	34	34%	34%
Mala distribución de áreas	20	20%	54%
Altos costos de producción	18	18%	72%
Altos niveles de desperdicio en producción	10	10%	82%
Retrasos por falta de coordinación entre turnos	9	9%	91%
Movimientos innecesarios en planta	7	7%	98%
Retrasos por mantenimiento y limpieza de equipos	2	2%	100%
TOTAL	100	100%	

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 17. Primer diagrama de Pareto del registro de observaciones.



Nota. Elaborado por los autores.

Como se muestra en figura 17, dentro de ese cuadro se encuentran el 82 % las problemáticas principales observadas en Rosmei S.A., tanto la ausencia de control de inventarios, áreas mal distribuidas, elevados costos y niveles de desperdicio en la producción, relacionados a la parte interna de la cadena de suministro, comprometiendo en la empresa la correcta gestión de materiales, el flujo de procesos y la eficiencia operativa.

No obstante, según el criterio de Peñafiel Mora & Mora Oleas, (2025), las encuestas o entrevistas omiten ciertas apreciaciones técnicas, por ende, se debe establecer un procedimiento de observación permitiendo monitorear las conductas del entorno productivo, donde LSS ayuda a detectar las variaciones de operación para mejorar.

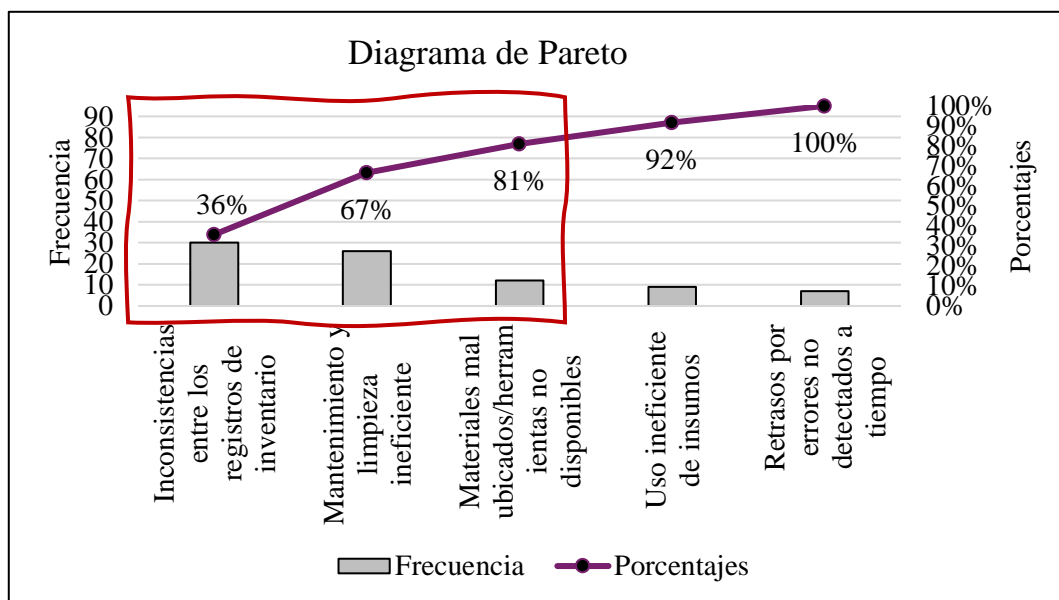
Por esta razón, se realizó un formato de observación directa en la empresa donde se analizaron problemáticas identificadas, lo cual complementa el diagnóstico con la información obtenida de la encuesta, ampliando la perspectiva de problemas operativos. De esta manera, el siguiente diagrama de Pareto, presentado en la tabla 17 y figura 18, refleja los hallazgos derivados de la combinación entre la observación directa y la percepción estructurada de los responsables de la planta, consolidando así el diagnóstico situacional de los principales inconvenientes presentes en el proceso.

Tabla 17. Análisis de problemáticas del cuestionario.

Problemática	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Inconsistencias entre los registros de inventario	30	36%	36%
Mantenimiento y limpieza ineficiente	26	31%	67%
Materiales mal ubicados/herramientas no disponibles	12	14%	81%
Uso ineficiente de insumos	9	11%	92%
Retrasos por errores no detectados a tiempo	7	8%	100%
TOTAL	84	100%	

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 18. Segundo diagrama de Pareto de problemas identificados del cuestionario.

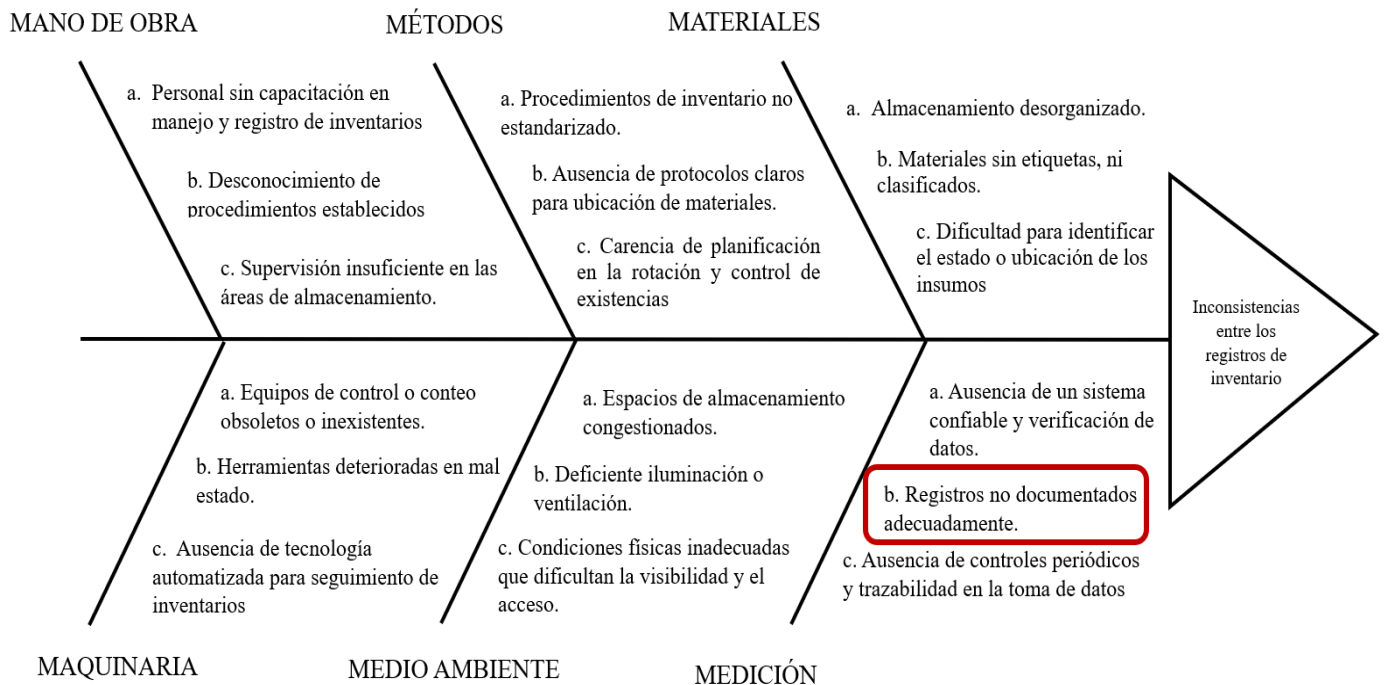


Nota. Elaborado por los autores.

El diagrama evidenció que los problemas concentraban el 81 % de los efectos negativos, los resultados evidenciaron que la problemática de *inconsistencias entre los registros de inventario* concentraba la mayor proporción de incidencias, por lo que fue seleccionada como el eje central del estudio. Esta situación se corroboró mediante una visita técnica, donde se observó directamente que el personal realizaba los registros en un archivo Excel genérico, limitando la ágil búsqueda de información, donde actualizar datos se convierte en una demora y ausencia de validaciones, incrementando el riesgo de errores y duplicidades.

De acuerdo con esas observaciones, se desarrolló el diagrama de Ishikawa, como se muestra en la figura 19, señalando como problemática principal la inconsistencia en los registros, dado a esa herramienta se utilizó la categorización 6M, mostrando causas relacionadas a mano de obra, maquinaria, métodos, medio ambiente, materiales y medición.

Figura 19. Diagrama de Ishikawa de primer nivel



Nota. Elaborado por los autores.

Para la selección de las causas incluidas en el diagrama de Ishikawa, se desarrolló una matriz de evaluación preliminar, cuyo objetivo fue determinar el nivel de incidencia de cada causa en la problemática central: inconsistencias entre los registros de inventario. La valoración se realizó con base en tres criterios:

- Frecuencia (F): número de veces que la causa se observó o evidenció.
- Impacto (I): grado en que la causa influye directamente en el error.
- Evidencia (E): nivel de respaldo obtenido en la visita técnica (fotografías, observaciones directas, registros).

Cada criterio se calificó con una escala del 1 al 5, donde 1 indica baja incidencia y 5 alta incidencia.

– **Fórmula utilizada**

La puntuación total para cada causa se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$Puntaje\ Total = F + I + E$$

Esta fórmula permite priorizar las causas con mayor contribución al problema y da sustento numérico al diagrama.

Tabla 18. *Matriz de evaluación de causas preliminares.*

CATEGORÍA (6M)	CAUSA IDENTIFICADA	FRECUENCIA (1-5)	IMPACTO (1-5)	EVIDENCIA (1-5)	TOTAL
Mano de obra	Personal sin capacitación en manejo y registro de inventarios	4	4	4	12
	Desconocimiento de procedimientos establecidos	3	4	4	11
	Supervisión insuficiente en las áreas de almacenamiento.	3	3	4	10
Métodos	Procedimientos de inventario no estandarizado.	5	4	3	12
	Ausencia de protocolos claros para ubicación de materiales.	3	4	3	10
	Carencia de planificación en la rotación y control de existencias	5	5	4	14
	Almacenamiento desorganizado.	3	4	4	11
Materiales	Materiales sin etiquetas, ni clasificados.	3	5	4	12
	Dificultad para identificar el estado o ubicación de los insumos	4	5	4	13
	Equipos de control o conteo obsoletos o inexistentes.	5	5	4	14
Maquinaria	Herramientas deterioradas en mal estado.	5	4	2	11
	Ausencia de tecnología automatizada para seguimiento de inventarios	3	4	5	12
	Espacios de almacenamiento congestionados.	5	4	5	14
Medio Ambiente	Deficiente iluminación o ventilación.	4	5	4	13
	Condiciones físicas inadecuadas que dificultan la visibilidad y el acceso.	5	4	4	12
	Ausencia de un sistema confiable y verificación de datos.	2	4	5	11
Medición	Ausencia de controles periódicos y trazabilidad en la toma de datos	4	2	4	10
	Registros no documentados adecuadamente.	5	5	5	15

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados de la matriz evidenciaron que las causas con mayor incidencia fueron desorden digital con una puntuación de 13 y registros no documentados adecuadamente con un total de 15. Esto coincide con lo observado en la visita técnica, donde se identificó que el personal registraba la información en hojas de Excel sin controles internos, lo que ocasionaba duplicidad de archivos, ausencia de validaciones y demoras en la actualización de datos.

La causa “registros no documentados adecuadamente”, perteneciente a la categoría medición, obtuvo la valoración más alta debido a que:

- Se observó en la mayoría de los registros revisados (alta frecuencia).
- Tiene un impacto directo en la generación de inconsistencias.
- Fue corroborada con evidencia directa durante la inspección.

Esta representación permitió visualizar de forma clara la relación entre cada categoría y la problemática central, sustentando adecuadamente el análisis y eliminando interpretaciones subjetivas.

Posteriormente, de acuerdo con Barsalou & Starzyńska, (2023), en conjunto a lo mencionado, facilitan identificar la causa raíz de un problema cuando las no conformidades se originan por ausencia de procedimientos estructurados o controles internos. Este método ha demostrado su eficacia en organizaciones reales para clarificar causas profundas más allá de síntomas superficiales. Se aplicó la metodología de los 5 porqués con el objetivo de llegar a la causa raíz del problema identificado:

1. ¿Por qué existen registros no documentados adecuadamente?

Porque existe una carencia de formatos oficiales o controlados.

2. ¿Por qué existe una carencia de estos formatos?

Porque hace falta una mejor gestión de la información.

3. ¿Por qué hace falta una mejor de gestión de información?

Porque se utiliza un documento básico de Excel sin un control adecuado, ni formato estandarizado

4. ¿Por qué se utiliza un documento Excel sin control y formatos adecuados?

Porque la empresa no cuenta con un sistema formal de gestión de inventarios.

5. ¿Por qué no se dispone de un sistema de gestión de inventarios?

Porque no se ha implementado una herramienta destinada a ordenar, validar y agilizar los procesos de registro.

Por medio de esta herramienta se estableció que la causa-raíz es la ausencia de un sistema de control de inventario, como se observa en la Figura 21, dado a que provoca las demoras, duplicidades, errores y dificultades de búsqueda.

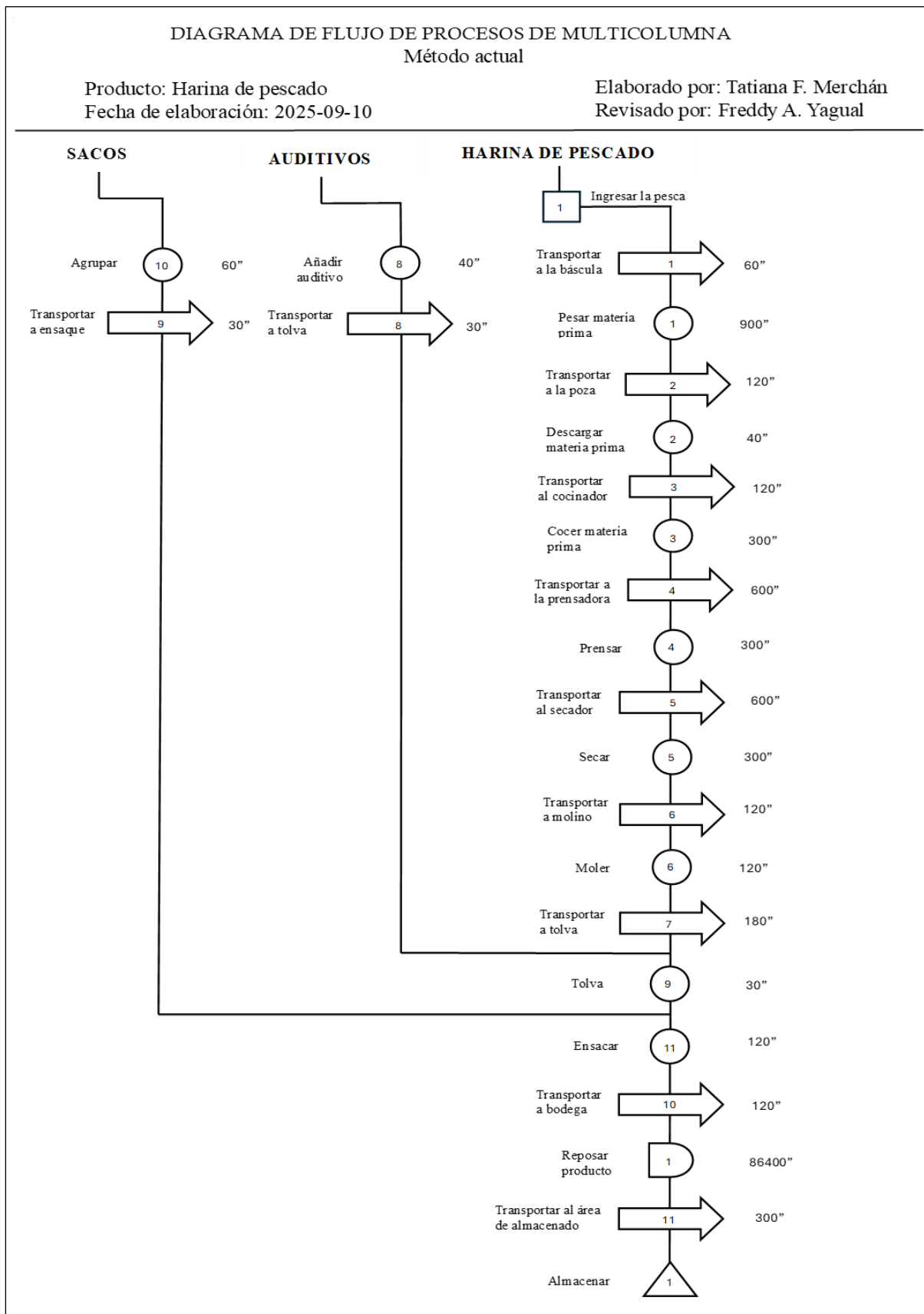
Por ende, es necesario implementar un sistema de control adecuado con la finalidad de automatizar los registros, optimizar la trazabilidad y preservar la consistencia de los datos.

Se muestra que las pérdidas de materia prima, reprocesos y demora en la programación, donde las inconsistencias del inventario físico y contable comprometen la eficiencia de la cadena de suministro.

1. Ausencia de estándares en los formatos de registro.
2. Falta a los seguimientos de inventario.
3. Duplicado de registros por errores humanos.

Como se muestra en la figura 20, se muestra el diagrama de multicolumnas del proceso, con la finalidad de presentar habilidades de forma dinámica y organizada, permitiendo comprender el flujo de trabajo. Por consiguiente, se puede observar conforme a las actividades planteadas, se presentan ocho operaciones, una inspección, nueve transportes y un almacenamiento.

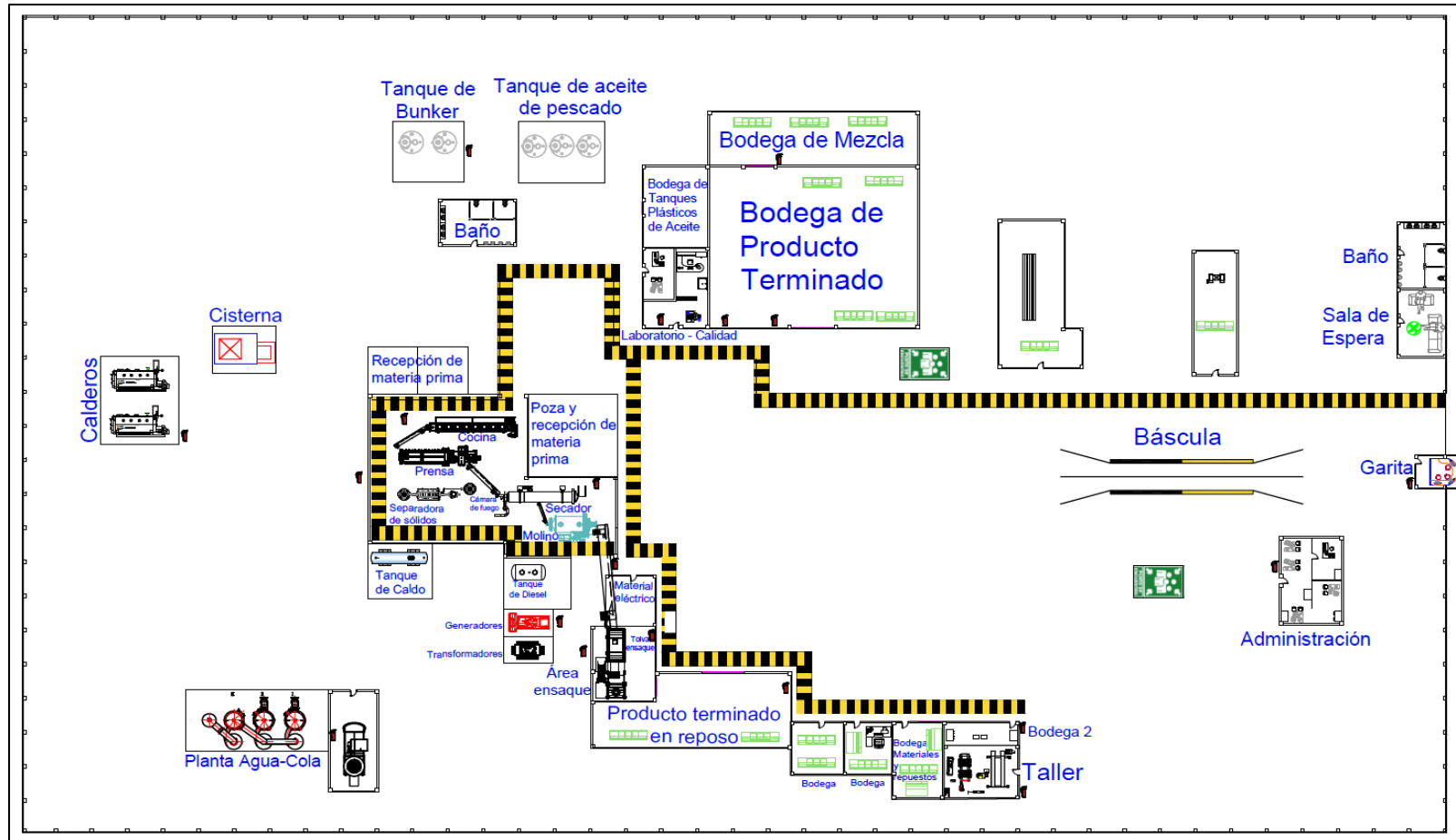
Figura 20. Diagrama de multicolumnas del proceso de producción.



Nota. Elaborado por los autores.

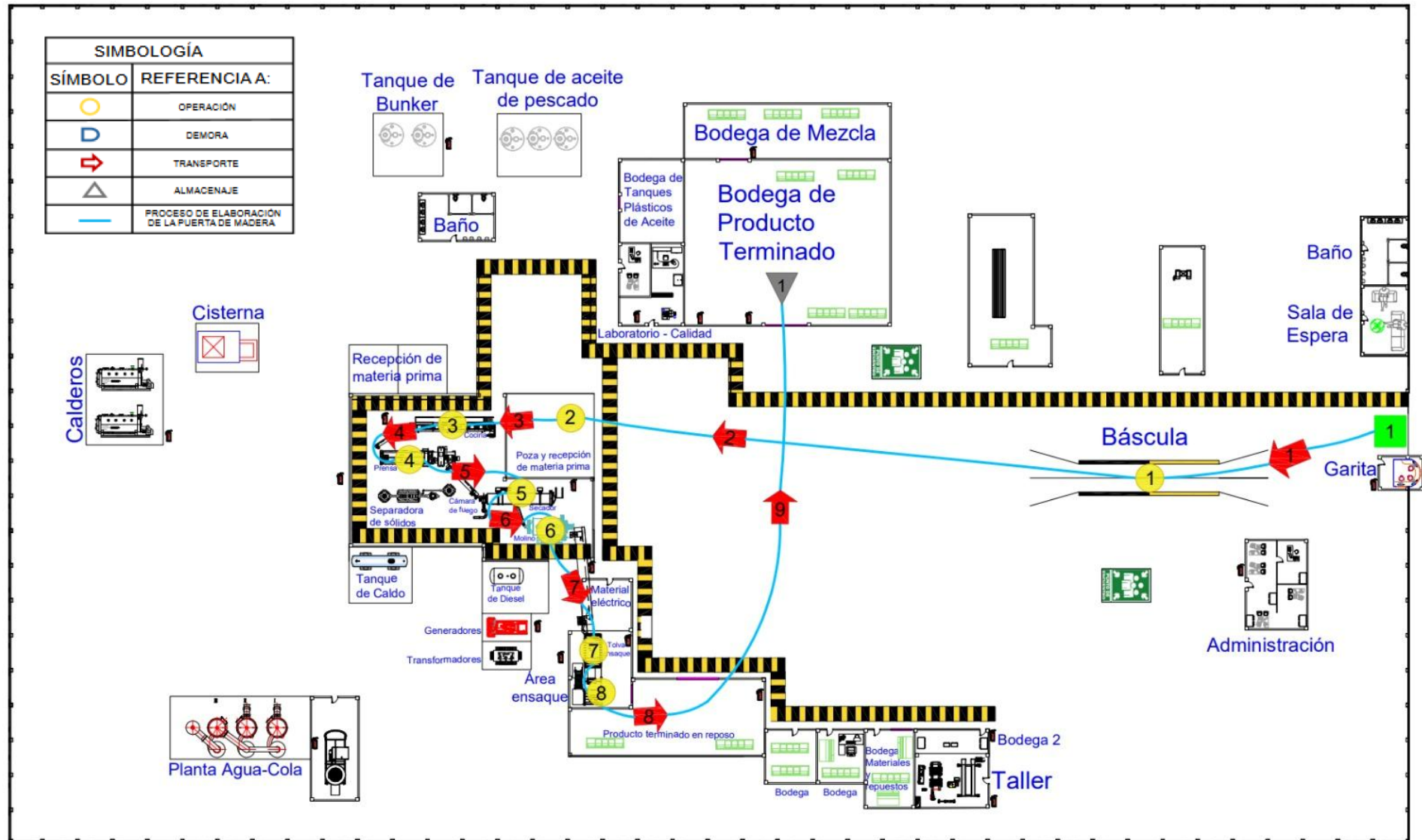
La figura 21 distribución de la planta y la figura 22, correspondiente al flujo de recorrido del proceso de producción, describe visualmente el trayecto que sigue la materia prima desde su ingreso hasta la obtención del producto final. Este esquema facilita la comprensión del movimiento dentro de la planta, el seguimiento de cada etapa y la detección de puntos críticos del proceso. En su estructura, mantiene la misma composición: 8 operaciones, 1 inspección, 9 transportes y 1 actividad de almacenamiento.

Figura 21. Distribución de la planta.



Nota. Elaborado por los autores.

Figura 22. Diagrama de recorrido del proceso actual.



Nota. Elaborado por los autores.

El análisis del layout actual de la planta evidenció una disposición ineficiente de las áreas productivas y de almacenamiento, que afecta directamente el flujo del proceso y la productividad. En el diagrama de recorrido actual se observó que la secuencia de operaciones presenta retrocesos, cruces de flujos y desplazamientos innecesarios, lo cual genera demoras, acumulación de materiales y mayor esfuerzo físico por parte de los operarios, tales como fatiga muscular en extremidades inferiores y zona lumbar, además de mayor desgaste articular por la locomoción continua en superficies irregulares. Este recorrido excesivo incrementa el gasto energético y la tensión física, especialmente cuando el operario debe transportar herramientas o materiales entre áreas distantes.

Además, se complementó con el diagrama de flujo de procesos, cuya finalidad es la identificación de la etapa de origen de las problemáticas encontradas. Además, en las observaciones se vinculó con los problemas señalado en el Pareto, mostrando en qué actividades del ciclo productivo. De esta manera, se facilitó la comprensión eficaz de puntos críticos del sistema.

En este sentido, la aplicación del diagrama de flujo de procesos permite visualizar el estado actual del proceso de producción de harina de pescado, comprendiendo su secuencia lógica. En la figura 23, se presentan todas las actividades identificadas durante el estudio, reflejando el tiempo de ciclo promedio de un lote, correspondiente a 4.150 segundos equivalentes a 1,15 horas, desde la recepción de la materia prima hasta el almacenado del producto final, cabe destacar que luego de transportar el producto a la bodega de reposo, permanece en ese lugar 24 horas, para posteriormente transportar todos los lotes generados en el día anterior al almacén de producto terminado. Lo cual constituyo como una referencia esencial para comprender la eficiencia del proceso y evaluar posibles cuellos de botella o tareas que demandan mayor tiempo operativo.

Figura 23. Diagrama de flujo de procesos.

MÉTODO		RESUMEN			DIAGRAMA: 1/2
Actual	X	ACTIVIDAD	ACTUAL		
Propuesto			N.	Tiempo	
SUJETO DEL DIAGRAMA: Proceso de producción de harina de pescado		Operación	8	2110	DIAGRAMA N°: Diagrama de proceso 01
		Inspección	1	300	FECHA: 2025-20-09
		Operaciones Combinadas	0	0	ELABORADO POR:
		Transporte	9	1740	Merchán V. Tatiana F. ; Yagual E. Freddy Y.
DEPARTAMENTO: Producción		Demora	0	0	REVISADO POR:
		Almacenamiento	1	0	
		Distancia (m)	252		APROBADO POR:
		Tiempo (seg)	4150		

No.	Descripción	●	■	□	■	➔	▼	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Observaciones
		Operación	Inspección	Operaciones combinadas	Demora	Transporte	Almacenamiento			
1	Registrar el ingreso de la pesca		●					300		Falta de aplicación de sistema de control
2	Transportar a la báscula					●		60	35	Movimientos innecesarios en planta
3	Pesar materia prima	●						900		Falta de aplicación de sistema de control
4	Transportar a la poza					●		120	85	
5	Descargar materia prima	●						40		
6	Transportar al cocinador					●		120	8	
7	Cocer materia prima	●						300		Desorden y acumulación de materiales
8	Transportar a la prensadora					●		120	7	
9	Prensar	●						300		Desorden y acumulación de materiales
10	Transportar al secador					●		600	10	
11	Secar	●						300		Desorden y acumulación de materiales
12	Transportar al molino					●		120	4	
13	Moler	●						120		Desorden y acumulación de materiales
14	Transportar a tolva de ensaque					●		180	18	Movimientos innecesarios en planta
15	Añadir aditivo en tolva	●						30		Desorden y acumulación de materiales
16	Ensacar	●						120		Desorden y acumulación de materiales
17	Transportar a la bodega de reposo					●		120	15	
18	Transportar al área de almacenamiento					●		300	70	Movimientos innecesarios en planta
19	Almacenar producto					●		0		
	TOTAL	8	1	0	0	9	1	4150	252	

Nota. Elaborado por los autores.

Conforme a lo mostrado en el diagrama de flujo de proceso se representan todas las etapas como cocer materia prima, prensado, secado, molienda, adición de aditivos en la tolva, ensacado y transporte a bodega; durante la observación se identificó que el ingreso de la pesca, el pesaje y registro presentan una falta de sistema de control, mientras que en el ensacado se evidencia desorden y acumulación de materiales que generan movimientos innecesarios y pérdidas de tiempo. Además, el transporte hacia la tolva de ensaque y al área de almacenamiento implica desplazamientos internos que aumentan los tiempos de producción y reducen la eficiencia general del proceso; estas observaciones destacan la necesidad de optimizar los flujos de materiales y mejorar la organización del espacio de trabajo para reducir desperdicios.

Como secuencia para una correcta relación con el Value Stream Mapping (VSM) fue establecido el diagrama de flujo del proceso. Por esta razón, se presenta una coherencia del flujo de la producción, permitiendo obtener tiempos de ciclo, traslados y puntos críticos en el proceso productivo.

En base a los registros y observaciones directas, se muestran una perspectiva concreta de cada etapa del proceso, por ello, el valor final del producto se permitió categorizar según su contribución, contemplando actividades de valor agregado (VA), actividades que no agregan valor (NVA).

La finalidad de implementar VSM es destacar los puntos de desperdicio por medio de una visualización de manera íntegra el flujo de materiales y tiempos, estableciendo acciones correctivas para reducir o eliminar actividades que provocan pérdidas de tiempo y optimizar los recursos.

Tabla 19. Clasificación de actividades para VSM.



REGISTRO DE ACTIVIDADES PARA VSM

ACTIVIDAD	Descripción de la actividad	Clasificación de la actividad		TIEMPOS
		VA	NVA	
	Ingresar la pesca	1		300
Recepción de materia prima	Transportar a la báscula		1	60
	Pesar materia prima		1	900
	Transportar a la poza		1	120
Descarga de materia prima	Descargar la materia prima	1		40
	Transportar al cocinador		1	120
Cocción y tratamiento térmico	Cocer materia prima	1		300
	Transportar a la prensadora		1	120
Separación sólido/liquido (prensado)	Prensar	1		300
	Transportar al secador		1	600
Secado final del producto	Secar	1		300
	Transportar al molino		1	120
Molienda y ajuste granulometría	Moler	1		120
	Transportar a tolva de ensaque		1	180
Dosificación y mezcla de aditivo	Añadir aditivo en tolva	1		30
Llenado y sellado de sacos (ensacado)	Ensacar	1		120
	Transportar a la bodega		1	120
Reposo y almacenamiento en bodega	Transportar al área de almacenamiento		1	300
	Almacenar producto	1		0
TOTAL	ACTIVIDADES	9	10	4150
	TIEMPO	1510	2640	4150
	%	36,39%	63,61%	100,00%

Nota. Elaborado por los autores.

En la tabla 19, correspondiente a la clasificación de actividades dentro del Value Stream Mapping (VSM), se identifican y registran los tiempos de cada etapa del proceso de producción, tanto VA como NVA, detallando el flujo de materiales.

Para determinar la eficiencia del ciclo del proceso (PCE), se realiza el cálculo considerando los tiempos totales de valor agregado y del ciclo completo, de la siguiente manera:

$$PCE = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Tiempo de ciclo}} \times 100$$

$$PCE = \frac{1510}{4150} \times 100$$

$$PCE = 36,39\%$$

Después de clasificar las actividades, se puede elaborar el Value Stream Mapping (VSM). Asimismo, resulta necesario calcular el takt time, para esto se utilizó como base el tiempo disponible para procesar la harina de pescado de a 23220 s, correspondiente a 6,45 h dado a los recesos, tiempos muertos y preparación de maquinaria, teniendo una demanda establecida por el jefe de producción de 6 lotes. Aplicando la fórmula se calculó que cada tonelada debe producirse aproximadamente cada 3875 segundos (1,08 h) para cumplir con la demanda diaria, lo que permite ajustar el ritmo de trabajo de la línea.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ producción}{Demanda\ del\ cliente}$$

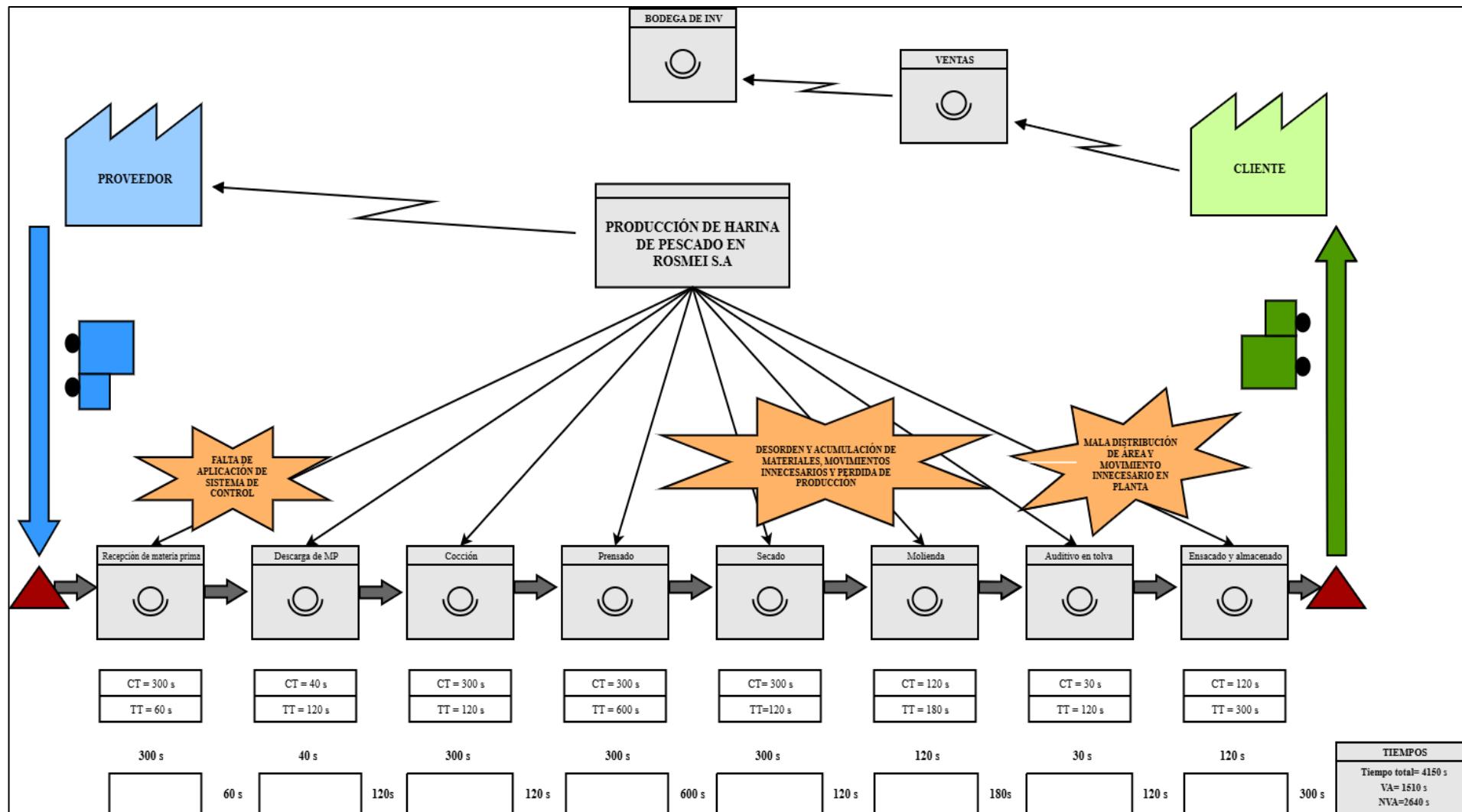
$$Takt\ time = \frac{23220\ s}{6\ Lotes}$$

$$Takt\ time = 3870 \rightarrow s/Lote$$

Este resultado indica que no se está cumpliendo el producir la demanda establecida dado que para producir un lote se requiere 4150 segundos según el diagrama de flujo de procesos

El VSM fue elaborado a partir de los cálculos realizados en cada etapa del proceso, representando de manera clara y estructurada el flujo completo de producción. En la Figura 24 se muestra cómo se integran las distintas operaciones, desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento final en bodega.

Figura 24. VSM actual de la empresa.



Nota. Elaborado por los autores.

2.8.2. Datos estadísticos de los costos y producción anual

Para comprender la dimensión económica y productiva de la empresa de harina de pescado, se analiza la producción anual y los costos asociados a las operaciones. Este apartado permite cuantificar la magnitud de los procesos y establecer un marco de referencia para identificar áreas de mejora en la cadena de suministro mediante Lean Six Sigma.

En la tabla 20, se presentan los costos totales, operativos y de producción mensuales correspondientes al año 2024. Se detallan los fijos (CF), variables (CV), mano de obra, materia prima y por saco. Permitiendo identificar los meses con mayor incidencia y evaluar su comportamiento frente a la producción obtenida, para estrategias de optimización.

Tabla 20. Costo por proceso de la empresa.

COSTO POR PROCESO ROSMEI S.A										
MES	COSTOS TOTALES	COSTO DE OPERACIÓN	COSTOS DE PRODUCCIÓN	CF	CV	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	CT/SACOS	CP/SACO	Producción HP (Sacos al mes)
Enero	\$ 911.426,25	\$ 152.628,61	\$ 758.797,64	\$ 14.173,06	\$ 744.624,58	\$ 26.486,51	\$ 718.138,07	\$ 67,49	\$ 56,19	13505
Febrero	\$ 820.819,93	\$ 152.389,44	\$ 668.430,49	\$ 14.173,06	\$ 654.257,43	\$ 26.486,51	\$ 627.770,92	\$ 60,91	\$ 49,60	13476
Marzo	\$ 54.832,63	\$ 40.659,57	\$ 14.173,06	\$ 14.173,06	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	0
Abril	\$ 721.871,18	\$ 140.311,61	\$ 581.559,57	\$ 14.173,06	\$ 567.386,51	\$ 26.486,51	\$ 540.900,00	\$ 60,06	\$ 48,39	12019
Mayo	\$ 866.381,59	\$ 160.242,02	\$ 706.139,57	\$ 14.173,06	\$ 691.966,51	\$ 26.486,51	\$ 665.480,00	\$ 60,07	\$ 48,96	14423
Junio	\$ 898.092,87	\$ 156.614,69	\$ 741.478,18	\$ 14.173,06	\$ 727.305,12	\$ 26.486,51	\$ 700.818,61	\$ 64,21	\$ 53,02	13986
Julio	\$ 812.921,43	\$ 152.269,86	\$ 660.651,57	\$ 14.173,06	\$ 646.478,51	\$ 26.486,51	\$ 619.992,00	\$ 60,39	\$ 49,08	13462
Agosto	\$ 806.257,37	\$ 152.509,02	\$ 653.748,35	\$ 14.173,06	\$ 639.575,29	\$ 26.486,51	\$ 613.088,78	\$ 59,77	\$ 48,46	13490
Septiembre	\$ 54.832,63	\$ 40.659,57	\$ 14.173,06	\$ 14.173,06	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	0
Octubre	\$ 959.232,13	\$ 164.347,69	\$ 794.884,44	\$ 14.173,06	\$ 780.711,38	\$ 26.486,51	\$ 754.224,87	\$ 64,00	\$ 53,03	14989
Noviembre	\$ 851.668,52	\$ 156.495,11	\$ 695.173,41	\$ 14.173,06	\$ 681.000,35	\$ 26.486,51	\$ 654.513,84	\$ 60,96	\$ 49,76	13971
Diciembre	\$ 694.121,10	\$ 136.325,53	\$ 557.795,57	\$ 14.173,06	\$ 543.622,51	\$ 26.486,51	\$ 517.136,00	\$ 59,94	\$ 48,17	11580
TOTAL	\$ 8.452.457,63	\$ 1.605.452,72	\$ 6.847.004,91	\$ 170.076,72	\$ 6.676.928,19	\$ 264.865,10	\$ 6.412.063,09	\$ 617,79	\$ 504,65	134901
PROMEDIO	\$ 845.245,76	\$ 133.787,73	\$ 684.700,49	\$ 14.173,06	\$ 667.692,82	\$ 26.486,51	\$ 641.206,31	\$ 61,78	\$ 50,46	13490,1

Nota. Rosmei S.A.

En el proceso productivo se identifican como costos variables únicamente aquellos que se modifican de forma proporcional al volumen producido. En este sentido, la materia prima constituye el principal costo variable, ya que su consumo depende directamente de la cantidad de sacos procesados posibilitando mejorar en la gestión de aprovisionamiento, mantenimiento de equipos y eficiencia del personal alineadas con los principios Lean Six Sigma para la reducción de desperdicios y variabilidad.

De manera complementaria, se muestra la Tabla 21 la capacidad anual generada con base en las toneladas de materia prima procesada a harina de pescado producida, además, los sacos de 50 kg obtenidos, donde también se incluyen las pérdidas y el rendimiento global del proceso.

Tabla 21. Capacidad de producción de la empresa.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE ROSMEI S.A							
Categorías	Materia Prima (Tn)	Materia Prima (kg)	Tiempo de producción (seg)	Producción HP (Tn)	Producción HP (kg)	Peso (saco)	Unidades/sacos
Ciclo	20	20000	4150	5	5000	50	100
Día (8h)	138,80	138795,18	28800	34,70	34698,80	50	694
Semana (5 días)	693,98	693975,90	144000	173,49	173493,98	50	3470
Mes (22días)	3053,49	3053493,98	633600	763,37	763373,49	50	15267

Nota. Rosmei S.A

Por consiguiente, se utilizaron fórmulas para determinar la producción harina de pescado, de acuerdo con la materia prima ingresada y producto final obtenido, teniendo en consideración el rendimiento y las pérdidas resultantes.

Producción de harina de pescado de salida (tn)

$$\text{Sacos al mes} \times 0,05\text{Tn/saco}$$

$$(\text{Donde } 1 \text{ saco} = 50\text{kg} = 0,05\text{Tn})$$

Rendimiento (%)

$$\frac{\text{Producción HP de salida (Tn)}}{\text{Materia prima de entrada (Tn)}} \times 100$$

Perdida de materia prima (tn)

$$\text{Materia prima de entrada (Tn)} - \text{Producción HP de salida (Tn)}$$

La tabla 21, muestra la producción anual del año 2024 generada con base en las toneladas de materia prima procesada, los sacos de 50 kg obtenidos y las toneladas de harina producidas, a su vez se presenta el rendimiento y las pérdidas de materia prima en toneladas.

Tabla 22. Producción anual.

TABLA DE PRODUCCIÓN ANUAL (ROSMEI S.A)					
MES	Materia prima de entrada (Tn)	Producción HP (Sacos al mes)	Producción HP de salida (tn)	Rendimiento %	Perdida de MP (Tn)
Enero	2809,00	13505,00	675,25	24,04%	2133,75
Febrero	2803,00	13476,00	673,80	24,04%	2129,20
Abril	2500,00	12019,00	600,95	24,04%	1899,05
Mayo	3000,00	14423,00	721,15	24,04%	2278,85
Junio	2909,00	13986,00	699,30	24,04%	2209,70
Julio	2800,00	13462,00	673,10	24,04%	2126,90
Agosto	2806,00	13490,00	674,50	24,04%	2131,50
Octubre	3103,00	14989,00	749,45	24,15%	2353,55
Noviembre	2906,00	13971,00	698,55	24,04%	2207,45
Diciembre	2400,00	11580,00	579,00	24,13%	1821,00
TOTAL	28036	134901	6745,05	24,06%	21290,95

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados obtenidos indican que durante el año 2024 se procesaron 28.036 toneladas de materia prima, generando 6.744,6 toneladas de harina de pescado, equivalentes a 134.892 sacos de 50 kg. Esto representa un rendimiento promedio del 24,06 % y una pérdida de materia prima de 21.291,40 toneladas. Los meses de marzo y septiembre fueron excluidos debido al período de veda, en el cual la planta no operó.

Costo variable unitario

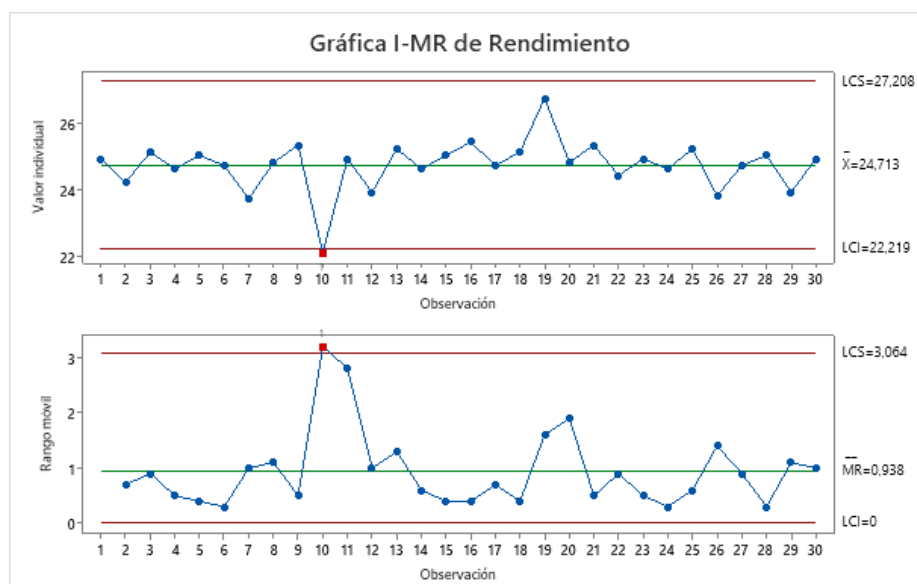
$$CV/saco = \frac{\text{Costo Variable Total Anual}}{\text{Producción total de sacos anual}}$$

$$\frac{CV}{saco} = \frac{\$6,676,9282}{134,892} = \$49,49$$

Finalmente, se calculó el costo variable unitario por saco producido, el cual asciende a \$49,49. Por ende, este indicador es fundamental para medir la eficiencia económica del proceso y sirviendo como línea base para las mejoras propuestas mediante la implementación de herramientas Lean Six Sigma orientadas a la reducción de costos.

Con el fin de evaluar la estabilidad del rendimiento de la producción de harina de pescado, se aplicó la carta de control I-MR, mediante la examinación del procesamiento de la materia prima durante en una semana se obtuvieron datos correspondientes a 30 lotes. La gráfica I (valores individuales) correspondiente al comportamiento lote a lote del rendimiento, mientras que la gráfica MR (rango móvil) evidencia la variabilidad entre observaciones. La combinación de ambas permite diagnosticar adecuadamente el estado actual del proceso y detectar posibles desviaciones significativas que afectan la eficiencia de producción.

Figura 25. Carta de control I-MR



Nota. Elaborado por los autores .

La figura 25 muestra los valores individuales donde se comprobó que el rendimiento, con media de 24,71, es estadísticamente estable, permaneciendo dentro de los límites de control (LCI=22,219; LCS=27,208), exceptuando el punto 10. De igual manera, el rango móvil se mantiene controlado (MR=0,938; LCS=3,064), afirmando una mínima variación entre lotes, donde el factor desviado significa un evento aislado. Por ello, la conversión de materia prima a harina es consistente, no obstante, la manifestación de un punto fuera de control refleja la necesidad de optimizar el manejo de la materia prima para evitar pérdidas de rendimiento.

2.8.3. Identificación y cuantificación de defectos

La metodología Six Sigma busca reducir la variabilidad, por ello, es indispensable identificar y cuantificar los defectos asociados al proceso determinando su nivel de capacidad. Por esta razón, se analizó el rendimiento de la producción de cada lote, analizando aquellas que no cumplan con el mínimo requerido, clasificándolas como defectos. Siendo la base para el cálculo de los indicadores estadísticos tales como el DPMO, Yield, valor Z y nivel sigma, permitiendo medir objetivamente la estabilidad operativa y orientar la toma de decisiones para la mejora continua.

Las fórmulas utilizadas para cada uno de los estadísticos son los siguientes:

- **DPMO (Defectos por millón de oportunidades)**

$$DPMO = \frac{Defectos}{Entradas \times Oportunidades} \times 1\,000\,000$$

- **Yield (porción libre de defectos)**

$$Yield = 1 - \frac{Defectos}{Entradas}$$

- **Z (distribución normal estándar)**

$$Z = \Phi^{-1}(Yield)$$

- **Nivel sigma**

$$\sigma = Z + 1,5$$

En la tabla 23 se registran los 30 lotes observados, donde se muestra la materia prima que se procesa y cuanta harina se obtiene, además de indicar el desperdicio y el rendimiento de estas, con base a un rendimiento esperado de 24 %, se procedió a categorizar cada lote que este por debajo de este porcentaje, siendo 6 defectos encontrados.

Tabla 23. Registro de defectos del rendimiento.

REGISTRO DE DEFECTOS DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (ROSMEI S.A)							
Nº	Lote	MP procesada (t)	Harina obtenida (t)	Desperdicio (t)	Rendimiento real (%)	Rendimiento objetivo (%)	¿Defecto? (0 = No, 1 = Sí)
1	L1	17,8	4,43	13,37	24,9	24	0
2	L2	17,2	4,16	13,04	24,2	24	0
3	L3	16,9	4,24	12,66	25,1	24	0
4	L4	17,6	4,33	13,27	24,6	24	0
5	L5	17,1	4,28	12,82	25	24	0
6	L6	16,3	4,03	12,27	24,7	24	0
7	L7	15,6	3,7	11,9	23,7	24	1
8	L8	15,4	3,82	11,58	24,8	24	0
9	L9	17,9	4,53	13,37	25,3	24	0
10	L10	15	3,31	11,69	22,1	24	1
11	L11	16,1	4,01	12,09	24,9	24	0
12	L12	15,7	3,75	11,95	23,9	24	1
13	L13	16,8	4,23	12,57	25,2	24	0
14	L14	17,2	4,23	12,97	24,6	24	0
15	L15	15,3	3,83	11,47	25	24	0
16	L16	17,5	4,45	13,05	25,4	24	0
17	L17	16,9	4,17	12,73	24,7	24	0
18	L18	16	4,02	11,98	25,1	24	0
19	L19	17,8	4,75	13,05	26,7	24	0
20	L20	15,8	3,92	11,88	24,8	24	0
21	L21	17	4,3	12,7	25,3	24	0
22	L22	15,4	3,76	11,64	24,4	24	1
23	L23	15,6	3,88	11,72	24,9	24	0
24	L24	16,3	4,01	12,29	24,6	24	0
25	L25	17,4	4,38	13,02	25,2	24	0
26	L26	16,2	3,86	12,34	23,8	24	1
27	L27	15,7	3,88	11,82	24,7	24	0
28	L28	15	3,75	11,25	25	24	0
29	L29	15,1	3,61	11,49	23,9	24	1
30	L30	17,6	4,38	13,22	24,9	24	0
Total							6

Nota. Elaborado por los autores.

Con relación a los defectos encontrados y la tabla de conversión de Six Sigma (ver Anexo 31), se presenta la Tabla 24, donde se obtiene un DPMO de 200.000, con ello se evalúa

la porción libre (Yield) indicando un 80 %, junto a una normal estándar “Z” de 0.84, debido a estos resultados se puede calificar un nivel sigma de 2.34.

Tabla 24. *Evaluación del nivel sigma.*

N°	Indicador	Entradas (lotes)	Defectos	Oportunidades por lote	DPMO	Yield	Z	Nivel Sigma
1	Variación del rendimiento de producción de harina	30	6	1	200000	80%	0,84	2,34

Nota. Elaborado por los autores.

Con respecto al nivel sigma obtenido se puede corroborar que el rendimiento no cumple de manera consistente el estándar de 24 %, lo cual indica una alta variabilidad, evidenciando que dentro de la escala de 0 a 6 sigma se está operando debajo del mínimo aceptable de que es 3, generando pérdidas significativas de materia prima y afectando la eficiencia global del sistema. Por consiguiente, el resultado respalda aplicar la metodología Lean Six Sigma para reducir la variabilidad, eliminar causas especiales de desviación y estabilizar el desempeño operativo.

Se identificaron las principales problemáticas que impactan en la eficiencia productiva, tales como la inconsistencia en los registros, ausencia de control de inventarios, inadecuada distribución de áreas y deficiente organización en las áreas de producción. Siendo analizadas con herramientas de Lean Six Sigma como los diagramas de Pareto, Ishikawa, flujos de procesos y recorridos, VSM, los cuales ayudaron a encontrar la causa-raíz que provocan la variabilidad, desperdicios y retrasos en la producción.

En este contexto, este diagnóstico se define como un base para diseñar los indicadores de desempeño para la gestión de la mejora continua, la cuales se desarrollan en el siguiente capítulo con la finalidad de optimizar los procesos y mejorar la eficiencia de la empresa.

2.8.4. Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Los KPIs constituyen métricas cuantitativas que permiten evaluar de forma objetiva el comportamiento real de los procesos dentro de la planta, facilitando la identificación de brechas operativas y el nivel de eficiencia alcanzado en la cadena de suministro. Estos indicadores permiten medir variables críticas relacionadas con inventarios, flujo interno de materiales, tiempos improductivos, organización de áreas y rendimiento operativo, elementos que influyen directamente en la continuidad del proceso productivo y en el aprovechamiento de la materia prima.

En este estudio, los KPIs seleccionados funcionan como una base diagnóstica para comprender con claridad los problemas que afectan el desempeño de la planta procesadora de harina de pescado, tanto en términos de control de insumos como de orden, logística interna y capacidad de respuesta operativa. La siguiente tabla 25 presenta los valores actuales de dichos indicadores, los cuales reflejan el comportamiento real del proceso con evidencia cuantificable, las causas fundamentales que justifican las mejoras que se plantearon más adelante.

Tabla 25. *Indicadores clave de desempeño (KPIs).*

KPI	Fórmula	Valor Actual	Descripción del Resultado
Exactitud del inventario	$(\text{Inventario físico} \div \text{Inventario registrado}) \times 100$	64%	Los registros no coinciden con el inventario real, afecta la trazabilidad y genera compras innecesarias
Pérdidas por deterioro de insumos	Insumos deteriorados/mes	420 kg/mes	Los insumos se dañan por mala rotación, humedad y saturación de bodegas.
Lead Time (Abastecimiento)	Fecha de recepción – Fecha de solicitud	7 días	Abastecimiento tardío, paralizando la producción por falta de insumos.
Rotación de inventarios	$\text{Costo de ventas} \div \text{Inventario promedio}$	3,9 veces/año	Inventario estático con poca rotación, corroborando inadecuada gestión de bodegas.
Tiempo improductivo por búsqueda	$\text{Tiempo total perdido} \div \text{N}^\circ \text{ operarios}$	51 min/día	Pérdida de tiempo en búsqueda de materiales por deficiente organización.
Distancia recorrida por trabajador	$\Sigma \text{Distancias recorridas por día}$	2.016 m/día	Largos recorridos por inadecuada distribución de la báscula y bodegas.
Uso efectivo del espacio	$(\text{Área útil} \div \text{Área total}) \times 100$	61%	Espacios mal utilizados y con zonas congestionadas.

Nota. Elaborado por los autores.

Los KPIs del estado actual evidencian deficiencias significativas en la gestión operativa, el control de inventarios y la organización interna de la planta procesadora de harina de pescado. La baja exactitud del inventario (64 %) y las pérdidas por deterioro de insumos (420 kg/mes) reflejan fallas en la trazabilidad y saturación en bodegas, mientras que un lead time de 7 días y una rotación de inventarios de apenas 3.9 veces al año confirman un sistema de abastecimiento lento y poco eficiente. Los valores obtenidos muestran un entorno desordenado, lo que genera tiempos improductivos de búsqueda que alcanzan los 51 minutos diarios por operario. Por otro lado, los indicadores asociados al layout revelan una distancia recorrida de 2.016 metros diarios y un uso del espacio de solo 61 %, confirmando que la distribución actual no facilita el flujo del proceso y provoca recorridos innecesarios, congestión y retrasos. En conjunto, estos KPIs muestran un proceso poco eficiente, con elevados desperdicios, tiempos muertos y desorden operativo.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

El presente capítulo tiene como finalidad desarrollar las propuestas de mejora basadas en la metodología Lean Six Sigma, orientadas a optimizar la cadena de suministro de la empresa dedicada a la elaboración de harina de pescado. A partir del diagnóstico presentado en el capítulo anterior, por medio de las observaciones de visita a la planta y de las encuestas al personal, se identificaron problemas frecuentes como la falta de control de inventarios, el mantenimiento ineficiente de equipos, la mala distribución de áreas y el uso ineficiente de recursos, los cuales generan demoras, desperdicios y costos adicionales en el proceso productivo. Bajo este enfoque, las propuestas se estructuran con el propósito de lograr procesos más eficientes, estandarizados y sostenibles en el tiempo.

3.2. Alternativas de soluciones

Con los resultados obtenidos, se diseñan las siguientes alternativas de solución, encaminadas a optimizar la cadena de suministro mediante la aplicación de herramientas Lean Six Sigma:

- **Alternativa 1:** incorporar un sistema de control de inventarios apoyado en herramientas de análisis de datos, mejorando la trazabilidad de los insumos.
- **Alternativa 2:** aplicar la herramienta 5S para mejorar la organización y limpieza de las áreas de trabajo, mejorando el flujo de materiales y minimizando los tiempos improductivos y las pérdidas de materia prima.
- **Alternativa 3:** rediseñar la distribución de planta por medio del enfoque lean layout, minimizando movimientos y optimizando un flujo de procesos continuo y lineal.
- **Alternativa 4:** idear un plan generalizado de mantenimiento preventivo, creado en indicadores de desempeño, que asegure la disponibilidad de los equipos y reduzca los retrasos en producción.

Por lo que cada una de estas alternativas será evaluada en función de su impacto, viabilidad técnica, costo de implementación y contribución al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

3.3. Evaluación de alternativas

Para optimizar la cadena de suministro en la empresa, se realizó una evaluación alternativa de las propuestas presentadas en el punto anterior. Donde se consideraron los criterios de evaluación, como impacto en la eficiencia, costo de implementación, tiempo de ejecución y viabilidad técnica.

Como señalan Ponce & Proaño, (2021), la evaluación comparativa de alternativas se fundamenta en la metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM), ampliamente aplicada en estudios de Lean Six Sigma para priorizar proyectos de mejora. En dichos estudios se utilizan similares criterios de impacto, costo, viabilidad y tiempo para puntuar y seleccionar la alternativa con mayor eficiencia esperada.

Las alternativas fueron evaluadas bajo una escala de 1 a 5, donde el puntaje de 1 representa una mayor dificultad y un aporte bajo, por otro lado, el puntaje 5 señala una menor dificultad y un aporte alto, como se muestra en la Tabla 26:

Tabla 26. *Evaluación comparativa de alternativas.*

Nº	Alternativa de solución	Impacto en la eficiencia	Costo de implementación	Tiempo de ejecución	Viabilidad técnica	Puntaje total
1	Sistema de control de inventarios	5	4	4	5	18
2	Aplicación de metodología 5S	4	5	5	5	19
3	Rediseño del layout de planta	5	2	3	5	15
4	Plan de mantenimiento preventivo	4	2	3	4	13

Nota. Elaborado por los autores.

Conforme con la evaluación realizada en la tabla 26, donde se analizan criterios de impacto en la eficiencia, costo de implementación, tiempo de ejecución y viabilidad técnica, donde la alternativa con mayor puntaje corresponde a la aplicación de la metodología 5S obteniendo 19 puntos, representando la propuesta principal a desarrollar bajo el enfoque Lean Six Sigma, permitiendo mejorar la organización en las áreas de trabajo, reducir desperdicios y asegurar que las condiciones sean adecuadas para su aplicación.

Se recomienda perfeccionar su ejecución con el sistema de control de inventarios (18 puntos) con la adquisición de un software para monitoreo de la cadena de suministro y la recreación de layout de planta (15 puntos) trazando adecuadamente las áreas para un flujo constante sin obstrucciones, los cuales fortalecerán la gestión operativa y la sostenibilidad del proceso.

Hay que tener en cuenta, que el plan de mantenimiento preventivo, aunque tiene un alto impacto potencial, demanda una mayor inversión y tiempo de implementación, por lo que puede proyectarse como una acción a mediano plazo, una vez afianzados los resultados de las primeras iniciativas “lean”.

3.4. Propuesta seleccionada

De acuerdo con los resultados de la evaluación comparativa, se seleccionaron las propuestas con puntajes de 15 o superior porque generan un mayor impacto positivo a la empresa mostrando beneficios que interesen a la alta gerencia, por ello, se presentan las propuestas de mejora:

- Optimizar la organización mediante la aplicación de la metodología 5S bajo el enfoque LSS.
- Implementar un software de sistema de control.
- Rediseño de la distribución de la planta y flujo de materiales.

3.5. Implementación de la propuesta

3.5.1. Aplicación de metodología 5S

Se procedió a desarrollar la metodología 5S, con la finalidad de brindar un entorno de trabajo adecuado, minimizando los elementos innecesarios encontrados en el área, mejorando la eficiencia y motivando a la participación del personal. De esta manera, mediante la metodología LSS y alineada a la herramienta DMAIC se representaron las fases de mejorar y controlar, garantizando que se mantengan eficazmente los cambios sean implementados.

Objetivo general de la propuesta

Perfeccionar la organización, la limpieza y la eficiencia en las áreas de producción, mantenimiento y almacenamiento de la empresa, mediante la aplicación de la metodología 5S bajo el enfoque Lean Six Sigma, eliminando materiales, equipos y documentos innecesarios en el área de trabajo, estandarizar el orden y la disposición de herramientas y suministros, promover la limpieza y el mantenimiento de equipos diarios, fortalecer la disciplina y el

compromiso del personal para una la mejora continua, minimizar tiempos improductivos reduciendo también los riesgos laborales.

Tabla 27. *Plan de implementación.*

Fase 5S	Actividad principal	Responsables	Recursos necesarios	Tiempo estimado
Seiri (Clasificar)	Identificar y eliminar materiales innecesarios en las áreas de trabajo.	Jefe de planta y operarios.	Etiquetas rojas, contenedores.	1 semana
Seiton (Ordenar)	Ubicar cada herramienta o material en un lugar designado y visible.	Supervisores y personal de almacén.	Señalética, estantes, tableros.	2 semanas
Seiso (Limpiar)	Realizar limpieza profunda de equipos y áreas críticas.	Equipo de mantenimiento.	Productos de limpieza, EPP.	1 semana
Seiketsu (Estandarizar)	Crear normas visuales y procedimientos para mantener el orden.	Departamento de calidad.	Manuales, carteles, auditorías internas.	2 semanas
Shitsuke (Disciplinar)	Implementar capacitaciones y controles periódicos para mantener las 5S.	Recursos humanos y supervisores.	Manual de buenas prácticas, hojas de verificación.	Permanente

Nota. Elaborado por los autores.

Beneficios de las 5S esperados

Esta propuesta busca minimizar los movimientos innecesarios y tiempos improductivos, mejorando eficientemente la línea de producción. Además, el compromiso del personal busca una optimización del clima laboral, disminuyendo condiciones inseguras evitando accidentes, obteniendo una mayor habilidad de reacción en la cadena de suministro.

- Evaluación del nivel de cumplimiento inicial de las 5S

Rosmei S.A., se llevó a cabo una evaluación inicial basada en la metodología 5S (ver Anexo 22). Cuyo propósito fue diagnosticar el nivel actual de orden, limpieza y disciplina en el área de producción. Lo que permitió identificar el estado real y actual de aplicación en sus cinco fases.

De acuerdo con lo planteado, como se muestra en el anexo 25, se aplicó una lista de verificación estructurada (checklist) que evaluó diversos criterios en función de su cumplimiento, realizando un análisis exhaustivo de cada fase, lo cual facilitó identificar el estado actual del área de producción y almacén de Rosmei S.A., tal como se presenta en la Tabla 26, el diagnóstico inicial mostro los puntajes obtenidos en la metodología 5S sobre una máxima valoración de 5 que representa el 100 %, con el propósito de fortalecer la organización. Esta guía busca dar un marco práctico y ordenado que ayude con adecuadas condiciones en el entorno laboral y así aumentar la eficiencia en las actividades diarias.

Tabla 28. Resumen de evaluación inicial de las 5S.

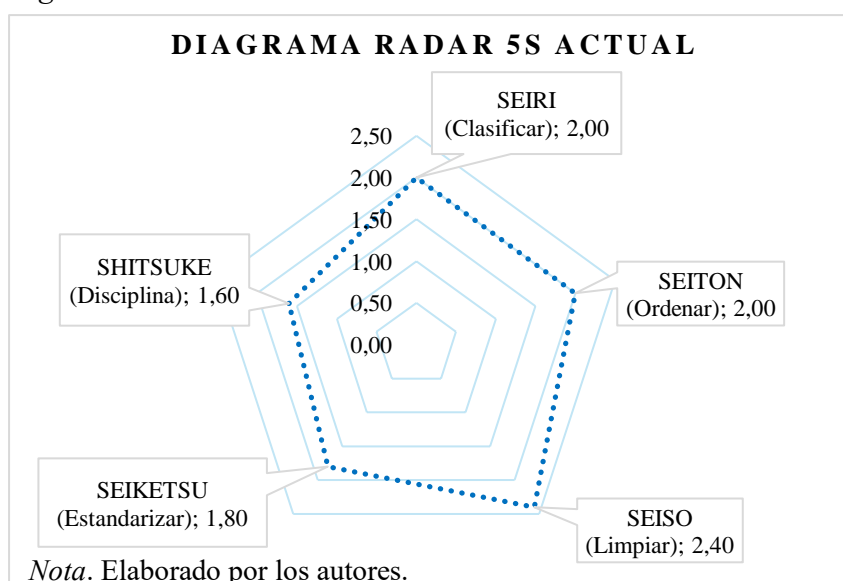
	INICIAL	Puntaje	%
1	SEIRI (Clasificar)	2,00	40,00%
2	SEITON (Ordenar)	2,00	40,00%
3	SEISO (Limpiar)	2,40	48,00%
4	SEIKETSU (Estandarizar)	1,80	36,00%
5	SHITSUKE (Disciplina)	1,60	32,00%
Calificación promedio de auditoria		1,96	39,20%

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados presentados en la evaluación inicial en el área de producción y almacén observados en la Tabla 28, mostraron un promedio de 1.96, en valor porcentual un 39,20 %. Determinando cada fase, Seiri y Seiton se obtuvo un puntaje de 2.00 (40 %) evidenciando las deficiencias en la clasificación y organización de los elementos, provocando desorden y pérdida de tiempo en las operaciones.

Por otro lado, Seiso consiguió una calificación de 2.40 (48 %), a pesar de ser algo elevado en comparación a los demás, no puede ser catalogada como una buena limpieza, indicando un aseo ineficiente y sin una planificación formal. No obstante, Seiketsu con 1.80 (36 %) y Shitsuke con 1.60 (32 %) muestran los valores más bajos, demostrando la ausencia de procedimientos estandarizados, sin la adecuada supervisión y compromiso del personal, afectando la sostenibilidad del sistema 5S.

Figura 26. Diagrama radar 5S actual.



A partir de estos resultados, se elaboró un diagrama radar, como se presenta en la Figura 26, de una manera más ilustrativa se puede notar que la empresa presenta un mejor desempeño en Seiso (48 %), indicando un practica de limpieza intermedio, por otro lado, las demás fases


están igual o por debajo del 40 %, representando valores considerablemente bajo. Esta evaluación demuestra que las prácticas iniciales de organización se ejecutan, pero no se mantienen de manera sistemática, evidencia la falta de compromiso en la aplicación de las 5S, destacando la necesidad de fomentar una cultura de responsabilidad, capacitación constante y trabajo colaborativo, así como de desarrollar un plan de acción enfocado en la mejora continua de cada área, garantizando la sostenibilidad del sistema dentro de los procesos productivos.

Fase 1: Seiri - Clasificar

La aplicación de la primera fase de la metodología 5S, denominada Seiri (clasificar), tuvo como propósito eliminar del entorno laboral todos los materiales, herramientas, equipos y documentos que no aportaban valor al proceso productivo o que representaban riesgos para la eficiencia y el orden. Este procedimiento se desarrolló mediante una revisión sistemática de las áreas operativas de producción, mantenimiento, almacén y oficinas técnicas de la empresa procesadora de harina de pescado.

Durante la ejecución de esta fase se evidenció la presencia de objetos obsoletos, repuestos sin trazabilidad, envases en mal estado las cuales ocasionaban desorganización, pérdida de espacio útil, contaminación y demoras en las actividades operativas. Por ello, se implementó el sistema Red Tag (tarjeta roja) como herramienta de control visual, para identificar los elementos que deben ser evaluados, reubicados o eliminados.

Tabla 29. Tarjeta Roja.

		TARJETA ROJA	
FECHA:		TARJETA N°:	
ARTÍCULO:		RESPONSABLE:	
ÁREA / LÍNEA DONDE SE ENCUENTRA:			
CATEGORÍA			
Materia prima		Maquinaria	
Material		Producto terminado	
Herramienta		EPP	
Otro:			
RAZÓN DE LA TARJETA			
Innecesario		Obsoleto	
Defectuoso		Contaminado/Riesgo sanitario	
Otro:			
ACCIÓN SUGERIDA			
Eliminar		Reparar	
Reciclar		Donar/Reasignar	
Reubicar		Otro:	
OBSERVACIONES:			

Nota. Elaborado por los autores.

La plantilla de la tarjeta roja de la Tabla 27, se reafirmó como una herramienta sustancial de la fase de clasificación, ya que permite registrar y controlar elementos innecesarios, defectuosos u obsoletos identificados.

En Rosmei S.A., su utilidad fue un factor importante, debido a que ayudó mantener el orden y a prevenir riesgos de contaminación, ya que facilitó la oportuna identificación de materiales que debían ser revisados o eliminados. En cada tarjeta se documentó de forma exacta las características de causa de descarte y la acción recomendada, de manera responsable, asegurando la trazabilidad y la transparencia en el proceso.

Cabe mencionar que su diseño en color rojo provocó un impacto inmediato, lo que también promovió la participación del personal y la disciplina en el desempeño de la metodología. La tarjeta roja con el método Lean Six Sigma, consiguió transformar la clasificación en una práctica medible y sistemática, aportando datos concretos.

Con la aplicación del formato de tarjeta roja, en el cual ayudó a que se identificaran y etiquetaran los elementos inútiles dentro de las distintas áreas operativas, se procedió a consolidar la información obtenida en la tabla de registro de clasificación de materiales. Este registro permitió documentar de manera sistemática toda la información recolectada durante la inspección, como: el tipo de material, su estado físico, la frecuencia de uso, la criticidad y la acción correctiva correspondiente.

Es así como esta tabla se convirtió en el instrumento técnico que mostró el resultado cuantitativo y cualitativo del proceso de clasificación, brindando evidencia concreta del avance logrado en la depuración de materiales.

Tabla 30. Proceso de clasificación.

N°	ÁREA EVALUADA	ELEMENTO IDENTIFICADO	CANTIDAD	ESTADO FÍSICO	FRECUENCIA DE USO (ALTA/MEDIA/BAJA)	CONDICIÓN ACTUAL (OPERATIVO / DAÑADO / OBSOLETO)	CRITICIDAD DEL ELEMENTO (ALTA/MEDIA/BAJA)	CLASIFICACIÓN (FRECUENTE / OCASIONAL / INNECESARIO)	DECISIÓN TOMADA (MANTENER / REUBICAR / RETIRAR / REPARAR)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	OBSERVACIONES TÉCNICAS
1	Producción	Llave inglesa #10	2	Buena	Alta	Operativo	Alta	Frecuente	Mantener	Operario A	Herramienta esencial para ajuste de maquinaria en línea.
2	Almacén	Caja de filtros viejos	15 unidades	Deteriorado	Baja	Obsoleto	Baja	Innecesario	Retirar	Supervisor B	Material sin trazabilidad ni rotación; ocupa espacio.
3	Taller de mantenimiento	Motor eléctrico pequeño	1	Regular	Media	Dañado	Alta	Ocasional	Reparar	Técnico 2	Requiere mantenimiento preventivo para ser reutilizado.
4	Oficina técnica	Manual de operación 2015	1	Dañado / Desactualizado	Baja	Obsoleto	Media	Innecesario	Retirar	Jefe de calidad	Documento fuera de vigencia, sustituido por versión digital 2023.
5	Zona de empaque	Tambores metálicos dañados	8	Dañado / Oxidado	Baja	Dañado	Media	Innecesario	Eliminar	Almacenista	Riesgo de contaminación cruzada por corrosión.
6	Almacén de insumos	Sacos de harina caducada	20	Deteriorado	N/A	Obsoleto	Alta	Innecesario	Eliminar	Supervisor logístico	Producto vencido; almacenado más de seis meses.
7	Taller de mantenimiento	Juego de destornilladores mixtos	1 set	Buena	Alta	Operativo	Alta	Frecuente	Mantener	Técnico 1	Herramienta funcional; se conservará bajo control visual.
8	Almacén	Cajas de empaques plásticos deformes	10	Dañado	Media	Dañado	Media	Innecesario	Eliminar	Supervisor B	No cumplen especificaciones sanitarias de empaque.
9	Producción	Manguera de transferencia vieja	3	Regular	Media	Dañado	Media	Ocasional	Reubicar	Jefe de mantenimiento	Puede usarse en operaciones secundarias no críticas.
10	Oficina técnica	Computadora antigua sin uso	1	Regular / Obsoleta	Baja	Obsoleto	Media	Innecesario	Donar	Jefe administrativo	Equipo fuera de servicio; se propone reciclaje.

Nota. Elaborado por los autores.

La información obtenida en campo se pudo consolidar en la tabla 31, transformando observaciones aisladas en datos verificables y cuantificables, utilizado como base para la toma de decisiones correctivas, al identificar con precisión los materiales que debían eliminarse, repararse o reubicarse, generando mejoras tangibles en el orden, la limpieza y la eficiencia de la planta. Además, su análisis permitió establecer porcentajes sobre la eliminación de desperdicios, la optimización del espacio físico y la reducción de tiempos improductivos, cumpliendo así con el propósito fundamental de la fase Seiri dentro de la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 31. Resultados porcentuales derivados de la tabla 24.

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	CANTIDAD DE ELEMENTOS	PORCENTAJE (%)	INTERPRETACIÓN
Frecuentes (elementos necesarios y en uso)	2	20%	Representan los materiales indispensables para la operación diaria (herramientas básicas y equipos activos).
Ocasionales (uso moderado o eventual)	2	20%	Son objetos que pueden ser reutilizados o mantenidos como respaldo, pero requieren control y mantenimiento preventivo.
Innecesarios (obsoletos, dañados o caducados)	6	60%	Constituyen la mayoría de los elementos detectados, evidenciando un exceso de materiales sin valor operativo.
TOTAL, INSPECCIONADO	10	100%	

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 32. Distribución según condición operativa.

CONDICIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)	OBSERVACIÓN
Operativo	3	30%	Material en buen estado, conservado para uso continuo.
Dañado	3	30%	Elementos reparables, pero fuera de condiciones óptimas.
Obsoleto	4	40%	Sin posibilidad de reutilización, deben eliminarse.

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 33. Decisiones tomadas.

DECISIÓN	CANTIDAD DE CASOS	PORCENTAJE (%)	INTERPRETACIÓN TÉCNICA
Mantener	2	20%	Elementos en uso frecuente, indispensables para el proceso.
Reubicar	1	10%	Material que puede aprovecharse en otras áreas no críticas.
Reparar	1	10%	Equipos con potencial de recuperación mediante mantenimiento.
Retirar / Eliminar	6	60%	Objetos sin valor funcional o que representan riesgo sanitario.

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis de los resultados porcentuales obtenidos en la tabla demuestra que la ejecución de la fase Seiri (clasificar) tuvo un gran impacto significativo en la organización y eficiencia de la planta de harina de pescado. Reflejan que el 60 % de los elementos examinados fueron innecesarios, lo que demuestra una gestión ineficiente del inventario y una acumulación de materiales que no aportaban al proceso productivo. También, que un 20 % de los artículos fueron clasificados como de uso ocasional, requiriendo acciones de mantenimiento o reubicación para optimizar su disponibilidad y que solo un 20 % son de uso frecuente, considerados esenciales para las operaciones diarias. Lo que demuestra que gran parte del espacio físico estaba ocupado por materiales improductivos, limitando la fluidez del trabajo y la seguridad operativa.

En términos de desempeño, con la eliminación del 60 % de materiales innecesarios se pudo liberar aproximadamente un 20 % del espacio útil, también se logró reducir los tiempos de búsqueda de herramientas y mejorar la limpieza general de las áreas. Este resultado evidencia una mejora en el orden físico y muestra la mejora continua en base a los principios fundamentales de la metodología Lean Six Sigma.

Fase 2: Seiton - Ordenar

Tras finalizar la depuración de materiales se procedió con la aplicación de la segunda etapa de la metodología 5S, denominada Seiton (ordenar), dirigida a establecer un sistema de ubicación eficiente, visual y estandarizado que asegure la accesibilidad inmediata de herramientas, equipos, documentos y materiales de trabajo. Aquí se buscó que cada elemento tuviera un lugar definido y que cada trabajador supiera exactamente dónde encontrarlo y devolverlo, contribuyendo así a la eficiencia operativa y al control de la cadena de suministro. Con la finalidad de minimizar los tiempos de espera y desperdicios por desplazamientos innecesarios, se analiza el flujo, ergonomía y estandarización visual por medio de metodologías que redefinen la distribución interna de las distintas áreas.

La tabla 34 presentada a continuación, constituye el instrumento técnico mediante el cual se documentó el proceso de ordenamiento de materiales, herramientas y equipos dentro de la planta. Su elaboración se realizó a partir de la información obtenida en la fase anterior, registrando de manera sistemática la nueva ubicación de cada elemento, el criterio de orden aplicado, la señalización implementada y el responsable de su mantenimiento.

Tabla 34. Información obtenida.

Nº	ÁREA EVALUADA	ELEMENTO / EQUIPO	UBICACIÓN ANTERIOR	NUEVA UBICACIÓN	CRITERIO DE ORDEN APLICADO	TIPO DE SEÑALIZACIÓN	RESPONSABLE DE LA UBICACIÓN	BENEFICIO LOGRADO
1	Producción	Llaves de ajuste	Caja sin identificación	Panel mural con contorno 2D	Frecuencia de uso	Color azul + sombra de forma	Operario líder	Reducción del 40% en tiempo de búsqueda.
2	Almacén	Filtros de aire nuevos	En sacos sueltos	Estantería metálica con rotulación	Tipo de insumo / lote	Código QR + etiqueta amarilla	Supervisor logístico	Mejora la trazabilidad y control FIFO.
3	Mantenimiento	Herramientas eléctricas portátiles	Mezcladas con repuestos	Gabinete cerrado y numerado	Seguridad y frecuencia de uso	Pictogramas + color verde	Técnico principal	Previene extravíos y mejora seguridad.
4	Oficina técnica	Manuales actualizados	Archivados sin codificación	Carpeta rotulada por área y año	Tipo de documento	Etiqueta blanca con año visible	Jefe de calidad	Facilita control de versiones y auditorías.
5	Zona de empaque	Contenedores de producto final	Acumulados en pasillo	Zona delimitada con cinta amarilla	Flujo de proceso	Señalización de piso + pictograma	Almacenista	Mejora flujo operativo y seguridad.
6	Laboratorio	Equipos de medición	Mesa común sin delimitación	Estación de calibración numerada	Criticidad y precisión	Color rojo + código visible	Analista de control	Mejora precisión y rapidez en análisis.
7	Almacén	EPP y uniformes	En cajas sin orden	Estante vertical rotulado	Tipo de elemento / turno	Color naranja + pictograma	Supervisor SST	Facilita acceso y control de stock diario.
8	Mantenimiento	Motores eléctricos de reserva	Piso del taller	Estante de carga pesada	Seguridad y espacio	Cinta roja + número secuencial	Jefe de mantenimiento	Libera área de tránsito y previene accidentes.
9	Producción	Mangueras y válvulas	Dispersas en área de proceso	Panel colgante por tipo	Frecuencia de uso	Código por color + etiqueta plástica	Supervisor de turno	Evita pérdidas y contaminación cruzada.
10	Oficina administrativa	Equipos informáticos	Escritorios sin asignación	Espacio numerado por usuario	Identificación de activos	Código interno + color gris	Coordinador TIC	Mejora control de inventario y mantenimiento.

Nota. Elaborado por los autores.

La elaboración de este registro contribuyó a detectar que la mayoría de los elementos carecían de ubicación definida o se encontraban dispersos en áreas no operativas, lo cual generaba tiempos muertos y desplazamientos innecesarios. A través de la implementación de paneles murales, estanterías rotuladas, delimitaciones por colores y etiquetas codificadas, consiguiendo una mejora sustancial en la accesibilidad y seguridad de las áreas. Logrando consolidar un sistema de orden visual y lógico que facilita el acceso rápido a los recursos, mejora la comunicación entre los trabajadores y reduce los tiempos improductivos.

La reorganización muestra una reducción del 40 % el tiempo de búsqueda de herramientas, también mejoró la fluidez del flujo de materiales a un 30 % y optimizó el espacio disponible a un 25 %. Y además, la inclusión del sistema de codificación visual ayudo a equilibrar la comunicación dentro de la planta y fortalecer la disciplina organizativa.

Fase 3: Seiso - Limpiar

Una vez establecido el orden mediante la fase Seiton, se ejecutó la tercera etapa, Seiso (limpiar), cuyo propósito fue eliminar la suciedad, mantener el entorno en condiciones óptimas y detectar las fuentes que originan contaminación o deterioro en los equipos e instalaciones, aspecto fundamental debido a las características del material procesado, el cual genera residuos orgánicos, grasa y polvo que afectan la eficiencia del proceso, la seguridad industrial y la calidad del producto final.

De acuerdo con la información obtenida en el checklist inicial, donde se evidenció deficiencias respecto a la acumulación de residuos en zonas de tránsito, derrames frecuentes de materia prima y escasa responsabilidad del personal en las tareas de aseo. Por ello, se diseñó un plan de limpieza estandarizado enfocado en la eliminación de causas y no solo de efectos, tal como se muestra en la tabla 35 donde se permitió planificar y documentar las tareas de conservación dentro de la planta.

Tabla 35. Planificación de tareas en planta.

ÁREA	ELEMENTO / EQUIPO	TIPO DE SUCIEDAD DETECTADA	FRECUENCIA DE LIMPIEZA	RESPONSABLE	MÉTODO / HERRAMIENTA DE LIMPIEZA	MEDIDA PREVENTIVA APLICADA	OBSERVACIONES
Producción	Tolvas de harina	Restos orgánicos y polvo fino	Diaria	Operario de turno	Aire a presión y cepillado metálico	Revisión de sellos y tapas herméticas	Evita acumulación de residuos y contaminación cruzada.
Molienda	Cintas transportadoras	Grasa y residuos sólidos	Diaria	Encargado de línea	Desengrasante industrial y paño absorbente	Instalación de bandejas recolectoras	Mejora la seguridad y reduce el riesgo de caídas.
Almacén	Sacos de harina almacenada	Polvo superficial	Semanal	Supervisor logístico	Aspirado manual y trapo húmedo	Limpieza de pisos y rotulación visible	Mejora el control visual y orden.
Taller de mantenimiento	Motores eléctricos	Acumulación de grasa y polvo	Quincenal	Técnico mecánico	Aire comprimido y trapo seco	Programa de mantenimiento preventivo	Reduce fallas por sobrecalentamiento.
Laboratorio	Superficies de análisis	Polvo y restos de reactivos	Diaria	Analista de control	Paño húmedo y solución desinfectante	Control de limpieza de equipos sensibles	Evita contaminación de muestras.
Zona de empaque	Selladora y básculas	Restos de harina y plástico	Diaria	Operario de empaque	Brocha y paño húmedo	Rutina de limpieza por turno	Garantiza precisión en el pesaje y calidad final.
Oficinas técnicas	Computadoras y escritorios	Polvo acumulado	Semanal	Personal administrativo	Limpieza con aire y trapo de microfibra	Control del entorno digital y físico	Mejora la imagen organizacional.

Nota. Elaborado por los autores.

A partir de lo expuesto, con la ayuda de los trabajadores y supervisores, quienes explicaron los métodos, la frecuencia y los responsables de cada tarea, utilizando el enfoque preventivo del Lean Six Sigma. Por lo que la tabla sirve para estandarizar las rutinas de limpieza, prevenir fallas por falta de mantenimiento y asegurar la continuidad operativa de los equipos. Y al mismo tiempo se convirtió en una herramienta de control y seguimiento que garantiza la sostenibilidad del orden logrado en las fases anteriores.

A pesar de deshacerse de la suciedad, también se encamino a prevenir la causa-raíz, alcanzando un orden sostenible. Las áreas de producción y molienda mostraron mejoras visibles, pudieron eliminar residuos de grasa y harina que afectaban el flujo del proceso. Igualmente, la contribución del personal mediante los controles diarios aumento la conciencia y la disciplina laboral, fomentando la corresponsabilidad en la limpieza del entorno.

Por ello, la limpieza organizada bajo el criterio LSS, consiguió minimizar el tiempo desperdiciado por paradas imprevistas, optimizar los equipos y aumentar la calidad, eficientes para la identificación de fallas tempranas que provocaban retrasos o contaminación del producto, evitando problemas en la cadena de suministro.

Fase 4: Seiketsu - Estandarizar

Con la implementación de las tres primeras fases del programa 5S, se da paso a la cuarta etapa Seiketsu (estandarizar), cuyo propósito fue consolidar y mantener los logros alcanzados en las etapas anteriores, estableciendo procedimientos, normas visuales y mecanismos de control que garanticen la sostenibilidad del orden, la limpieza y la eficiencia operativa, además de protocolos estandarizados de trabajo, guías de aseo y señalización, con el fin de asegurar que las actividades realizadas bajo Seiri, Seiton y Seiso se mantengan de manera constante en el tiempo.

El seguimiento del procedimiento a lo largo de la cadena de suministro, podríamos decir que fue esencial para garantizar el recorrido de los materiales, de igual manera la sincronización de las operaciones y la uniformidad en los procesos de recepción, almacenamiento, producción y despacho. Es por eso por lo que Seiketsu permitió integrar las buenas prácticas adquiridas en las áreas operativas dentro de un sistema formal de gestión visual y control de calidad.

Como se muestra en la Tabla 36, muestra el resultado de la recopilación de datos obtenidos durante las fases anteriores y se fundamentó en los principios de consistencia, control visual y disciplina operativa del sistema 5S, formalizando los procedimientos estandarizados

aplicados en todas las áreas críticas de la empresa, abarcando desde la recepción de materia prima hasta la dirección general, asegurando que cada proceso cuente con una rutina establecida, un responsable asignado y un indicador de desempeño que permita su seguimiento continuo, convirtiendo las buenas prácticas en estándares institucionales sostenibles, asegurando la permanencia de las mejoras alcanzadas en la organización.

Tabla 36. Resultado de recopilación de las fases.

AREA	ESTANDARIZADA	FRECUENCIA	RESPONSABLE	FORMATO UTILIZADO	CONTROL	EN CASO DE DESVIACIÓN
Recepción de materia prima	Limpieza y desinfección de tolvas y ductos de descarga	Diaria	Supervisor de recepción	Check list de limpieza 5S	Cumplimiento $\geq 95\%$	Revisión inmediata y registro de desviación.
Producción	Limpieza y verificación de cintas transportadoras	Diaria	Operario líder	Formato de limpieza diaria	Condición libre de residuos	Capacitación inmediata al operario.
Planta de molienda	Control de sellos y mantenimiento de filtros	Semanal	Técnico mecánico	Hoja de control de mantenimiento	Funcionamiento óptimo de filtros	Sustitución inmediata de piezas dañadas.
Área de secado	Limpieza de ciclones y ductos de aire	Semanal	Supervisor de planta	Registro de limpieza interna	Acumulación mínima de residuos	Limpieza profunda no programada.
Almacén	Aplicación del sistema FIFO y rotulación de lotes	Semanal	Supervisor logístico	Registro de rotación FIFO	Exactitud de rotación $\geq 98\%$	Reetiquetado y auditoría interna.
Empaque	Verificación de peso y sellado de sacos	Diaria	Operario de empaque	Registro de control de peso	Desviación $\leq \pm 1\%$	Ajuste de calibración o reemplazo de báscula.
Mantenimiento	Inspección y lubricación de motores	Quincenal	Técnico mecánico	Plan de mantenimiento preventivo	Cumplimiento $\geq 90\%$	Programar mantenimiento extraordinario.
Laboratorio	Limpieza y calibración de instrumentos	Diaria	Analista de control	Registro de calibración	Exactitud dentro de rango	Recalibración inmediata.
Seguridad industrial	Revisión de extintores y señalización	Mensual	Supervisor SST	Check list de seguridad	Todos los equipos operativos	Sustitución o mantenimiento de equipos.
Oficina técnica	Actualización de manuales y registros	Mensual	Jefe de calidad	Formato de control documental	Cumplimiento 100 %	Revisión de versiones por comité.
Recursos humanos	Auditoría de cumplimiento 5S por área	Mensual	Comité 5S	Formato de evaluación interna	Promedio $\geq 90\%$	Plan de acción correctivo.
Dirección general	Revisión de reportes de desempeño Lean Six Sigma	Trimestral	Coordinador del sistema	Informe de indicadores 5S	Cumplimiento global $\geq 90\%$	Revisión de políticas operativas.

Nota. Elaborado por los autores.

Fase 5: Shitsuke - Disciplina

La última etapa denominada Shitsuke (disciplina), busca consolidar la cultura organizacional basada en el orden, la limpieza, la estandarización y la mejora continua alcanzadas en las fases anteriores, asegurando que los procedimientos implementados se mantuvieran de forma permanente y no dependieran del control de supervisores, sino del compromiso individual y colectivo de todos los colaboradores.

Por otro lado, la implementación de estrategias de formación continua, evaluaciones periódicas, programas de incentivos y la creación de un comité interno 5S–Lean Six Sigma, encargado de velar por la sostenibilidad del sistema, por medio de talleres, auditorías internas y campañas visuales, buscando fortalecer la autodisciplina, la responsabilidad y el sentido de pertenencia hacia los resultados logrados en la optimización de la cadena de suministro.

Tabla 37. Registro de evaluaciones.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	HERRAMIENTA O MEDIO UTILIZADO	RESULTADO ESPERADO
Capacitación continua en metodología 5S y Lean Six Sigma	Charlas y talleres prácticos para reforzar hábitos de orden y mejora	Trimestral	Jefe de talento humano / Comité 5S	Presentaciones, cartillas y dinámicas grupales	Mayor compromiso y reducción de desviaciones.
Auditorías internas por áreas	Evaluaciones programadas del cumplimiento de estándares 5S	Bimensual	Comité 5S / Mejora continua	Formato de auditoría 5S	Identificación oportuna de desviaciones y acciones correctivas.
Sistema de evaluación por puntaje	Calificación por área con base en cumplimiento, limpieza y orden	Mensual	Coordinador Lean Six Sigma	Ficha de evaluación 5S	Competencia sana entre áreas y mejora continua.
Programa de reconocimiento “Área modelo 5S”	Premiación al área con mayor puntuación en auditorías 5S	Trimestral	Gerencia general	Certificados y reconocimientos públicos	Motivación y reforzamiento positivo del personal.
Reuniones de retroalimentación	Análisis de resultados de auditorías y revisión de mejoras	Mensual	Comité 5S	Acta de reunión y plan de mejora	Actualización constante de procedimientos.
Comunicación visual 5S	Paneles, carteles y señalizaciones que promueven disciplina	Permanente	Encargado de planta	Murales informativos y tableros 5S	Refuerzo visual de la cultura organizacional.
Evaluación de desempeño individual	Inclusión del cumplimiento 5S en la evaluación laboral	Semestral	Jefes de área	Formato de evaluación de desempeño	Fomenta responsabilidad individual.

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis de Shitsuke mostrado en la tabla 37 evidenció que la transición del sistema 5S desde un enfoque operativo hacia una cultura organizacional consolidada, donde se convirtió en el pilar que mantiene óptimos los resultados obtenidos en las fases anteriores, garantizando la sostenibilidad de las mejoras dentro de la cadena de suministro y junto a la capacitación continua permitió reforzar los hábitos de limpieza, orden y cumplimiento, mientras que las auditorías periódicas y los programas de incentivos promovieron la participación del personal en la mejora continua. Además, la competitividad impulsada por el reconocimiento presentó un ambiente colaborativo y disciplinado, fomentando una cultura estable a lo largo del tiempo.

- Evaluación final del sistema 5S

Con la práctica de las acciones propuestas de las cinco fases de 5S bajo la metodología Lean Six Sigma, se realizó una evaluación final con el propósito de medir el grado de efectividad alcanzada y la sostenibilidad de las mejoras aplicadas en la empresa, comparando los resultados anteriores con los resultados después de la intervención.

Dado a que es una comparación, se utilizó el checklist, como se muestra en el anexo 27, estructurado con los mismos criterios de la evaluación inicial, a fin de garantizar la consistencia y objetividad en los resultados. Con la participación del personal operativo y de los supervisores se permitió validar los avances en cada fase, observando mejoras de carácter visual, disposición de materiales, eficiencia en la limpieza y adherencia a los procedimientos estandarizados.

Los resultados obtenidos evidenciados en la tabla 38 reflejaron el incremento nivel de cumplimiento global, demostrando que la empresa logró corregir los problemas detectados en el diagnóstico inicial, además de fomentar una cultura de disciplina, compromiso y mejora continua.

Tabla 38. *Clasificación final de auditoría 5S.*

	PROPUESTO	Puntaje	%	Valoración cualitativa
1	SEIRI (Clasificar)	4,40	88,00%	Muy bueno
2	SEITON (Ordenar)	4,60	92,00%	Excelente
3	SEISO (Limpiar)	4,40	88,00%	Muy bueno
4	SEIKETSU (Estandarizar)	4,60	92,00%	Excelente
5	SHITSUKE (Disciplina)	4,40	88,00%	Muy bueno
	Promedio general	4,48	89,60%	Nivel óptimo de implementación

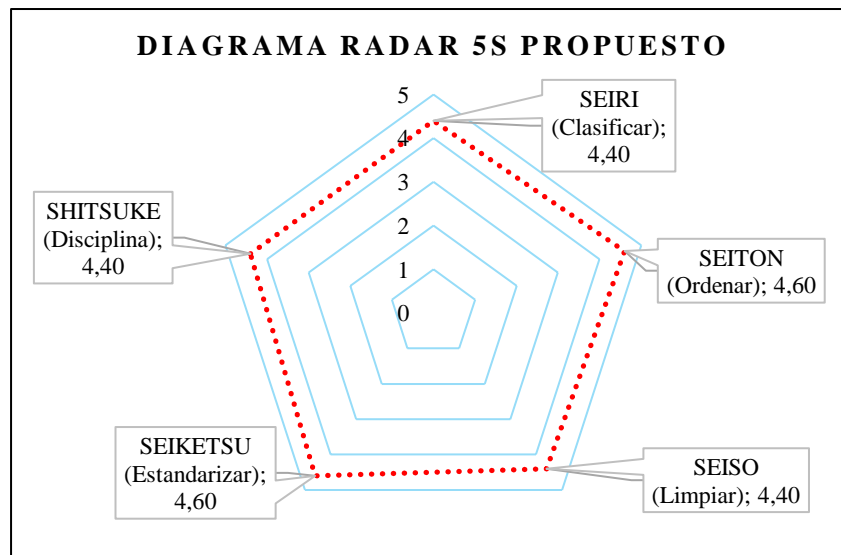
Nota. Elaborado por los autores.

El resultado final del checklist indica que la empresa alcanzó un nivel de cumplimiento de 4.48 (89.60 %), reflejando un alto grado de madurez operativa y sostenibilidad del sistema, destacando las fases Seiton y Seiketsu por su excelente valoración (4,60 – 92%), que promovieron la estandarización de procedimientos y el orden visual fortaleciendo la eficiencia de la cadena de suministro.

Para una mejor apreciación se presenta el diagrama radar mostrado en la Figura tabla permitiendo visualizar de forma equilibrada el comportamiento de las cinco fases, donde se observa una consistencia positiva entre los diferentes componentes.

Por otra parte, Seiri, Seiso y Shitsuke presentan un desempeño igualmente destacado (4,40 – 88 %), reflejando la consolidación de una cultura preventiva, de orden y limpieza constante, un compromiso sostenido por parte del personal en la práctica diaria de las 5S, mejorando las condiciones físicas y de seguridad en el entorno laboral, además de fortalecer la disciplina, estandarización y eficiencia operativa en todas las áreas de trabajo, se aseguró que permanezcan los resultados alcanzados.

Figura 27. Diagrama radar 5s propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

En conclusión, el desarrollo de la propuesta de implementación del sistema 5S demuestró ser viable, efectiva y con alto impacto positivo en la gestión productiva, donde su ejecución asegura el equilibrio entre las 5 dimensiones, identificación de áreas ligeramente débiles, fortaleza en estandarización, consolidación de disciplina y coherencia del patrón global para mantener la competitividad industrial y la excelencia operacional en el largo plazo.

Modelo de gestión 5S

Para garantizar la sostenibilidad del programa 5S y considerando que su implementación depende de procesos culturales y de adaptación progresiva, se establece el siguiente modelo de gestión 5S, en el cual se definen los componentes esenciales del sistema, los responsables y las frecuencias requeridas para asegurar su continuidad en la planta procesadora. Este modelo constituye la base para que la empresa adopte las 5S de forma gradual y sostenible en el tiempo.

Tabla 39. Modelo de gestión de 5S.

Componente del Modelo	Descripción del Componente	Responsables Directos	Herramientas Asociadas	Frecuencia / Periodo
Comité 5S	Define lineamientos, revisa resultados, decide mejoras y prioriza recursos.	Gerente de producción, jefe de planta, calidad, bodega, mantenimiento	Actas, reportes, cronogramas	Mensual
Líderes de zona	Ejecutan actividades diarias de orden, limpieza y clasificación, supervisan cumplimiento.	Encargados de áreas operativas	Checklist diario, tarjetas rojas	Diario / por turno
Procedimientos Estandarizados	Documentan actividades para garantizar uniformidad en las 5S.	Jefe de calidad, comité 5S	Manual 5S, instructivos visuales	Actualización trimestral
Auditorías Internas 5S	Evaluación sistemática del cumplimiento de cada fase.	Comité 5S, supervisores	Formatos 5S, puntuaciones	Diaria, semanal y mensual
Plan de Capacitación Continua	Refuerza hábitos, reduce resistencia al cambio, sensibiliza al personal.	Talento humano y comité 5S	Material educativo, listas de asistencia	Semestral
Ciclo de Mejora Continua (PDCA)	Asegura la sostenibilidad y ajuste constante del sistema.	Comité 5S y jefes de área	Formatos PDCA, informes	Mensual (Checó/Act) + Anual (revisión general)
Sistema de Indicadores 5S	Mide evolución, identifica retrocesos y prioriza acciones.	Comité 5S	KPIs 5S, gráficos de tendencia	Mensual
Plan de Acción y Corrección	Atiende hallazgos, define responsables y controla cumplimiento.	Supervisores, líderes, comité	Matriz de seguimiento, fotografías	Semanal y mensual

Nota. Elaboración por los autores.

Este modelo garantiza que las 5S sean aplicadas de forma progresiva y realista, respondiendo al contexto operativo de la planta y permitiendo que la empresa continúe la mejora continua aun después de concluida la presente investigación.

3.5.2. Sistema de control de inventario

Con el propósito de modernizar la gestión de inventarios y asegurar un manejo ordenado del flujo de materiales dentro de la empresa, se propone la implementación del sistema Odoo como plataforma digital centralizada. Como se puede observar en la Figura 28, esta herramienta se presenta organizado visualmente y fácil acceso permitiendo unificar en un solo entorno todas las operaciones relacionadas con productos, compras y documentación comercial, lo que facilita el control y la coordinación entre las áreas involucradas.

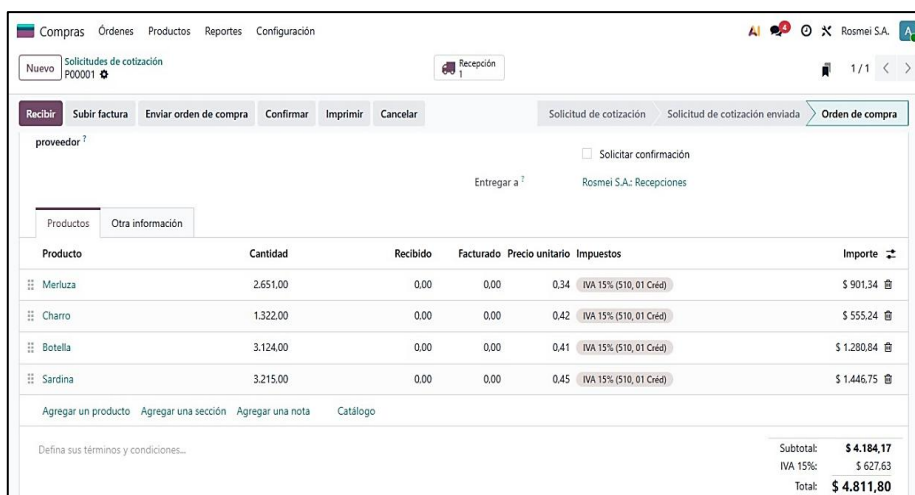
Figura 28. Software de gestión de inventarios ODOO para la empresa Rosmei S.A.



Nota. Elaborado en el Software Odoo.

Como se muestra en la Figura 29, se presenta la función de facturación, tanto para el módulo de compras y de ventas, generando automáticamente facturas según sean los pedidos, mejorando en cada transacción la trazabilidad en los documentos y minimizando los errores.

Figura 29. Proceso de facturación al cliente en el ODOO.



Nota. Elaborado en el Software Ordo

El sistema fue configurado con una estructura operativa que responde a las necesidades reales de la empresa. La tabla 40 presenta los módulos seleccionados que cumplen funciones específicas y se integran entre sí para garantizar un flujo de datos continuo:

Tabla 40. Estructura operativa del sistema Odoo.

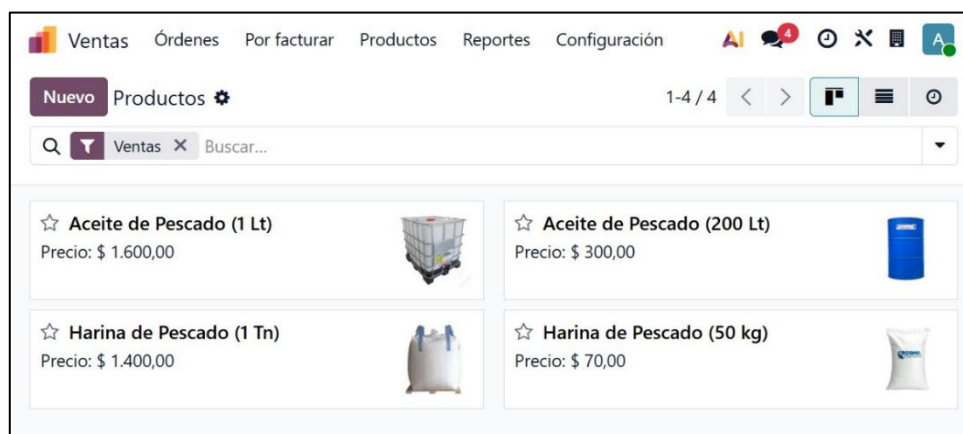
MÓDULO EN ODOO	FUNCIÓN DENTRO DEL PROCESO
Inventario	Control de entradas, salidas, ajustes y ubicación de materiales.
Compras	Generación y seguimiento de solicitudes y órdenes de compra.
Producción (MRP)	Registro del consumo de insumos y obtención de producto terminado.
Ventas / Despacho	Gestión de pedidos salientes y preparación de entregas.
Calidad	Validación de lotes y revisión de condiciones de recepción.

Nota. Elaborado por los autores.

La utilización conjunta de estos módulos permite que las actividades se registren de manera secuencial y que la información fluya sin interrupciones desde el ingreso de la materia prima hasta el despacho del producto final, e incorpora el proceso de facturación como una funcionalidad esencial dentro del flujo administrativo de la empresa.

Mediante el catálogo registrados en Odoo de la Figura 30, la empresa puede identificar todas las presentaciones de harina de pescado con sus precios, características y unidades de medida, Esta información centraliza garantiza coherencia entre los ítems que se ofertan y los datos que se utilizan en los demás módulos del sistema.

Figura 30. Catálogo de productos registrados en Odoo.




Nota. Elaborado en el Software Odoo

De manera complementaria al módulo de facturación, Odoo integra el proceso de compras para asegurar que el abastecimiento esté alineado con las necesidades reales del inventario. El sistema permite registrar solicitudes, generar órdenes de compra y controlar el estado de cada pedido, desde su emisión hasta su recepción. La Figura 31 muestra el orden de

compra generada en la plataforma, donde se detallan las cantidades requeridas, los precios unitarios, los impuestos aplicados y el total correspondiente.

Figura 31. Orden de compra.

					
Rosmei S.A. Via Santa Elena La Libertad Ecuador					
Dirección de envío Rosmei S.A. Via Santa Elena La Libertad Ecuador ☎ 59342781732			Consumidor final Ecuador RUC: 9999999999999		
Orden de compra #P00001					
Comprador Freddy Espinoza		Fecha de la orden: 17/11/2025		Llegada esperada: 17/11/2025	
Descripción	Cant.	Precio unitario	Desc.	Impuestos	Importe
Merluza	2.651,00	0,34	0,00%	IVA 15%	\$ 901,34
Charro	1.322,00	0,42	0,00%	IVA 15%	\$ 555,24
Botella	3.124,00	0,41	0,00%	IVA 15%	\$ 1.280,84
Sardina	3.215,00	0,45	0,00%	IVA 15%	\$ 1.446,75
Subtotal					\$ 4.184,17
IVA 15%					\$ 627,63
Total					\$ 4.811,80
Términos de pago:					
<hr/> 59342781732 freddy.yagualespinoza@upse.edu.ec http://www.upse.edu.ec 0968559740001 Página 1 / 1					

Nota. Elaborado en el Software Oddo

La utilización de esta opción permitirá que las compras y ventas se registren en el sistema, además de por generar una factura electrónica, permitiendo un control confiable y ordenado, además, el proceso de ingreso de materia prima sea más eficiente y rápido, lo que conlleva a reducción en el tiempo de ciclo.

Como se observa en la tabla 41, se presenta la implementación del software Oddo por etapas, como la instalación, migrar datos, diseñar flujo de ingreso y salidas, capacitar al personal, seguimientos e implementación total, asegurando una controlada y efectiva adopción de la herramienta digital.

Tabla 41. *Etapas de implementación.*

N°	ETAPA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	DURACIÓN ESTIMADA	RESULTADOS ESPERADOS
1	Preparación e instalación	Configuración de la base de datos en Odoo, definición de usuarios, roles y permisos, y activación de los módulos: inventario, compras, producción y calidad.	Coordinador Lean / TI	1 semana	Sistema configurado con acceso restringido y seguro.
2	Migración de datos	Carga inicial de productos, lotes, ubicaciones y proveedores en el sistema, verificación de integridad y consistencia.	Analista de inventarios	1 semana	Inventario inicial digitalizado y validado.
3	Diseño de flujos y pruebas piloto	Creación y validación de los flujos de entrada, salida y traslado dentro de Odoo, aplicados inicialmente al área de materia prima.	Supervisor de planta	2 semanas	Validación del funcionamiento del sistema en entorno real.
4	Capacitación del personal	Entrenamiento teórico-práctico en el uso de Odoo, enfocado en el registro de movimientos, generación de reportes y control de inventario.	Jefe de talento humano / Comité LSS	1 semana	Personal capacitado en el uso correcto del sistema.
5	Implementación total	Extensión del sistema a todas las áreas logísticas y productivas, con soporte continuo y acompañamiento técnico.	Gerencia de operaciones	3 semanas	Sistema en funcionamiento integral y sincronizado.
6	Seguimiento y mejora continua	Evaluación semanal de KPIs, auditorías internas y ajustes de procesos según los resultados obtenidos.	Comité Lean Six Sigma	Permanente	Mejora sostenida del control de inventarios.

Nota. Elaborado por los autores

Plan de capacitación: se desarrolló como un mecanismo que garantice una adecuada incorporación del sistema Odoo dentro de Rosmei S.A. Por ello se dieron sesiones de forma presencial, para poder explicar esta técnica, por medio de prácticas directas en la plataforma. Donde en esta jornada los trabajadores realizaron operaciones reales en el sistema, basados en registrar las entradas y salidas de inventarios, crearon órdenes de compra, y emitieron facturas, al igual que verificaron los lotes y actualizaron los movimientos internos. En estas actividades de realizaron utilizando la información propia de la empresa, lo que ayudo a evidenciar la aplicación del software en un ambiente operativo real.

Con este enfoque, los asociados comprendieron las funciones del sistema y también en importancia de tener registros precisos y permanentes para asegurar la continuidad del flujo de información. Las listas de asistencia, capturas de los registros realizados, formularios completados y reportes generados dentro de Odoo constituyen la evidencia de este proceso formativo y respaldan de forma correcta una introducción del sistema en la organización.

Tabla 42. *Plan de capacitación.*

MÓDULOS	CONTENIDO PRINCIPAL	PARTICIPANTES	DURACIÓN	EVIDENCIA GENERADA
Introducción a Lean Six Sigma y Odoos	Conceptos básicos, importancia del control digital, navegación general	Personal administrativo y supervisores	2 h	Lista de asistencia y guía de presentación.
Operación del módulo Inventario en Odoos	Registro de entradas, salidas, transferencias, ajustes, ubicación de materiales.	Encargados de almacén y operarios	3 h	Formato de prácticas y evaluaciones.
Gestión de lotes y trazabilidad	Configuración de lotes, fechas de caducidad y control FIFO/FEFO	Personal de logística y calidad	2 h	Checklists completados y capturas de los lotes validados.
Monitoreo de indicadores y reportes	Obtención de indicadores, uso de dashboards y exportación de informes.	Jefes de área y analistas	2 h	Reportes generados en Odoos y firmas de conformidad.

Nota. Elaborado por los autores.

Al utilizar la técnica de control de inventarios Odoos, la empresa añade una plataforma que organiza y digitaliza los movimientos de materiales con precisión. Su configuración, junto con la capacitación hecha al personal documentada en el anexo 28 otorga nivelar los registros y operar con información confiable. Esta implementación aporta mejoras operativas como la exactitud en el inventario, registrado de manera inmediata, el reponer la materia prima más rápido, cumplir diariamente con los registros, además de desempeñar una mejor logística, siendo el software Odoos importante en la optimización de control de inventario y fortalecimiento de la cadena de suministro.

3.5.3. Rediseño de la distribución de la planta y flujo de materiales

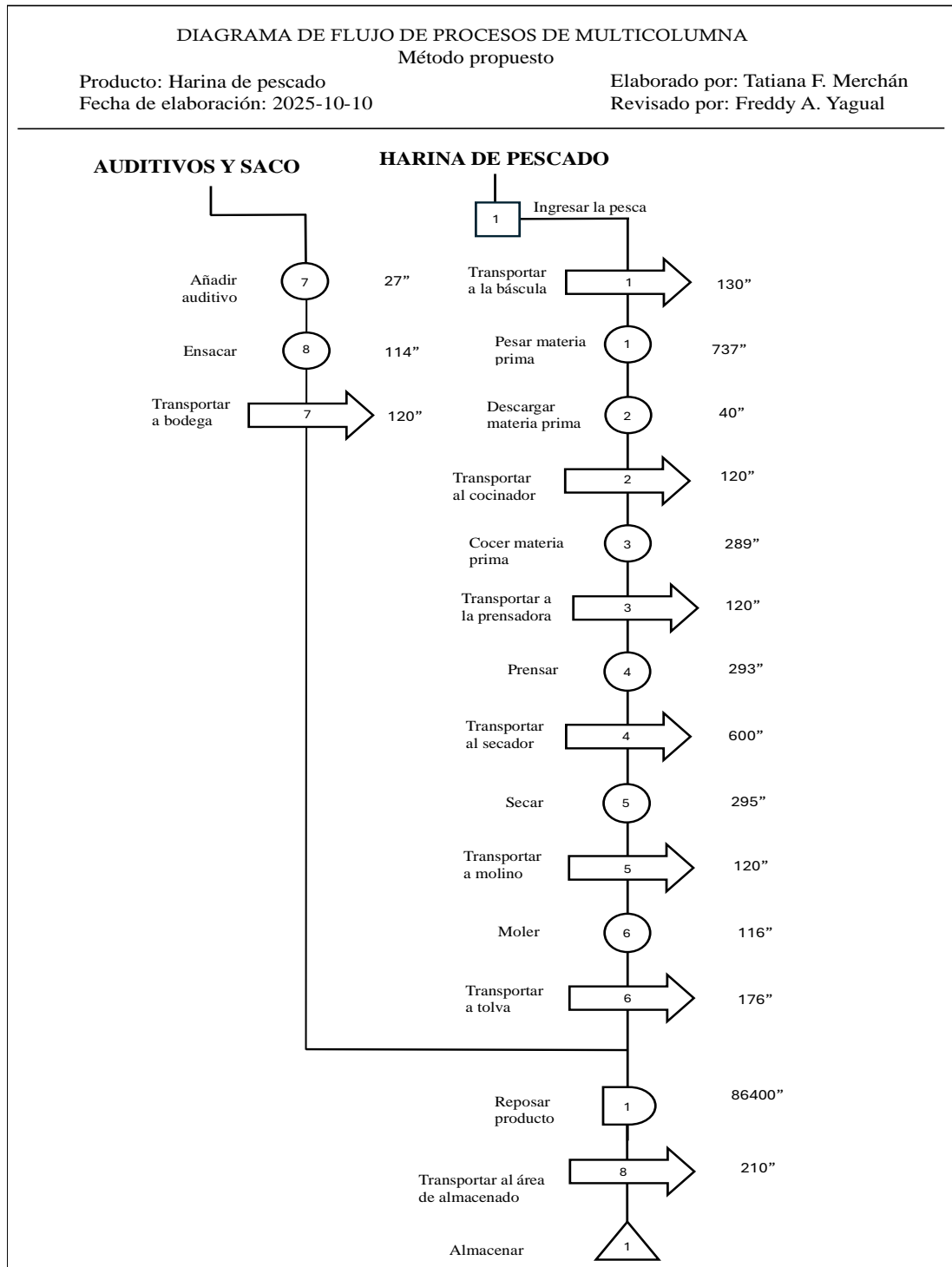
Actualmente la empresa está generando desplazamientos y transportes innecesarios lo cual afecta a la eficiencia y a un flujo continuo en el procesamiento de harina de pescado. También se puede observar que el área de producto en reposo, están muy alejadas y generando un cruce en la línea de producción, conllevando a pérdidas de tiempo. Por esta razón, tras analizar como esta distribuida la planta, se tiene como finalidad minimizar movimientos innecesarios internos y optimizar el flujo continuo mediante la propuesta una nueva reorganización desde el ingreso hasta el almacenamiento del producto.

En la Figura 32 se presenta el diagrama de flujo de procesos de multicolumnas propuesto, donde se muestra la secuencia optimizada de operaciones desde la recepción de materia prima hasta el ensacado final del producto. El nuevo diseño permite observar un flujo de trabajo más lineal y ordenado, eliminando actividades que no agregan valor, como los

transportes excesivos y las esperas entre operaciones. Además, se integró el uso eficiente de los recursos mediante la disposición estratégica de las áreas productivas.

Esta propuesta permitió reducir los tiempos de traslado interno, mejorar la sincronización entre operaciones consecutivas y facilitar la supervisión del proceso productivo, garantizando un mayor control y trazabilidad en cada etapa.

Figura 32. Diagrama de flujo de procesos de multicolumnas propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

A partir de este análisis, se desarrolló el diagrama de recorrido propuesto mostrado en la Figura 34, que detalla la nueva distribución de las áreas y equipos dentro de la planta, el cual se centró en optimizar el flujo de materiales y reducir los tiempos de traslado en cada etapa del proceso productivo.

Para ello, se propuso ubicar estratégicamente la báscula lo más cercana a la poza de materia prima, facilitando un ingreso más ágil y controlado de los insumos, evitando desplazamientos innecesarios en las actividades iniciales del proceso productivo. Además, para la eliminación del recorrido cruzado y que exista un flujo continuo, se reubicó la bodega de producto terminado alado del almacén de reposo, facilitando un traslado rápido y ordenado de los sacos. Con estas adecuaciones, se obtiene una distribución eficiente de la empresa permitiendo una coherencia en todo el recorrido para su procesamiento.

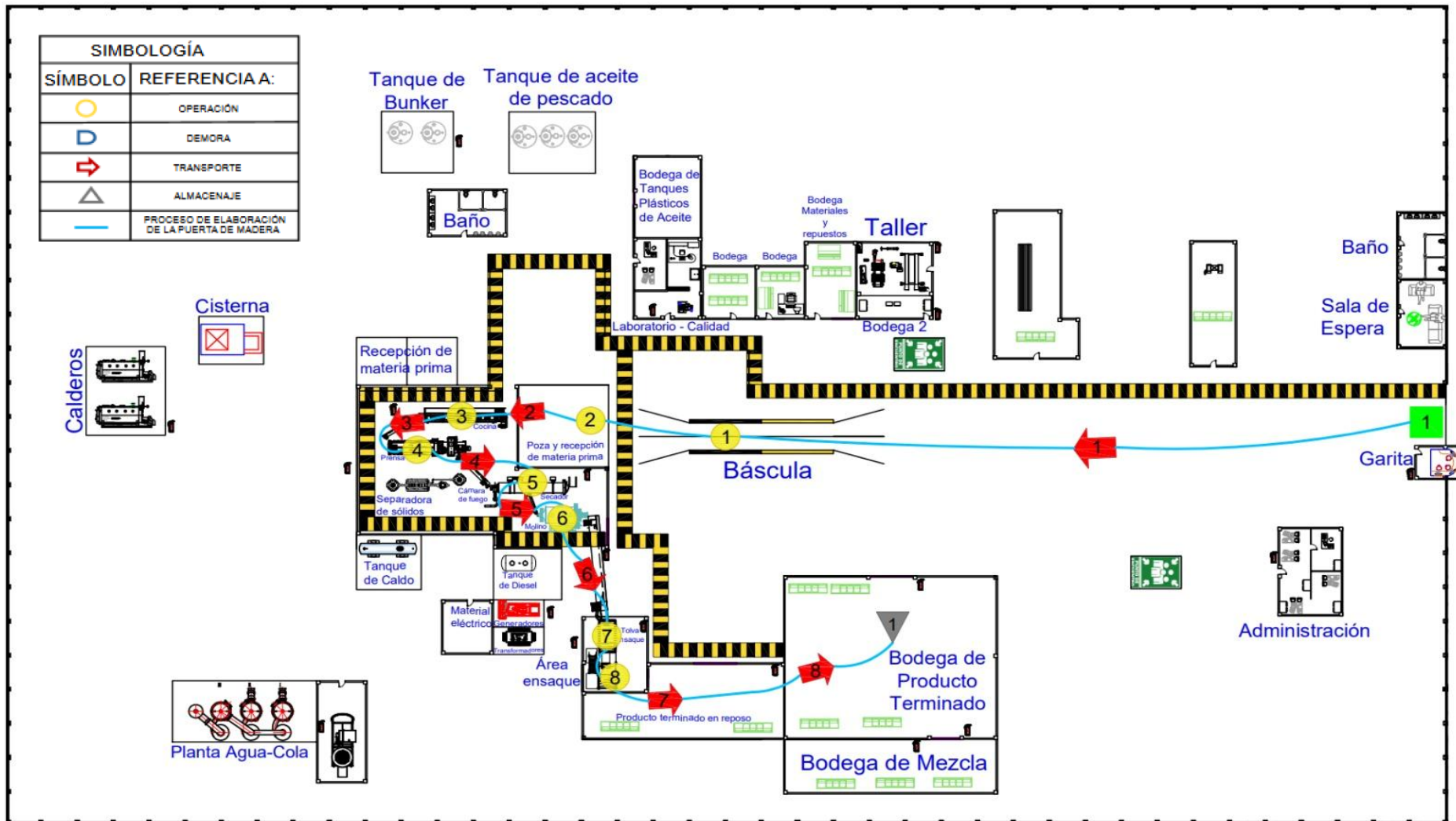
Beneficios del layout propuesto

Con el layout propuesto se muestra beneficios como reducción de movimientos y traslados con la eliminación del recorrido cruzado, la optimización del flujo del proceso mejora la eficiencia operativa minimizando los tiempos improductivos, además, el flujo lineal continuo proporciona una estabilidad del proceso. La correcta delimitación y señalización segura de las áreas, ruta peatonal y vehicular, mejora la seguridad industrial. El mejor aprovechamiento del espacio físico de las áreas para operaciones y almacenamiento, garantizando un control y supervisión de la detección oportuna de cuellos de botella.

-Análisis del impacto general

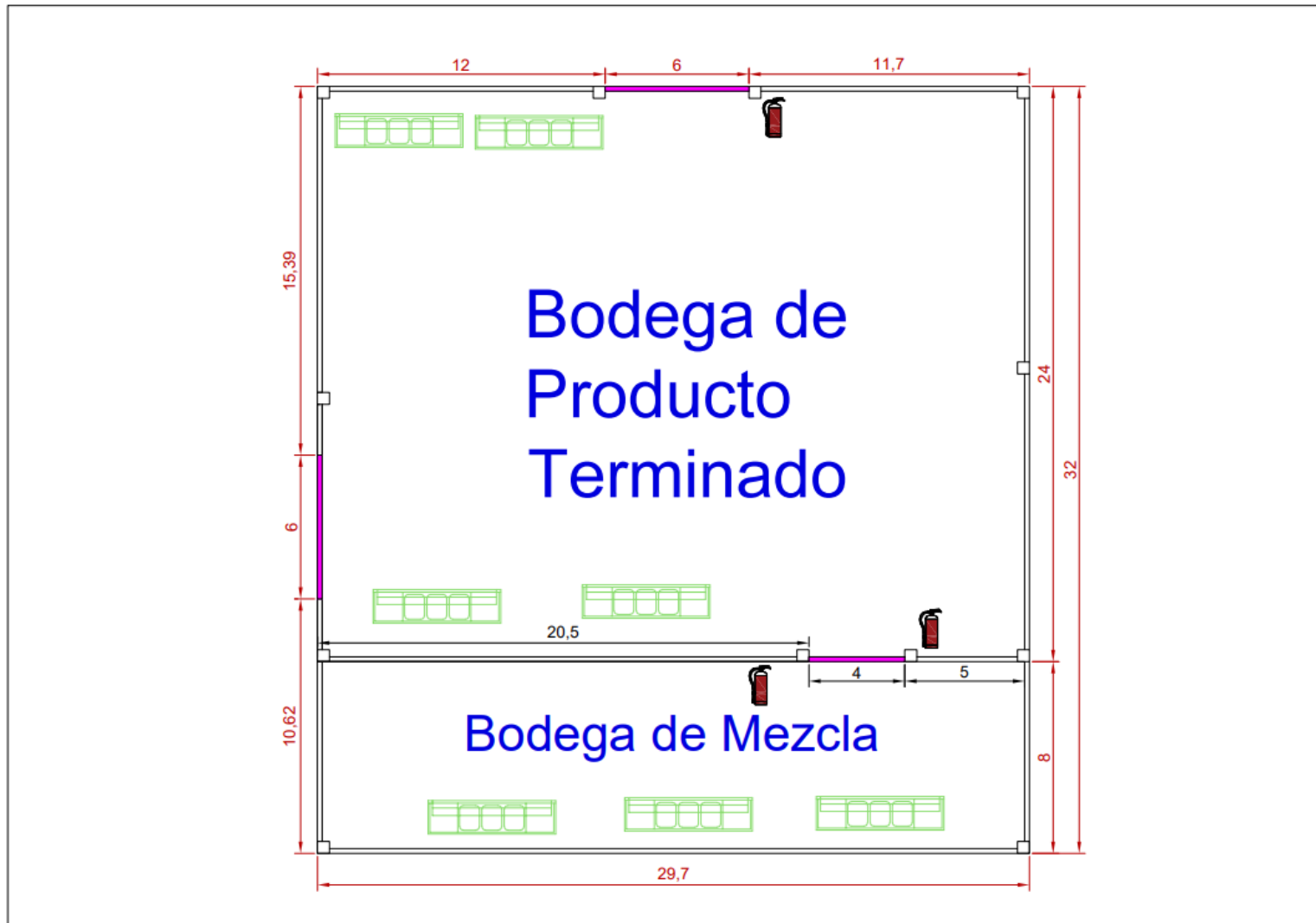
El rediseño del layout de planta representa un paso clave en la mejora continua de la empresa, al integrar orden, seguridad y eficiencia en un mismo enfoque. La planta pasa de un modelo de discontinuo a un nuevo flujo lineal en forma de “U” minimizando las distancias internas y los tiempos de transporte, aumentando la capacidad de respuesta del sistema productivo y mejorando la sincronización entre las etapas y contribuyendo a la reducción de costos y sostenibilidad operativa, garantizando que los procesos sean más ágiles, controlados y rentables para la organización.

Figura 33. Diagrama de recorrido propuesto.



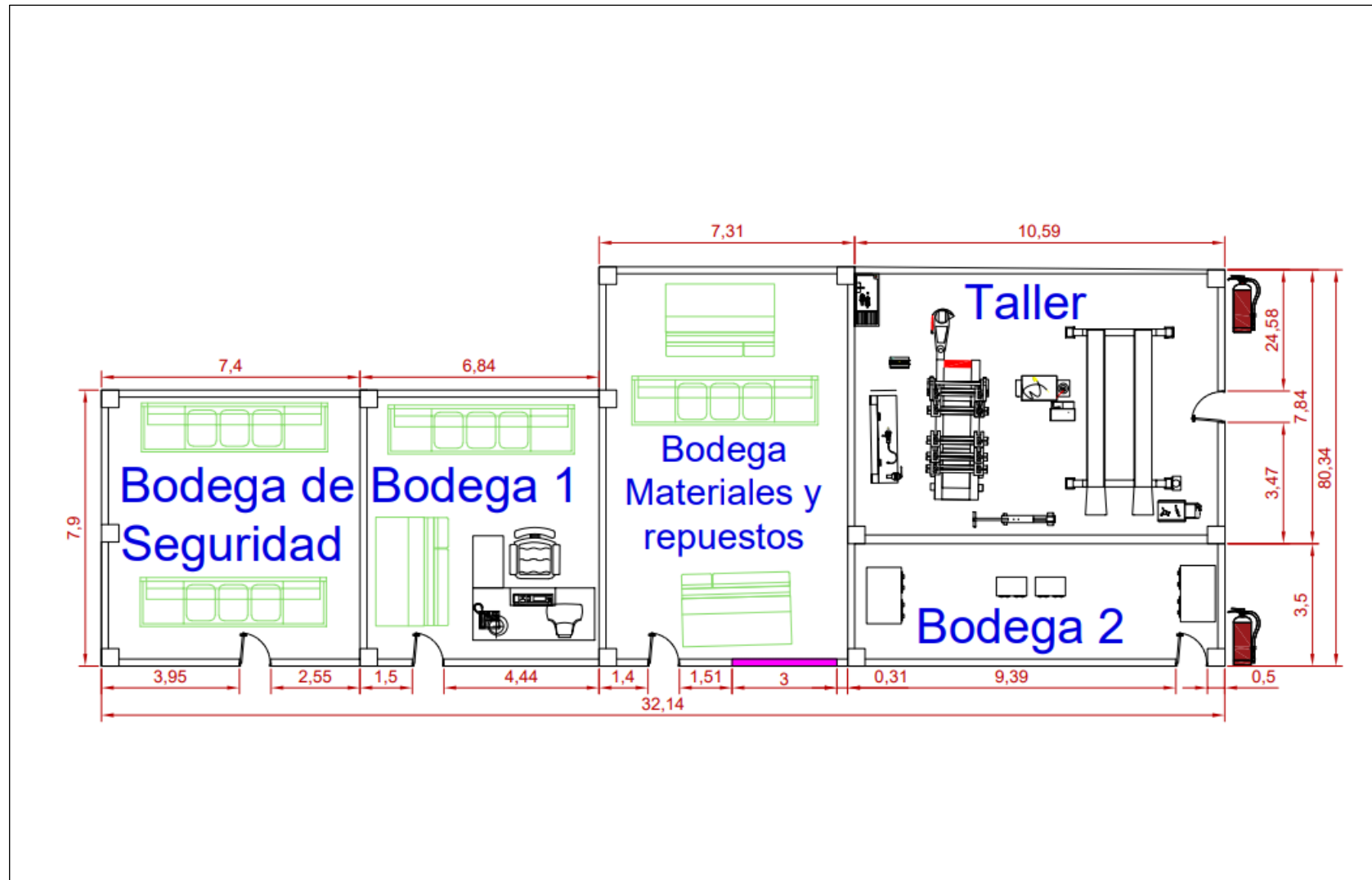
Nota. Elaborado por los autores.

Figura 34. Diseño de bodega de producto terminado propuesto.



Nota. Elaborado por los autores

Figura 35. Diseño de bodega de materiales y repuestos.



Nota. Elaborado por los autor

Para concluir con las soluciones se establece el VSM propuesto junto al diagrama de flujo de proceso donde la metodología aplicada ha tenido un impacto positivo en la optimización de procesos, disminuyendo el tiempo de ciclo. A través de estas herramientas se identificó las ineficiencias y áreas conflictivas del proceso. Se ilustra el diagrama de flujo de proceso propuesto.

Figura 36. Diagrama de flujo de procesos propuesto.

MÉTODO		RESUMEN				DIAGRAMA: 2/2	
Actual	X	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		
Propuesto			N.	Tiempo	N.		Tiempo
SUJETO DEL DIAGRAMA: Proceso de producción de harina de pescado		Operación	8	2110	8	1911	DIAGRAMA N°: Diagrama de proceso 02
		Inspección	1	300	1	268	FECHA: 2025-25-10
		Operaciones Combinadas	0	0	0	0	ELABORADO POR:
		Transporte	9	1740	8	1596	Merchán V. Tatiana F. ; Yagual E. Freddy Y
DEPARTAMENTO: Producción		Demora	0	0	0	0	REVISADO POR:
		Almacenamiento	1	0	1	0	
		Distancia (m)	252		185		APROBADO POR:
		Tiempo (min)	4150		3775		

No.	Descripción	●	■	□	◐	➔	▼	Tiempo (seg)	Distancia (m)	Observaciones
		Operación	Inspección	Operaciones combinadas	Demora	Transporte	Almacenamiento			
1	Registrar el ingreso de la pesca		●					268		Aplicación de Sistema de Control
2	Transportar a la báscula					●		130	100	Redistribución de la planta
3	Pesar materia prima	●						737		Aplicación de Sistema de Control
4	Descargar de materia prima	●						40		
5	Transportar al cocinador					●		120	8	
6	Cocer materia prima	●						289		Aplicación de 5S
7	Transportar a la prensadora					●		120	7	
8	Prensar	●						293		Aplicación de 5S
9	Transportar al secador					●		600	10	
10	Secar	●						295		Aplicación de 5S
11	Transportar al molino					●		120	4	
12	Moler	●						116		Aplicación de 5S
13	Transportar a tolva de ensaque					●		176	18	Redistribución de la planta
14	Añadir aditivo en tolva	●						27		Aplicación de 5S
15	Ensacar	●						114		Aplicación de 5S
16	Transportar a la bodega de reposo					●		120	15	
17	Transportar al área de almacenamiento					●		210	23	Redistribución de la planta
18	Almacenar producto					●		0		
	TOTAL	8	1	0	0	8	1	3775	185	

Nota. Elaborado por los autores

Como se muestra en la Figura 36, correspondiente al diagrama de flujo de procesos propuesto, evidenciando la aplicación de la metodología Lean Six Sigma como estrategia de mejora dentro de la cadena de suministro de la empresa.

A través de la integración de herramientas como las 5S, la redistribución de planta y la implementación de un sistema de control, logrando suprimir actividades que no generaban valor al proceso, reducir los desplazamientos operativos no esenciales y optimizar el flujo de materiales de forma integrada, comprendiendo desde la recepción de la pesca hasta el almacenado del producto terminado, mejorando la eficiencia productiva y aumento de la competitividad organizacional.

Con el uso del VSM, representado en la Figura 37, permitiendo visualizar mejoras aplicadas en cada etapa del proceso. Con ayuda de esta herramienta se identificó el nuevo tiempo de ciclo reducido, dado a las actividades implementadas de las propuestas de mejora, se consiguió minimizar segundos en las operaciones de producción y traslados ante el espacio clasificado, ordenado y limpio, además de las redistribuciones y sistema de gestión. Por esta razón, bajo de 4150 a 3775 segundos la producción de harina de pescado, evidenciando una mayor eficiencia y optimización del sistema productivo.

La mejora es observada al calcular el takt time, con los mismos criterios de tiempo disponible de 23220 s (6,45 h) y la demanda del jefe de producción de 6 lotes en el almacén, por ello, este tiempo sigue siendo 3875 segundos (1,08 h) por lote producido para cumplir con la demanda diaria, mostrando un mismo ritmo de trabajo.

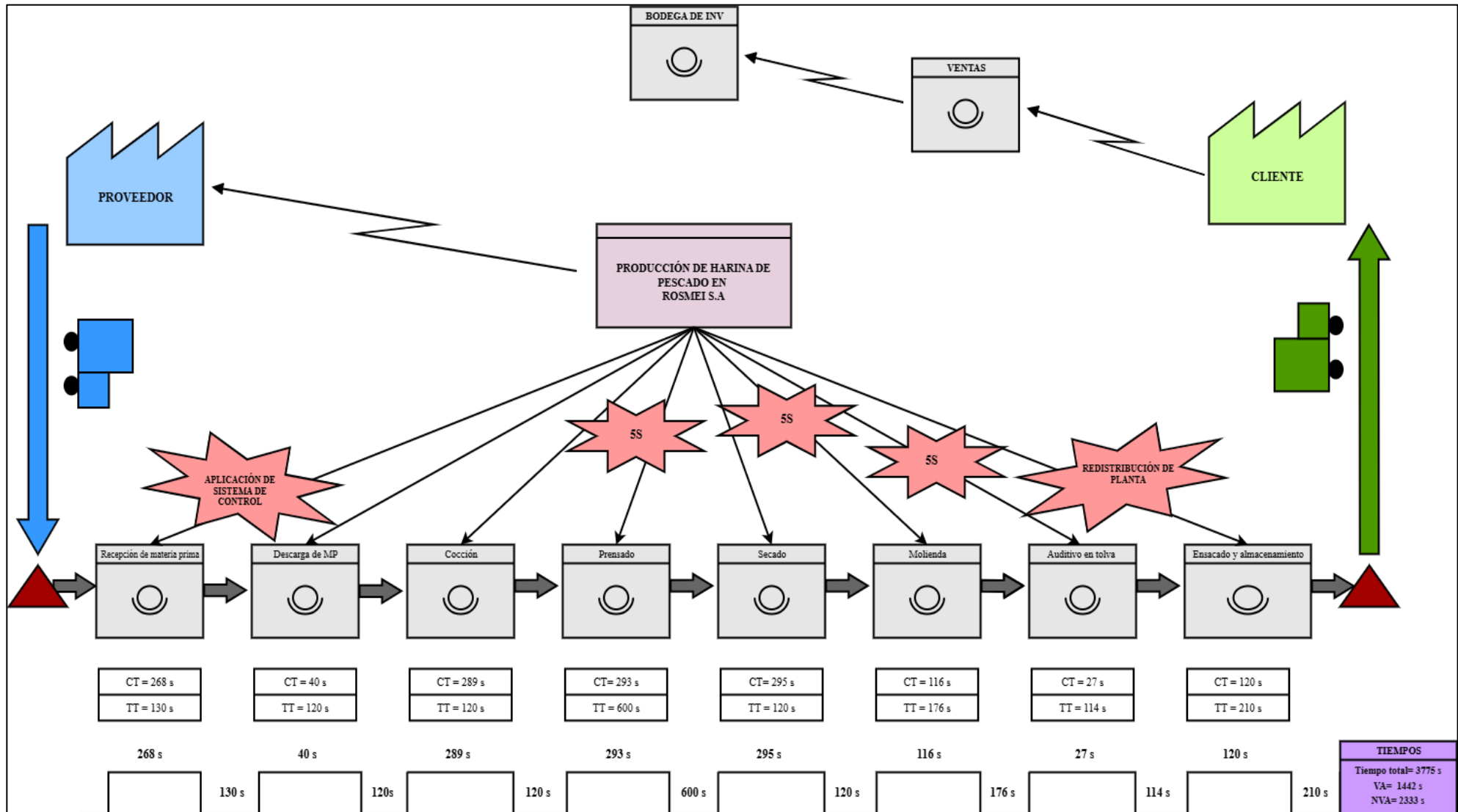
$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ producción}{Demanda\ del\ cliente}$$

$$Takt\ time = \frac{23220\ s}{6\ Lotes}$$

$$Takt\ time = 3870 \rightarrow s/Lote$$

Este resultado indica que la demanda establecida si puede ser cumplida, dado que para producir un lote ahora se requiere 3775 segundos, mostrando una diferencia de 95 segundos, debido a que el takt time es superior y el tiempo de ciclo es inferior, significa que se produce más rápido de lo que se exige, asegurando la satisfacción de la demanda

Figura 37. VSM propuesto.



Nota. Elaborado por los autores

3.5.4. Indicadores clave de desempeño (KPIs) propuestos

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico del estado actual y considerando las necesidades prioritarias de la planta, se establecieron los indicadores clave que permiten medir el impacto esperado de las mejoras planteadas. Estos KPIs propuestos se alinean directamente con los factores críticos identificados en la cadena de suministro, el orden y organización interna, así como el flujo operativo de la planta. A continuación, se presentan las metas proyectadas para cada indicador en la Tabla 40, las cuales servirán como referencia para evaluar el desempeño futuro del proceso una vez implementadas las acciones de mejora.

Tabla 43. *KPIs Propuestos.*

KPI	Fórmula	Meta Propuesta	Descripción Técnica del Resultado Esperado
Exactitud del inventario	$(\text{Inventario físico} \div \text{Inventario registrado}) \times 100$	$\geq 95 \%$	Se asegura una trazabilidad confiable gracias a registros en tiempo real y eliminación de discrepancias.
Pérdidas por deterioro de insumos	Insumos deteriorados/mes	$\leq 80 \text{ kg/mes}$	Se reduce el deterioro mediante orden, mejor rotación y adecuada clasificación en bodegas.
Lead Time de reposición	Fecha de recepción – Fecha de solicitud	$\leq 3 \text{ días}$	Se agiliza la reposición gracias a puntos de reorden y planificación automatizada.
Rotación de inventarios	$\text{Costo de ventas} \div \text{Inventario promedio}$	$\geq 8 \text{ veces/año}$	Se dinamiza el movimiento de insumos evitando acumulación y manteniendo niveles óptimos.
Cumplimiento SEIRI	$(\text{Ítems innecesarios eliminados} \div \text{Total}) \times 100$	$\geq 85 \%$	Elimina materiales obsoletos, liberando espacio y facilitando el flujo de trabajo.
Cumplimiento SEITON	$(\text{Ítems correctamente ubicados} \div \text{Total}) \times 100$	$\geq 85 \%$	Se logra orden visual mediante ubicación fija de herramientas e insumos.
Cumplimiento SEISO	$(\text{Limpiezas realizadas} \div \text{Programadas}) \times 100$	$\geq 85 \%$	El proceso se mantiene limpio, facilitando inspección y evitando contaminación.
Cumplimiento SEIKETSU	$(\text{Estandarizaciones aplicadas} \div \text{Procedimientos existentes}) \times 100$	$\geq 85 \%$	Se mantienen estándares visuales y procedimientos que sostienen el orden.
Cumplimiento SHITSUKE	$(\text{Auditorías aprobadas} \div \text{Realizadas}) \times 100$	$\geq 85 \%$	Se promueve disciplina operativa y hábitos consistentes en el personal.
Tiempo improductivo por búsqueda	$\text{Tiempo total perdido} \div \text{N}^\circ \text{ operarios}$	$\leq 12 \text{ min/día}$	Se minimiza la pérdida de tiempo gracias a la ubicación fija y señalización clara.
Distancia recorrida por operario	$\Sigma \text{ Distancias recorridas por día}$	$\leq 1.450 \text{ m/día}$	La redistribución del layout reduce desplazamientos y mejora el flujo operativo.
Uso efectivo del espacio	$(\text{Área útil} \div \text{Área total}) \times 100$	$\geq 82 \%$	Se optimiza el uso de áreas mediante reorganización y eliminación de acumulaciones.
Tiempo del flujo interno de materiales	Tiempo punto A \rightarrow punto B	Reducción $\geq 40 \%$	Los materiales se trasladan más rápido gracias a recorridos directos y menos congestión.

Nota. Elaborado por los autores.

Los KPIs sugeridos reflejan un entorno significativamente más eficiente y organizado distribuido con el objetivo de optimizar la cadena de suministro, mejorar el orden interno y reducir los tiempos improductivos dentro de la planta procesadora. Los objetivos establecidos como: alcanzar una exactitud de inventario superior al 95 %, bajar las pérdidas por deterioro a 80 kg mensuales y disminuir el lead time de reposición a 3 días, muestran un sistema de abastecimiento más controlado, ágil y trazable. De igual manera, los valores proyectados en las 5S muestran un ambiente de trabajo altamente ordenado y estandarizado, con niveles de cumplimiento por arriba del 85 %, lo que confirma las condiciones óptimas de organización, limpieza y disciplina operativa. Simultáneamente el flujo interno, la reducción de recorridos a 1.450 metros diarios, el incremento del uso del espacio a 82 % y la disminución del tiempo de traslado en al menos un 40 % muestran que el rediseño del layout otorgará una operación más fluida y eficiente. Conjuntamente, estos KPIs simbolizan el comportamiento esperado del proceso tras la implementación de las mejoras planteadas, definiendo objetivos claros y cuantificables que posibilitaran la evaluación del impacto real de las intervenciones propuestas.

3.5.5. Evaluación de la optimización alcanzada

Tras el desarrollo de las propuestas, se ejecutó una evaluación de la optimización alcanzada con la finalidad de cuantificar el impacto de la metodología Lean Six Sigma sobre el desempeño operativo de la cadena de suministro en Rosmei S.A. Para esta razón, se comparan parámetros de la situación actual con después de la intervención, proporcionando evidencia objetiva sobre el porcentaje de mejora lograda y avalar la efectividad de las acciones planteadas.

Para ello, se utilizó la siguiente fórmula general de optimización:

$$\text{Optimización (\%)} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \times 100$$

Con el objetivo de evaluar parámetros como:

- **Desperdicio de materia prima**

$$\text{Optimización (\%)} = \frac{21.290,71\text{Tn} - 19.299,98\text{Tn}}{21.290,71\text{Tn}} \times 100$$

$$\text{Optimización (\%)} = 9,35\%$$

Se optimizó el uso de la materia prima reduciendo los desperdicios en un 9,35 % con respecto a la situación actual.

- **Rendimiento**

$$\text{Optimización (\%)} = \frac{24,06\% - 31,16\%}{24,06\%} \times 100$$

$$\text{Optimización (\%)} = 29,51\%$$

Se optimizó la producción de harina de pescado aprovechando de mejor manera la materia prima en un 29,51 % con respecto a la situación actual.

- **Distancia recorrida**

$$\text{Optimización (\%)} = \frac{252\text{m} - 185\text{m}}{252\text{m}} \times 100$$

$$\text{Optimización (\%)} = 26,59\%$$

Se optimizaron los desplazamientos desde el ingreso de la materia prima hasta el almacenado de producto terminado reduciendo distancias de recorrido en un 26,59 % con respecto a la situación actual.

- **Tiempos de proceso (sin demora)**

$$\text{Optimización (\%)} = \frac{4.150\text{s} - 3.775\text{s}}{4.150\text{s}} \times 100$$

$$\text{Optimización (\%)} = 9,04\%$$

Se optimizó la producción reduciendo el tiempo que conlleva procesar el producto desde el ingreso de la pesca hasta el almacenamiento del producto en un 4,82 % con respecto a la situación actual.

Una vez evaluados estos parámetros se evidenció las mejoras respecto a la aplicación de estas herramientas, tanto como para la reducción de desperdicios, el aumento de rendimiento, el minimizar los desplazamientos dentro de las áreas de procesamiento y disminuir el tiempo de ciclo, corroborando un desempeño eficiente en la cadena de suministro. Por ello, estos resultados de optimización demuestran que el uso de las metodologías de mejora continua permitió consolidar un flujo operativo estable y controlado.

3.5.6. Determinación del nivel sigma mejorado

Con la implementación de las propuestas de mejora planteadas en esta investigación, se procedió a recalcular la capacidad del proceso con el objetivo de determinar el nivel sigma alcanzado en el escenario mejorado. Para ello, como se muestra en la tabla 44 se evaluaron nuevamente los rendimientos obtenidos por lote, con un nuevo rendimiento mínimo de 31 %, obteniendo únicamente un defecto.

Tabla 44. Registro de defectos del rendimiento propuesto.

REGISTRO DE DEFECTOS DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (ROSMEI S.A)							
Nº	Lote	MP procesada (t)	Harina obtenida (t)	Desperdicio (t)	Rendimiento real (%)	Rendimiento objetivo (%)	¿Defecto? (0 = No, 1 = Sí)
1	L1	17,8	5,59	12,21	31,4	31	0
2	L2	17,2	5,33	11,87	31	31	0
3	L3	16,9	5,27	11,63	31,2	31	0
4	L4	17,6	5,56	12,04	31,6	31	0
5	L5	17,1	5,32	11,78	31,1	31	0
6	L6	16,3	5,1	11,2	31,3	31	0
7	L7	15,6	4,8	10,8	30,8	31	1
8	L8	15,4	4,85	10,55	31,5	31	0
9	L9	17,9	5,71	12,19	31,9	31	0
10	L10	15	4,65	10,35	31	31	0
11	L11	16,1	5,02	11,08	31,2	31	0
12	L12	15,7	4,93	10,77	31,4	31	0
13	L13	16,8	5,26	11,54	31,3	31	0
14	L14	17,2	5,47	11,73	31,8	31	0
15	L15	15,3	4,76	10,54	31,1	31	0
16	L16	17,5	5,53	11,97	31,6	31	0
17	L17	16,9	5,27	11,63	31,2	31	0
18	L18	16	5,04	10,96	31,5	31	0
19	L19	17,8	5,7	12,1	32	31	0
20	L20	15,8	4,9	10,9	31	31	0
21	L21	17	5,34	11,66	31,4	31	0
22	L22	15,4	4,79	10,61	31,1	31	0
23	L23	15,6	4,85	10,75	31,1	31	0
24	L24	16,3	5,1	11,2	31,3	31	0
25	L25	17,4	5,53	11,87	31,8	31	0
26	L26	16,2	5,05	11,15	31,2	31	0
27	L27	15,7	4,95	10,75	31,5	31	0
28	L28	15	4,65	10,35	31	31	0
29	L29	15,1	4,71	10,39	31,2	31	0
30	L30	17,6	5,58	12,02	31,7	31	0
Total							1

Nota. Elaborado por los autores.

En la tabla 44, se obtuvo un DPMO de 33.333,33, dado este valor se tiene una porción libre (Yield) de un 97 % y una normal estándar “Z” de 1.83, estos resultados conllevan calificar con un nivel sigma de 3.33.

Tabla 45. *Evaluación del nivel sigma propuesto.*

N°	Indicador	Entradas (lotes)	Defectos	Oportunidades por lote	DPMO	Yield	Z	Nivel Sigma
1	Variación del rendimiento de producción de harina	30	1	1	33333,33	97%	1,83	3,33

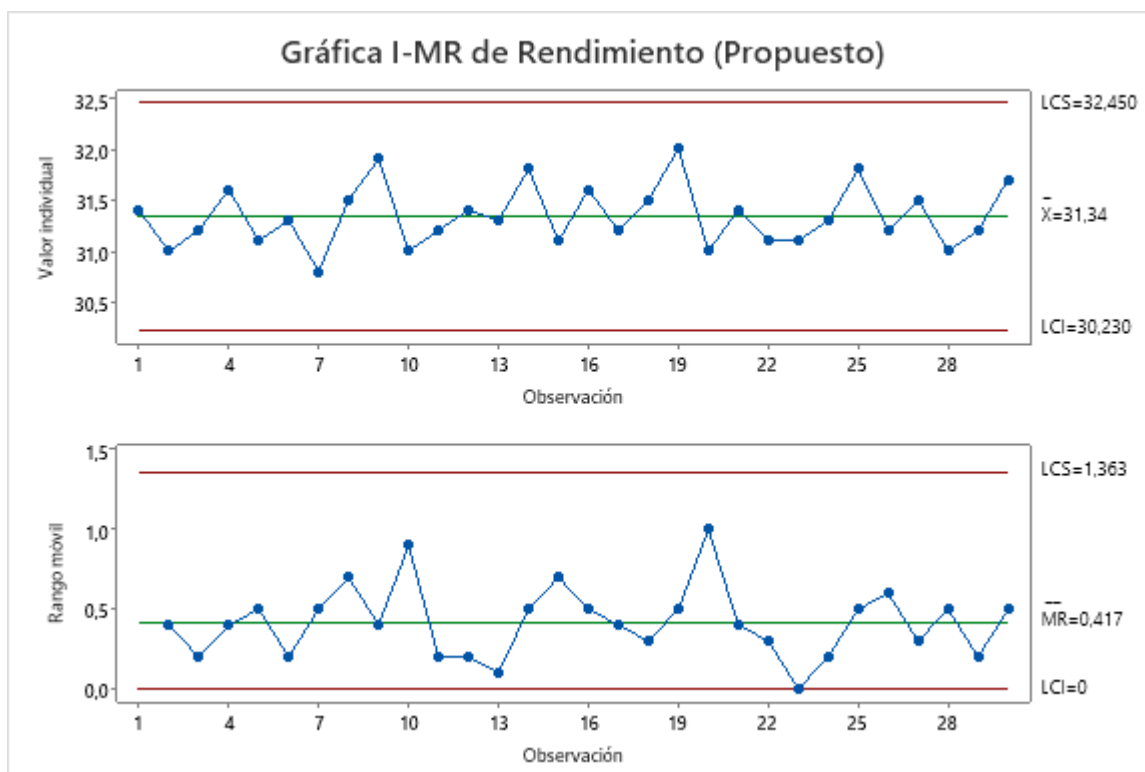
Nota. Elaborado por los autores

Con relación a los resultados mostrados en la Tabla 45, se nota un aumento en el rendimiento de la producción tras la implementación de las propuestas de mejora. Mientras que en el escenario inicial el proceso presentaba un nivel sigma de 2,34, asociado a un rendimiento inestable y a una proporción elevada de defectos (20 % de los lotes evaluados), en el escenario mejorado el nivel sigma se elevó aproximadamente a 3,33, con solo un defecto entre los 30 lotes analizados.

Esta mejora muestra una reducción de la variabilidad y un mayor control sobre las medidas operativas al igual que una estabilidad óptima en la producción de harina. Dando como resultado que el proceso no solo aumenta sobre su capacidad de cumplir el modelo establecido, sino que avanza hacia una práctica más consistente, predecible y alineada con los principios de la metodología Six Sigma.

Por esta razón se analiza el comportamiento de la producción conforme a las mejoras aplicadas mediante la gráfica de I-MR del rendimiento para evaluar su estabilidad y la transformación de materia prima en producto final. Esta herramienta confirmó que el escenario propuesto mantuvo un control del proceso, además de elevar el rendimiento promedio, demostrando un impacto positivo sobre la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

Figura 38. Carta de control I-MR propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

En la gráfica I-MR de rendimiento propuesto se observa un proceso estadísticamente estable, con todas las observaciones dentro de los límites de control (LCI=30,230; LCS=32,450) y una media de rendimiento de 31,34%, superior al escenario actual ($\approx 24,71\%$). El rango móvil indica un MR promedio de 0,417 con límite superior de 1,363, lo que muestra variaciones mínimas entre lotes e insuficiencia de causas especiales de variación. Estos resultados indican que las labores de mejora se incrementan de forma sostenida el rendimiento de la materia prima, disminuye la variabilidad y fortalecen la rentabilidad operacional de la planta, probando la efectividad de las propuestas basadas en la metodología Lean Six Sigma.

3.5.7. Datos estadísticos de producción anual propuesto

Al comparar los resultados de la producción actual con los valores proyectados tras la implementación de las mejoras Lean Six Sigma, tal como indica en la Tabla 43, se evidencia un incremento significativo en la eficiencia del proceso.

Tabla 46. Comparación de producción anual actual y propuesto.

	TABLA DE PRODUCCIÓN ANUAL ACTUAL (ROSMEI S.A)	TABLA DE PRODUCCIÓN ANUAL PROPUESTO (ROSMEI S.A)
Materia Prima de Entrada (Tn)	28036	28036
Producción HP (Sacos 50 kg)	134906	174720
Producción HP de salida (Tn)	6745,29	8736,02
Rendimiento %	24,06%	31,16%
Perdida de MP (Tn)	21290,71	19299,98

Nota. Elaborado por los autores.

En el entorno actual, se destaca un ingreso de 28.036 toneladas de materia prima, con la cual se obtuvo una producción de 6.744,05 toneladas de harina de pescado, esto es proporcional un 24,06 % del rendimiento y 21.290,95 toneladas de materia prima perdida.

Por su parte, en el escenario propuesto, manteniendo constante la materia prima de entrada (28.036 t), se logra una producción anual de 8.736,02 t de harina, lo que representa un rendimiento del 31,16 %. En consecuencia, la pérdida de materia prima se reduce a 19.299,98 t, es decir, una disminución del desperdicio en aproximadamente 1.990,72 t, equivalente a una mejora del 7,10 % en la eficiencia del aprovechamiento del recurso. Estos resultados confirman que las acciones correctivas aplicadas, orientadas a la estandarización del proceso, control de parámetros críticos y reducción de tiempos, generando un incremento real en la productividad y la calidad del producto final, validando estadísticamente la eficacia del rediseño propuesto. De esta manera, la empresa consigue optimizar y minimizar el impacto económico asociado a las pérdidas de materia prima.

3.6. Justificación económica

3.6.1. Presupuesto de inversión

La ejecución de las propuestas de mejora planteadas para optimizar la cadena de suministro de la empresa procesadora de harina de pescado implica una inversión inicial distribuida en tres componentes principales: implementación del sistema 5S, incorporación de un sistema de control de inventarios mediante software ERP (Odoo) y el rediseño físico del layout de planta.

Tabla 47. Presupuesto de inversión.

ITEM DE INVERSIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
A. IMPLEMENTACIÓN 5S				
Materiales de señalización	Cintas, rótulos, etiquetas de colores	50 unidades	\$3,00	\$150,00
Paneles de orden	Soportes para herramientas y equipos	7 unidades	\$45,00	\$315,00
Papelera y formatos impresos	Checklists, tarjetas rojas, procedimientos	Lote	\$80,00	\$80,00
Capacitación inicial 5S	Formación y guía al personal	15 personas	\$25,00	\$375,00
SUBTOTAL A				\$920,00
B. SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS CON ODOO				
Licencia Odoos Online	Plan anual (ERP + Inventario + Producción)	1 suscripción	\$1.200,00	\$1.200,00
Configuración inicial del sistema	Parametrización, usuarios, flujos	Servicio	\$900,00	\$900,00
Capacitación en sistema	Entrenamiento a administrativos y supervisores	13 personas	\$35,00	\$455,00
Equipos complementarios	Lectores de código de barras	2	\$160,00	\$320,00
SUBTOTAL B				\$2.875,00
C. REDISEÑO DE LAYOUT DE PLANTA				
Demolición de galpón existente	Desmante de estructura liviana y cimentación parcial	1	\$3.600,00	\$3.600,00
Disposición de escombros	Carga, transporte y botadero autorizado	44 m ³	\$12,00	\$528,00
Movimiento y nivelación de terreno	Limpieza, corte/relleno y nivelación de áreas	Lote	\$2.500,00	\$2.500,00
Construcción de galpón	Estructura metálica, cerramiento de bloque, cubierta sándwich, piso industrial 10 cm, pintura epóxica y 2 portones	650 m ²	\$25.500,00	\$25.500,00
Adecuaciones en 4 bodegas existentes	Pisos epóxicos, pendientes, luminarias LED, ventilación básica, canalizaciones y señalética	Lote	\$11.800,00	\$11.800,00
Adecuación integral del taller	Piso 12 cm, tomas 220/380 V, luminarias, 2 extractores, banco/mesa metálica	Lote	\$6.300,00	\$6.300,00
Instalaciones eléctricas generales	Tablero, circuitos, canalizaciones y puesta a tierra	Lote	\$2.500,00	\$2.500,00
Señalización industrial y seguridad	Demarcación de zonas, avisos y EPP	Lote	\$900,00	\$900,00
Traslado e instalación de estanterías/mobiliario	Reubicación, anclajes y puesta en marcha	Lote	\$1.700,00	\$1.700,00
Rampa y andén de despacho	Hormigón armado 12 cm para cargue/descargue	35 m ²	\$40,00	\$1.400,00
Ampliación de cubierta en área de despacho	Cubierta metálica ligera (protección lluvia/sol)	50 m ²	\$48,00	\$2.400,00
Canaletas y drenaje pluvial	Canaletas, rejillas y bajantes	60 m.l.	\$15,80	\$950,00
Iluminación exterior de despacho	Reflectores LED, tomas y canalizaciones	Lote	\$1.000,00	\$1.000,00
Cortinas industriales PVC	Control de polvo/olores en ensaque/almacén	20	\$40,00	\$800,00
Guardrails y topes para montacargas	Barandas metálicas y topes de seguridad	25 m.l.	\$34,00	\$850,00
Demarcación de rutas peatonales/vehiculares	Pintura de alto tránsito (pasos, flechas, franjas)	100 m ²	\$5,50	\$550,00
Obra civil: ampliación y adecuación de áreas	Mejoras estructurales en zona de almacenamiento y bodegas	140 m ²	\$40,00	\$5.600,00
Adecuación eléctrica/meccánica	Traslado de puntos eléctricos, ductos, soportes	Lote	\$900,00	\$900,00
Mano de obra para redistribución	Reubicación de equipos y señalización	60 horas	\$10,00	\$600,00
Señalización de rutas internas	Demarcación de zonas y tránsito	Lote	\$250,00	\$250,00
Actualización del almacenamiento	Reubicación y optimización del área	Lote	\$450,00	\$450,00
SUBTOTAL C				\$71.078,00
SUBTOTAL				\$74.873,00
Imprevistos 10%				\$7.487,30
TOTAL DE INVERSIÓN				\$82.360,30

Nota. Elaborado por los autores.

Esta Tabla 46 enseña una lista detallada de todos los costos para el proyecto, tales como: materiales, mano de obra, equipamiento, capacitaciones y adecuaciones o mejoras físicas para lograr la mejora y la sostenibilidad del rendimiento productivo. También, se consideró un 10 % para cubrir posibles contratiempos durante el proceso de implementación.

3.6.2. Flujo de caja proyectada

El estado de flujo de efectivo se proyectó en un periodo de 5 años, lo que ayudo a evaluar si la inversión que realizará la empresa es rentable. En la Tabla 48, se detallan los rubros que participan del estado de flujo de efectivo, además, cabe destacar que la empresa solo asigna el 13 % de FNE para proyectos de inversión.

Tabla 48. Flujo neto del efectivo operativo.

	Io	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión	\$ -82.360,30					
Ventas		\$ 10.842.150,00	\$ 10.852.992,15	\$ 10.863.845,14	\$ 10.874.708,99	\$ 10.885.583,70
Costos Totales		\$ 10.519.266,00	\$ 10.529.785,27	\$ 10.540.315,05	\$ 10.550.855,37	\$ 10.561.406,22
UAI		\$ 322.884,00	\$ 323.206,88	\$ 323.530,09	\$ 323.853,62	\$ 324.177,47
Depreciaciones		\$ 225.000,00	\$ 225.000,00	\$ 225.000,00	\$ 225.000,00	\$ 225.000,00
Impuestos		\$ 80.721,00	\$ 80.801,72	\$ 80.882,52	\$ 80.963,41	\$ 81.044,37
FNE Operativos	\$ -82.360,30	\$ 467.163,00	\$ 467.405,16	\$ 467.647,57	\$ 467.890,22	\$ 468.133,11
FNE Operativos (13%)	\$ -82.360,30	\$ 60.731,19	\$ 60.762,67	\$ 60.794,18	\$ 60.825,73	\$ 60.857,30
FNEA Operativos	\$ -82.360,30	\$ -21.629,11	\$ 39.133,56	\$ 99.927,75	\$ 160.753,47	\$ 221.610,78

Nota. Elaborado por los autores.

Para poder obtener el valor actual neto (VAN) se requiere de un porcentaje denominado tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), que es la tasa mínima que un inversionista se espera obtener de una inversión después de compensar la inflación y el premio al riesgo. Para calcular esta TMAR se tiene en cuenta la inflación en Ecuador 2,5 % y en USA 3,4 % y un premio al riesgo de 15 %, se aplica la fórmula:

$$If = 0,025 + 0,034 = 0,059$$

$$TMAR = Pr + If + (Pr \times If)$$

$$TMAR = 0,15 + (0,059) + (0,15 \times 0,059)$$

$$TMAR = 0,21 \rightarrow 21\%$$

Para el flujo neto del efectivo no operativo, el cual es considerado cuando existe un financiamiento del banco, donde se estableció una tabla de amortización francesa, como se puede visualizar en la tabla 46. Por ende, se consideró capitalización anual de \$82.360,30 a una tasa de interés de productivo PYMES de 11,89 % (BCE, 2025), en un tiempo de 5 años, en la tabla se puede observar los 5 periodos, el capital, el interés, la devolución de capital, y el saldo, se obtuvo un pago fijo de \$22.785,32, y el monto final a pagar es de \$113.926,60.

Tabla 49. Tabla de amortización.**FINANCIAMIENTO****BANCO** \$ 82.360,30 C. anual**TASA** 11,89%**TIEMPO** 5 Años**PAGO FIJO** \$ 22.785,32

PERIODOS	CAPITAL	INTERES	DEV CAP	SALDO
1	\$ 82.360,30	\$ 9.792,64	\$ 12.992,68	\$ 69.367,62
2	\$ 69.367,62	\$ 8.247,81	\$ 14.537,51	\$ 54.830,11
3	\$ 54.830,11	\$ 6.519,30	\$ 16.266,02	\$ 38.564,09
4	\$ 38.564,09	\$ 4.585,27	\$ 18.200,05	\$ 20.364,04
5	\$ 20.364,04	\$ 2.421,28	\$ 20.364,04	\$ -
		\$ 31.566,30	\$ 82.360,30	

MONTO	\$ 113.926,60
--------------	----------------------

En la tabla 50, se observa el flujo neto del efectivo no operativo, donde al FNE operativo se le resta el interés y capital financiado (devolución de capital) del préstamo realizado, estos valores son obtenidos de la tabla de amortización, donde se colarán por año los intereses y la devolución de capital según el periodo al que corresponda.

Tabla 50. Flujo neto del efectivo NO operativo.

	Io	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FNE Operativos (2%)		\$ 60.731,19	\$ 60.762,67	\$ 60.794,18	\$ 60.825,73	\$ 60.857,30
FIN Banco	\$ -82.360,30					
INTERES	\$	9.792,64	\$ 8.247,81	\$ 6.519,30	\$ 4.585,27	\$ 2.421,28
CAPITAL FIN	\$	12.992,68	\$ 14.537,51	\$ 16.266,02	\$ 18.200,05	\$ 20.364,04
FNE NO Operativos	\$ -82.360,30	\$ 37.945,87	\$ 37.977,35	\$ 38.008,86	\$ 38.040,41	\$ 38.071,98
FNEA NO Operativos	\$ -82.360,30	\$ -44.414,43	\$ -6.437,08	\$ 31.571,78	\$ 69.612,19	\$ 107.684,17

Nota. Elaborado por los autores.

La tabla 51, presenta el porcentaje de la TMARX esa se considerará para el Valor Actual Neto cuando se considera un FNE no operativo, la cual se obtiene sumándole a la TMAR el porcentaje del interés por el cual se realizó el financiamiento que fue de 11,89 %, dándome una TMARX de 32,89 %.

Tabla 51. Porcentaje de TMARX

TMARX =	32,89%	0,329
----------------	---------------	--------------

3.6.3. Índices financieros

En la tabla se observan el Valor Actual Neto (VAN), Costo-Beneficio (CB), Tasa Interna de Retorno (TIR), las ganancias y el periodo de recuperación de capital (PRC), para los dos flujos netos, tanto Operativo como No Operativo, ayudando a verificar si la inversión es viable.

Flujo neto Operativo

VAN =	\$ -82.360,30	\$ 177.848,30
VAN =	\$ 95.488,00	
TIR =	68,3%	
CB =	2,16	

\$ 1,16 GANANCIA POR CADA DÓLAR INVERTIDO

Periodo de recuperación de capital

0,64	4,27	8,15
1 AÑO	4 MES	8 DÍAS

Flujo neto NO Operativo

VAN =	\$ -82.360,30	\$ 87.639,40
VAN =	\$ 5.279,10	
TIR =	36,33%	
CB =	1,06	

\$0,06 GANANCIA POR CADA DÓLAR INVERTIDO

Periodo de recuperación de capital

0,83	2,03	0,97
2 AÑOS	2 MES	1 DÍA

La TIR es alta, lo que indica que el proyecto de FNE operativo es rentable, significa que la tasa de retorno del proyecto es del 68,30 %, mientras que, el TIR del FNE no operativo también es considerable de 36,33 %, es decir, que ambas partes indicando una tasa de retorno muy buena. Ya que ambas superan a la TMAR y TMARX, lo que significa que la inversión en las propuestas es viable.

El VAN indica que el proyecto en el FNE operativo y FNE no operativo muestra una buena rentabilidad y genera un valor positivo, indicando la recuperación de la inversión. Con valores de \$95.488,00 y \$5.279,10 respectivamente, siendo mayores a 0, indican que el proyecto es rentable.

En cuanto al costo de beneficio, muestra que para el FNE operativo el CB es de 2,16 revelando que se obtendrá ganancia de \$1,16 por cada dólar que se estará invirtiendo en estas propuestas, mientras que, en el FNE no operativo el CB es de 1,06 por lo que obtendrá una ganancia de \$0,06 por cada dólar invertido.

Finalmente, en el periodo de recuperación de capital, indica que en el FNE operativo la inversión se podrá recuperar en el lapso de 1 año, 4 mes y 8 días para recuperar su capital, en cuanto al FNE no operativo demorará 2 año, 2 mes y 1 día en recuperar lo invertido en estas propuestas.

Se puede observar que con una inversión de \$82.360.30 tanto para el FNE operativo y no operativo podrán ser reembolsados por medio de las ventas, y con una estrategia financiera sólida que permita la generación constante de utilidades y recuperación de la inversión inicial, evidenciando la rentabilidad del proyecto a largo y corto plazo, retornando la inversión de manera significativa.

3.7. Justificación ambiental

La implementación de las propuestas de mejora alineadas a la metodología LSS la utilización eficiente de recursos y a cumplir la normativa ambiental actual en la industria pesquera. Aplicando el sistema 5S promueve la disminución de desechos sólidos, a su vez, al mejoramiento de las condiciones de limpieza en el proceso productivo, reduciendo el riesgo de contaminación y la obtención de residuos sin valor. Al ordenar los materiales y eliminar elementos innecesarios hacen posible minimizar desperdicio de recursos, promoviendo un control adecuado de materiales en la empresa.

Con relación al sistema de control de inventarios previene el vencimiento y la descomposición de materia prima, conservando adecuadamente el almacenamiento y rotación de los recursos. Minimizando los residuos orgánicos junto a las emisiones por los reprocesos, deterioro de material y traslados extras, colaborando con la protección ambiental en la cadena de suministro. Con el rediseño del layout de empresa optimiza el flujo del proceso de producción, eludiendo los traslados no esenciales, además, minimiza el consumo energético y combustibles necesarios para la movilización interna. Por otro lado, mejorando el espacio de las áreas y la organización de equipos, brindando un entorno más seguro y con menor impacto ambiental.

Las propuestas implementadas están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 mostrados en la tabla 52. Demostrando que las propuestas planteadas impulsan un modelo de producción más limpio, seguro y sostenible, brindando mejoras al entorno, trabajadores y comunidad, consolidando el compromiso empresarial con la sostenibilidad global.

Tabla 52. Objetivos de desarrollo sostenible.

ODS	APORTE DEL PROYECTO
ODS 9 → Industria, innovación e infraestructura	Modernización de procesos productivos con enfoque de mejora continua y eficiencia.
ODS 12 → Producción y consumo responsables	Responsabilidad en la utilización de materia prima y disminución de desperdicios
ODS 13 → Acción por el clima	Disminución de emisiones tóxicas por transporte interno y generación de residuos.
ODS 14 → Vida submarina	Bajo impacto ambiental en las actividades pesqueras industriales.

Nota. Elaborado por los autores.

3.8. Justificación social

La aplicación de las propuestas de mejora en la empresa brinda beneficios sociales directos con el entorno laboral más seguro, organizado y eficiente, mitigando riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales debido a un mejor orden y limpieza planteados por medio de las 5S. Por otro lado, la adquisición de herramientas tecnológicas refuerza las capacidades del equipo de trabajo potenciando su desarrollo profesional. Con el rediseño del layout se minimizaron los esfuerzos físicos y tiempos improductivos del personal, promoviendo condiciones laborales más saludables y ergonomía en las tareas diarias.

Cabe recalcar, que la mejora de la productividad fortalece la estabilidad operativa de la empresa, lo cual ayuda a mantener las fuentes de empleo locales y mejorar el bienestar de las familias ligadas a esta actividad industrial. En conjunto, estas operaciones reflejan la responsabilidad y el compromiso de la entidad con la responsabilidad social empresarial y que se preocupa y prioriza el bienestar de sus trabajadores dentro de su cadena productiva.

3.9. Análisis comparativo

Para evaluar la efectividad de las alternativas de mejora implementadas, se realizó un análisis comparativo, presentada en la tabla 53, entre la situación inicial detectada en la empresa procesadora de harina de pescado y la situación futura proyectada tras la aplicación de las propuestas. Por ende, se fundamenta en indicadores clave asociados al orden, flujo operativo, control de inventarios, seguridad laboral y desempeño productivo, permitiendo evidenciar el impacto positivo de las mejoras en la cadena de suministro. A continuación, se presenta un consolidado que compara los principales aspectos de la gestión operativa antes y después del proyecto:

Tabla 53. Comparación de situación inicial vs. situación mejorada.

ASPECTO EVALUADO	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN POSTERIOR A LA MEJORA	BENEFICIO ALCANZADO
Orden y limpieza en planta	Presencia de desorden, materiales innecesarios y suciedad acumulada	Áreas clasificadas, ordenadas y con limpieza estandarizada mediante 5S	Mejora en seguridad y productividad
Control de inventarios	Registros manuales, pérdidas por caducidad y falta de trazabilidad	Sistema digital con control por lotes y reducción de desperdicios	Disminución de pérdidas y mayor confiabilidad
Flujo de materiales	Transportes excesivos, recorridos largos y cruces de flujo	Flujo lineal y continuo con reducción de trayectos	Menor tiempo y esfuerzo operativo
Seguridad industrial	Zonas sin delimitación y tránsito inseguro	Señalización y rutas definidas, menor riesgo de accidentes	Entorno seguro para trabajadores
Tiempos de ciclo	4.150 segundos en total	3.775 segundos en total	Reducción del 9,04 % de tiempo operativo
Distancia recorrida	252 metros	185 metros	Reducción del 26,59 % de movimiento
Rendimiento	24,06 % anual	31,16 % anual	Reducción del 7,10 % de desperdicios
Ambientes laborales	Condiciones desfavorables para desempeño seguro	Mayor ergonomía y organización del trabajo	Bienestar social y laboral

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis comparativo evidencia una mejora significativa y multidimensional en las operaciones de la empresa, destacando:

- Reducción de desperdicios y costos operativos.
- Aumento de la eficiencia en flujo de materiales.
- Optimización del tiempo de producción.
- Fortalecimiento de la seguridad y bienestar laboral.
- Información confiable para toma de decisiones.
- Mayor competitividad en la industria pesquera.

Estas mejoras se consolidan bajo un enfoque de mejora continua, permitiendo que la empresa mantenga un sistema productivo más ordenado, seguro, rentable y sostenible.

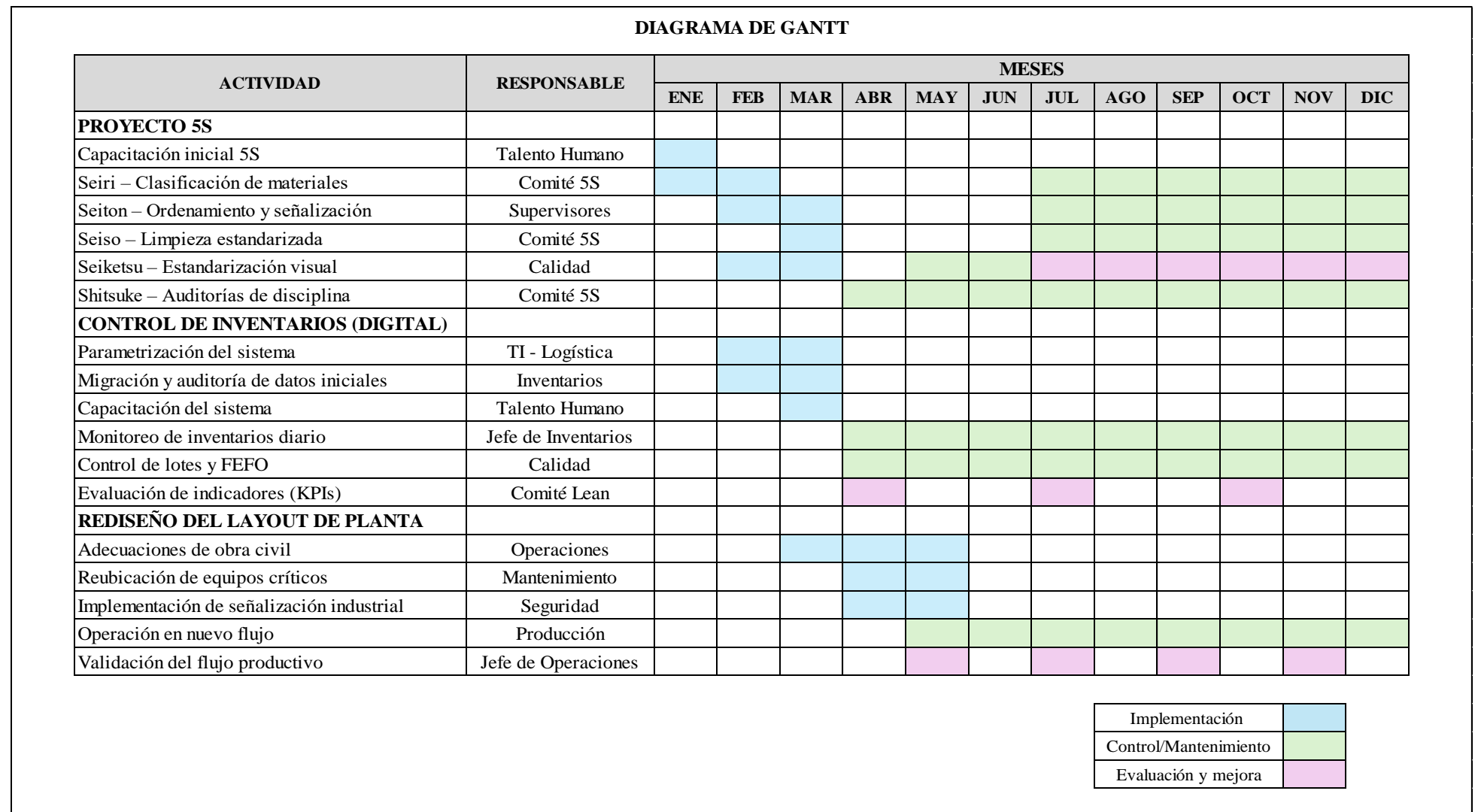
3.10. Planning de control

Para asegurar una correcta ejecución de las tres alternativas de mejora planteadas y garantizar la sostenibilidad de los resultados, se establece un cronograma de implementación y control a lo largo de 12 meses, distribuidos de acuerdo con la complejidad de cada propuesta.

En función de las necesidades identificadas, el objetivo de esta planificación establecida fue asegurar la permanencia de las mejoras propuestas en la empresa, por medio de un seguimiento sistemático, conforme a las alternativas de propuesta se mantengan su efectividad en el tiempo, previniendo los retrocesos, fomentando una cultura organizacional y mejora continua.

Se presenta la figura 39 el diagrama de Gantt de forma detallada y estructurada, para fortalecer la cadena de suministro garantizando que los resultados obtenidos aporten de manera eficiente a la empresa volviéndola más competitiva.

Figura 39. Cronograma de implementación.



Nota. Elaborado por los autores.

3.11. Marco de discusión

En la revisión sistemática de la literatura se observa que en la mayoría de las investigaciones en mejora de procesos se apoyan en metodologías como Lean y Six Sigma para desafiar problemas de desperdicio, variabilidad y bajo rendimiento. Estos métodos aparecen como las más utilizadas en industrias que buscan optimizar su cadena de suministro. Autores como Muñoz-Arcenales et al., (2022), Explican que Lean es esencialmente útil cuando existen desperdicios acumulados, mientras que Shokri, (2021) quien destaca que dichas herramientas son fundamentales para mejorar el rendimiento y la estabilidad operacional en entornos industriales. En consecuencia, los antecedentes analizados respaldan la selección metodológica de esta investigación y confirman que el uso de enfoques combinados da un buen respaldo para el estudio para tratar la cadena de suministro en la empresa.

En el diagnóstico, las técnicas de observación directa y las encuestas aplicadas al personal permitieron identificar que muchas tareas se realizaban sin un método claro, lo que afectaba la organización del proceso y la productividad. Estos hallazgos coinciden con lo que reportan estudios recientes. Por ejemplo, Henao-Sarache y Gómez (2020) señalan que cuando un proceso no cuenta con estándares ni se aplican herramientas de análisis, aparecen ineficiencias que reducen el desempeño. De igual forma, Hardcopf (2021) destaca que la falta de revisión sistemática genera desperdicios y afecta la estabilidad del flujo de trabajo. Además, Maldonado-Guzmán et al. (2024) explican que sin métodos definidos es común que se repitan fallas que afectan la eficiencia global. Lo encontrado en la empresa refleja exactamente lo que mencionan estos autores: que sin técnicas de análisis adecuadas y sin control claro de las actividades, los problemas se acumulan y terminan afectando la productividad.

Las acciones de mejora que se propusieron como ordenar las actividades, estandarizar tareas y aplicar herramientas de Lean Six Sigma ayudaron a que el proceso se vuelva más claro y estable. Esto coincide con lo que mencionan Henao, Sarache y Gómez (2020), quienes señalan que cuando una empresa organiza su flujo de trabajo y elimina pasos innecesarios, el desempeño mejora de forma evidente. Del mismo modo, Tampubolon (2021) explica que Lean Six Sigma logra resultados positivos porque permite atacar los problemas desde su causa raíz y no solo corregirlos superficialmente. Lo que se obtuvo en esta investigación también se relaciona con lo dicho por Maldonado-Guzmán et al. (2024), quienes encontraron que el uso de prácticas Lean mejora la eficiencia y reduce fallas repetitivas en procesos industriales.

CONCLUSIONES

1. Al complementar el estudio bibliométrico a la revisión de la literatura, se identificaron el enfoque, las metodologías y las herramientas eficientes para una mejora continua adecuadas en el sector industrial. Los criterios técnicos y el marco conceptual actualizado fueron realizados mediante el análisis de los artículos proporcionados con el fin de encaminar el desarrollo del trabajo investigativo, sustentando bajo información respaldada y apropiada la toma de decisiones metodológicas en el entorno productivo.
2. El diagnóstico del sistema operativo mostró diversos problemas que han reducido el rendimiento de la empresa, entre ellos actividades que no aportan valor, desviaciones e irregularidades en el flujo de trabajo y elementos que generan inestabilidad en las operaciones. El uso de técnicas de análisis permitió identificar las causas que originan estos problemas y evaluar su impacto en la productividad, comprobando la necesidad de emplear acciones a mejorar la consistencia y eficacia del proceso.
3. Las propuestas elaboradas mediante la metodología Lean Six Sigma manifiestan una mejora significativa en la eficiencia operativa de la planta procesadora de harina de pescado, mostrando porcentajes de optimización del 9.35 % en desperdicios de materia prima, 29,51 % en el rendimiento, lo cual significa que se aprovecha mejor la materia prima, además, 26.59 % en la distancia recorrida y un 9.04 % del tiempo de ciclo, debido a la reducción de desplazamiento y adecuaciones en el área de trabajo. Por otra parte, el nivel de sigma subió a 3.33, mostrando una mayor estabilidad con relación a los defectos. Todas estas mejoras fueron obtenidas por medio de propuestas del cumplimiento de las 5S, adecuada gestión con Odoo y la redistribución de áreas de Layout, en conjunto, de estas mejoras propuestas fortaleció el control operativo, minimizaran desperdicios y optimizar el sistema de la cadena de suministro en Rosmei S.A.

RECOMENDACIONES

Fortalecer la gestión de todos los documentos que la empresa posea, mediante la actualización continua de fuentes técnicas y la incorporación de estudios especializados sobre la mejora continua. Esto permitirá un fácil acceso a la información para futuras intervenciones, así como también, asegurar la coherencia entre la teoría y la práctica, y facilitar la selección de herramientas adecuadas para distintos escenarios operativos y proteger datos importantes.

Implementar un programa de monitoreo permanente del proceso productivo, apoyado en indicadores de desempeño que ayuden en el progreso, la eficiencia y un rendimiento estable de la empresa, así como también con mecanismos de control que permitan detectar desviaciones en una manera oportunamente. Este seguimiento debe incluir evaluaciones periódicas de las áreas críticas identificadas, con el fin de mantener la estabilidad operativa y evitar la reincidencia de las causas que afectan la productividad de Rosmei S.A.

Ejecutar de una manera progresiva la metodología Lean Six Sigma, dando prioridad a las acciones que generen mayor impacto en la reducción de pérdidas y en la mejora de los procesos de operación. Para que esta propuesta funcione, es conveniente brindar capacitación y entrenamiento al personal mientras se dan los cambios y realizar revisiones periódicas que aseguren la sostenibilidad de los resultados.

REFERENCIAS

- Abdelmonem, R., Abdellatif, M. M., Al-Samadi, I. E. I., & El-Nabarawi, M. A. (2021). Fórmula y Evaluación de Baclofen-Meloxicam Orally Disintegrating Tablets (ODTs) Using Co-Processed Excipients and Improvement of ODTs Performance Using Six Sigma Method. *Drug Design, Development and Therapy, Volume 15*, 4383–4402. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S327193>
- Adeodu, A., Maladzhi, R., Kana-Kana Katumba, M. G., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon, 9*(4), e14915. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915>
- Awaad, S., Mansour, D. M., Mahdi, I., & Abdelrasheed, I. (2024). Impact of material supply chain on the productivity optimization for the construction of roads projects. *Scientific Reports, 14*(1), 3294. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53660-6>
- Barsalou, M., & Starzyńska, B. (2023). Inquiry into the Use of Five Whys in Industry. *Quality Innovation Prosperity, 27*(1), 62–78. <https://doi.org/10.12776/qip.v27i1.1771>
- BCE. (2025, September 13). *Tasas de interés activas efectivas máximas*. Junta de Política y Regulación Financiera.
- Belhadi, A., Kamble, S., Jabbour, C. J. C., Gunasekaran, A., Ndubisi, N. O., & Venkatesh, M. (2021). Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries. *Technological Forecasting and Social Change, 163*, 120447. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120447>
- Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of Operations Research, 333*(2–3), 627–652. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>
- Bilgin, G. (2023). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el rendimiento en la industria del acero inoxidable: una receta de Turquía. *Revista Internacional de Lean Six Sigma, 14*(3), 534–554.
- Campos, G., & Lule, N. (2021). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai, 5*(13).

- Campoverde, C., Garzón, A., & Capa, M. (2025). Estrategia comercial para impulsar las exportaciones de harina de pescado ecuatoriano frente a Perú hacia el mercado chino 2024. *Ciencia Latina*, 9(1).
- Cao, R. Q., Schniederjans, D. G., & Gu, V. C. (2021). Stakeholder sentiment in service supply chains: big data meets agenda-setting theory. *Service Business*, 15(1), 151–175. <https://doi.org/10.1007/s11628-021-00437-w>
- Carrillo, M. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3148–3163. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2081
- Ccahuana-Ninavilca, Y. F., Rivera-Torcillas, W. F., Malpartida-Gutiérrez, J. N., Bringas-Ríos, V. Y., Olivera-Chura, A., & Torres-Huamaní, J. (2022). Aplicación del Six Sigma para incrementar la producción en las Industrias Harineras de Pescado. *FitoVida*, 1(2), 29–32. <https://doi.org/10.56275/fitovida.v1i2.12>
- Celis-Gracia, O., & Toscano, J. A. (2022). Implementación de la metodología Lean Sigma en un proceso de ensamble de engranes y cadenas: Caso de estudio. *Cultura Científica y Tecnológica*, 19(3). <https://doi.org/10.20983/culecyt.2022.3.2.2>
- Cleland, J. A. (2021). The qualitative orientation in medical education research. *Korean Journal of Medical Education*, 29(2), 61–71. <https://doi.org/10.3946/kjme.2017.53>
- Coughlin, K., & Posencheg, M. A. (2023). Common Quality Improvement Methodologies Including the Model for Improvement, Lean, and Six Sigma. *Clinics in Perinatology*, 50(2), 285–306. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2023.02.002>
- Cox, J. F. (2022). Using the theory of constraints to create a paradigm shift in organisation performance at a large primary care provider practice. *Health Systems*, 11(2), 126–159. <https://doi.org/10.1080/20476965.2021.1876533>
- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofo, K., Maladzhi, R., & Kana-Kana Katumba, M. G. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 8(3), e09043. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2021). Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición. *Pearson*.

- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Figueroa, L. J. M., Vidal, R. P. i, & Muro, J. C. S. D. (2022). Relationship between lean manufacturing tools and their sustainable economic benefits. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 123(3–4), 1269–1284. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-10208-0>
- Espinoza Freire, E. (2020). *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa*. 14(1).
- Fayyaz, A., Liu, C., Xu, Y., Khan, F., & Ahmed, S. (2025). Untangling the cumulative impact of big data analytics, green lean six sigma and sustainable supply chain management on the economic performance of manufacturing organisations. *Production Planning & Control*, 36(8), 1137–1154. <https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2348517>
- Felizardo, K., Kalinowski, M., Mendes, E., & Wohlin, C. (2020). Directrices para la estrategia de búsqueda para actualizar revisiones sistemáticas de literatura en ingeniería de software. *Tecnología de La Información y El Software*, 127.
- Ferrer-Blas, R. I., Galarcep-Barba, I., & Solano-Gaviño, J. C. (2024a). Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application. *Scientia Agropecuaria*, 15(4), 569–579. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042>
- Ferrer-Blas, R. I., Galarcep-Barba, I., & Solano-Gaviño, J. C. (2024b). Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application. *Scientia Agropecuaria*, 15(4), 569–579. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042>
- Gomaa, A. H. (2025a). Achieving operational excellence in manufacturing supply chains using lean six sigma: a case study approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2024-0045>
- Gomaa, A. H. (2025b). Achieving operational excellence in manufacturing supply chains using lean six sigma: a case study approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2024-0045>
- Gonzales, S., & Estrada, F. (2020). Optimización energética y económica de una planta de harina de pescado mediante análisis exergético y determinación experimental del calor específico de sus flujos de mezcla. *Dialnet*, 25(1).

- Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2020). *Metodología de la investigación sexta edición*. https://www.academia.edu/24753853/Metodologia_de_la_Investigacion_Sampieri_6ta_edicion_
- Hussien Gomaa, A. (2025). Optimizing Manufacturing Supply Chains Using a Strategic Lean Six Sigma Framework: A Case Study. *International Journal of Inventive Engineering and Sciences*, 12(3), 20–33. <https://doi.org/10.35940/ijies.F8211.12030325>
- Ishak, A., Siregar, K., Ginting, R., & Gustia, D. (2020). A systematic literature review of lean six sigma. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 012096. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012096>
- Kumarasamy, R., Sankaranarayanan, B., Ali, S. M., & Priyanka, R. (2025). Improving organizational performance: leveraging the synergy between Industry 4.0 and Lean Six Sigma to build resilient manufacturing operations. *OPSEARCH*. <https://doi.org/10.1007/s12597-025-00904-2>
- La Organización de Ingredientes Marinos. (2024). Actualización global de harina y aceite de pescado. *Organización de Harina y Aceite de Pescado*.
- Lara Martínez, O. R., Mijangos López, J. A., & Rincón Zapata, O. J. (2024). La importancia de la cadena de suministros en las empresas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2791>
- López Gómez, E. (2020). *El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica*. 21(1).
- McDermott, O., Antony, J., Bhat, S., Jayaraman, R., Rosa, A., Marolla, G., & Parida, R. (2022). Lean Six Sigma in Healthcare: A Systematic Literature Review on Motivations and Benefits. *Processes*, 10(10), 1910. <https://doi.org/10.3390/pr10101910>
- McDermott, O., Antony, J., Sony, M., & Daly, S. (2021). Barriers and Enablers for Continuous Improvement Methodologies within the Irish Pharmaceutical Industry. *Processes*, 10(1), 73. <https://doi.org/10.3390/pr10010073>

- Medina Romero, M. Á., Hurtado Tiza, D. R., Muñoz Murillo, J. P., Ochoa Cervantez, D. O., & Izundegui Ordóñez, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>
- Meesena, W., & Thompson, R. (2022). Optimización del tiempo de producción en sistemas de fabricación eficiente. *Cornell University*.
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). Previsiones sobre la pesca y la acuicultura 2022-2032 . *El Estado Mundial de La Pesca y La Acuicultura 2024*.
- Peñañiel Mora, V. F., & Mora Oleas, J. C. (2025). Framework for interdisciplinary research between engineering and behavioral sciences. *Discover Education*, 4(1), 496. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00916-6>
- Pezzali, J. G., Lambie, J. G., Verbrugge, A., & Shoveller, A. K. (2024). Minimum methionine requirement in adult cats as determined by indicator amino acid oxidation. *Journal of Animal Science*, 102. <https://doi.org/10.1093/jas/skad411>
- Piña-Ferrer, L. S. (2023). El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(15), 1–3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i15.2440>
- Ponce, L., & Proaño, W. (2021). *Multi-criteria decision-making in the selection of local development projects to strengthen decision-making*. 14(2).
- Priyadarshini, J., Singh, R. K., Mishra, R., & Bag, S. (2022). Investigating the interaction of factors for implementing additive manufacturing to build an antifragile supply chain: TISM-MICMAC approach. *Operations Management Research*, 15(1–2), 567–588. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00259-7>
- Punine Centeno, C. C. (2024). *Impacto del Proceso de Producción de Harina de Pescado en los Costos de la Empresa*.
- Quezada, G., Castro-Arellano, M. del P., Oliva, J., Gallo, C., & Quezada-Castro, M. del P. (2020). Método Delphi como estrategia didáctica en la formación de semilleros de investigación. *Revista Innova Educación*, 2(1), 78–90. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.01.005>

- Ramakrishnan, V., Ramasamy, N., Dev Anand, M., & Santhi, N. (2024a). Supply Chain Management Efficiency Improvement in the Automobile Industry Using Lean Six Sigma and Artificial Neural Network. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *71*, 3278–3294. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3332147>
- Ramakrishnan, V., Ramasamy, N., Dev Anand, M., & Santhi, N. (2024b). Supply Chain Management Efficiency Improvement in the Automobile Industry Using Lean Six Sigma and Artificial Neural Network. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *71*, 3278–3294. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3332147>
- Rodriguez, F. G., Angulo-Solano, M., Malpartida, A., & Algoner, W. C. (2024). Systematic Review of the Impact of Lean Six Sigma on Sustainability Practices in a Practical Approach in the Food Industry. *Revisión Sistemática Del Impacto de Lean Six Sigma Desde Un Enfoque Práctico En La Industria Alimentaria*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.1082>
- Sallam, M. (2024). Enhancing Hospital Pharmacy Operations Through Lean and Six Sigma Strategies: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.57176>
- Scott, E. L., Bhamra, T., Mohammed, M. I., & Johnson, A. A. (2023). Investigating knitwear product development in small and medium enterprises: A report of practices related to environmental sustainability. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *7*, 100105. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100105>
- Shokri, A., & Li, G. (2020). Green implementation of Lean Six Sigma projects in the manufacturing sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, *11*(4), 711–729. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0138>
- Shrivastava, A., & Mishra, R. P. (2025). Deploying lean six sigma and industry 4.0 framework in an auto motive manufacturing organization for establishing circular economy. *OPSEARCH*. <https://doi.org/10.1007/s12597-025-00952-8>
- Sindhwani, R., Vaidya, O. S., Antony, J., & Shokri, A. (2023). Evaluating Performance of Projects Using Six Sigma Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *70*(10), 3539–3552. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3092885>
- Telenchana, L. S. L., Pérez, R. G. M., Luzuriaga, S. G., & Villacrés, M. F. R. (2024). Systematic study on the application of lean six sigma in improving efficiency, quality and safety in

- the food industry. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(9), 6667. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i9.6667>
- Thakur, V., Akerele, O. A., & Randell, E. (2023). Lean and Six Sigma as continuous quality improvement frameworks in the clinical diagnostic laboratory. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 60(1), 63–81. <https://doi.org/10.1080/10408363.2022.2106544>
- Verma, N., Sharma, V., & Badar, M. A. (2021). Entropy-Based Lean, Energy and Six Sigma Approach to Achieve Sustainability in Manufacturing System. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(8), 8105–8117. <https://doi.org/10.1007/s13369-021-05826-x>
- Vite-Cochachin, S. D., Colan-Aranibar, B. L., & Escobedo-Bailón, F. E. (2023). Lean Six Sigma y su aplicación para la mejora de procesos en los sistemas de gestión para el control de inventarios. *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, 3(2). <https://doi.org/10.52248/eb.Vol3Iss2.70>
- Weston, L. E., Krein, S. L., & Harrod, M. (2021). Using observation to better understand the context of healthcare and document phenomena in the usual environment. *Qualitative Research in Medicine & Healthcare*, 5(3), 9821. <https://doi.org/10.4081/qrmh.2021.9821>
- Wilson, L. (2010). How to implement Lean Manufacturing. *Mc Graw Hill*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Yang, H., Rao, P., Simpson, T., Lu, Y., Witherell, P., Nassar, A. R., Reutzel, E., & Kumara, S. (2021). Six-Sigma Quality Management of Additive Manufacturing. *Proceedings of the IEEE*, 109(4), 347–376. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.3034519>
- Yusuf, K., Kifayah, A., & Sapta, A. (2024). A Design of Procurement Managing Tool Based on the Lean Six Sigma-DMADV: A Case Study of an Indonesian Fishery Company. *Quality-Access to Success*, 25(199). <https://doi.org/10.47750/QAS/25.199.15>
- Zevallos-Murillo, B. A., Rodríguez-Anticona, M. Á., & Rojas-Polo, J. E. (2023). Improvement of anchovy meal quality using six sigma and analytical tools in the supply process.

Mejoramiento de La Calidad de La Harina de Anchoveta Mediante Seis Sigma y Herramientas Analíticas . <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.580>

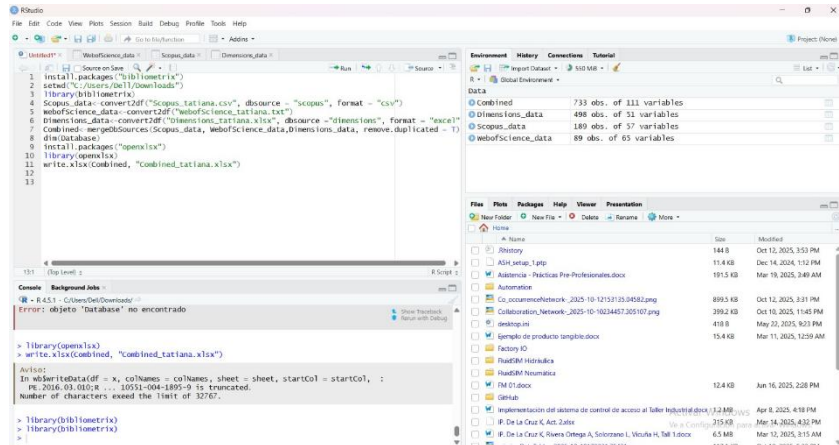
Zgodavova, K., Bober, P., Majstorovic, V., Monkova, K., Santos, G., & Juhaszova, D. (2020). Innovative Methods for Small Mixed Batches Production System Improvement: The Case of a Bakery Machine Manufacturer. *Sustainability*, *12*(15), 6266. <https://doi.org/10.3390/su12156266>

Zhang, G., Yang, Y., & Yang, G. (2023). Smart supply chain management in Industry 4.0: the review, research agenda and strategies in North America. *Annals of Operations Research*, *322*(2), 1075–1117. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04689-1>

Zheng, Y., Liu, L., Shi, V., Huang, W., & Liao, J. (2022). A Resilience Analysis of a Medical Mask Supply Chain during the COVID-19 Pandemic: A Simulation Modeling Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(13), 8045. <https://doi.org/10.3390/ijerph19138045>

ANEXOS

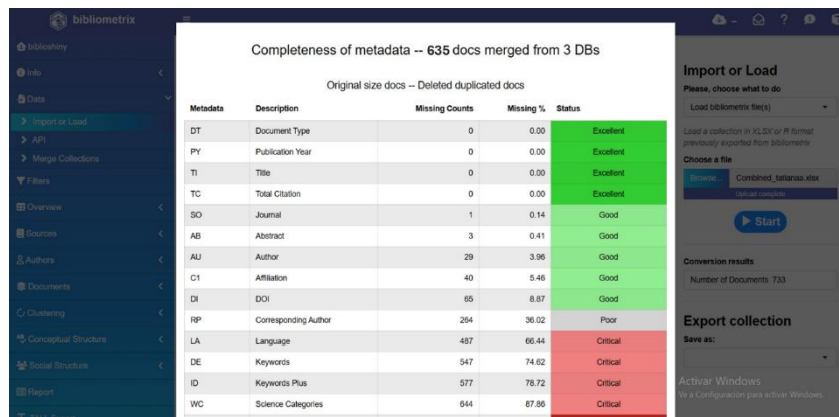
Anexo 1. Unión de base de datos



Nota: Datos obtenidos en RStudio.

El primer anexo muestra cómo se unieron las bases de datos en RStudio, destacando que durante este proceso se eliminaron los documentos repetidos encontrados en los motores de búsqueda (Dimensions, Web of Science y Scopus), con el fin de revisar solo la información realmente útil para las variables del estudio.

Anexo 2. Elaboración de gráficas en Bibliometrix



Nota: Obtenido del software Bibliometrix.

El Anexo 2 presenta una gráfica que muestra la complejidad de los metadatos correspondientes a un total de 635 artículos, los cuales fueron integrados a partir de la fusión de tres bases de datos principales. En esta representación se analiza la proporción de campos incompletos o ausentes en cada una de las variables seleccionadas, lo que permite evaluar la calidad, consistencia y grado de completitud de la información recopilada.

Anexo 3. Criterios de inclusión y exclusión

Aspecto	Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Periodo de publicación	Estudios publicados entre 2020 y 2025, garantizando información actualizada y pertinente.	Publicaciones anteriores a 2020, por considerarse desactualizadas respecto al estado del arte.
Idioma	Documentos escritos en español o inglés	Estudios publicados en otros idiomas que dificulten el análisis.
Accesibilidad	Investigaciones con texto completo disponible en bases de datos académicas reconocidas.	Trabajos sin acceso completo, restringidos a resúmenes o referencias.
Enfoque temático	Estudios que aborden la optimización de la cadena de suministro mediante la metodología Lean Six Sigma, incluyendo casos de aplicación en el sector industrial o logístico.	Publicaciones que no estén vinculadas con la cadena de suministro o que utilicen metodologías diferentes a Lean Six Sigma.
Tipo de fuente	Artículos científicos, tesis de posgrado, revisiones sistemáticas.	Fuentes no académicas como blogs, páginas web, notas de prensa, artículos de divulgación sin rigor científico.
Aplicabilidad	Investigaciones que presenten resultados, propuestas metodológicas o experiencias prácticas transferibles al contexto empresarial de ROSMEI S.A., Chanduy.	Estudios cuyo enfoque no sea aplicable al sector industrial, logístico o de cadenas de suministro.

Nota. Elaborado por los autores.

Los criterios de inclusión y exclusión en el tercer anexo garantizan la rigurosidad y la validez del mapeo sistemático, permitiendo seleccionar únicamente aquellos estudios que resulten pertinentes para el análisis. Existiendo variables como el periodo de publicación, idioma, accesibilidad, enfoque temático, tipo de fuente y aplicabilidad. Asegurando que el tema se base a la literatura científica actual.

Anexo 4. Cantidad de documentos encontrados

Base de Datos	Cantidad de Artículos
Web of Science	189
Dimensions	411
Scielo	35
Total	635

Nota: Elaborado por los autores.

Anexo 5. Criterios de elegibilidad

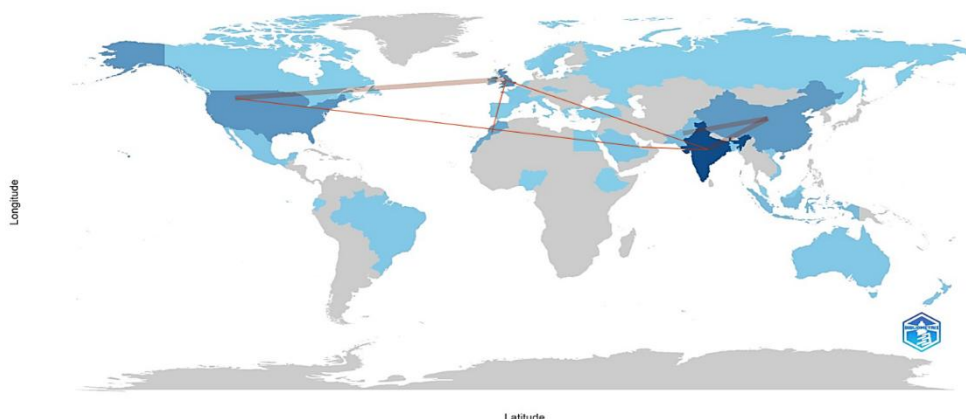
Criterio de elegibilidad	Descripción	Cumple	No cumple
Periodo de publicación	El artículo fue publicado entre 2020 y 2025.	✓	
Idioma	El documento está escrito en español o inglés.	✓	
Acceso al documento	El estudio cuenta con texto completo disponible en bases de datos académicas.	✓	
Relevancia temática	Aborda la optimización de la cadena de suministro con aplicación de Lean Six Sigma.	✓	
Tipo de fuente	Es un artículo científico, revisión, tesis o conferencia académica con rigor metodológico.	✓	
Aplicabilidad	Presenta resultados, propuestas o experiencias que puedan adaptarse al contexto de ROSMEI S.A., Chanduy.	✓	
Calidad metodológica	El estudio presenta un diseño investigativo sólido (mapeo sistemático, estudio de caso, revisión).	✓	

Nota: Elaborado por los autores.

Como resultados de búsquedas, nos dieron como resultados de 635 artículos, en el Anexo 5 especificamos los criterios de elegibilidad para la recolección de la data de cada estudio. Presentando la valoración de cada artículo en cuanto a su elegibilidad, aplicando los criterios de selección y priorizando aquellos que resultan eficientes para el estudio.

Anexo 6. Mapa bibliométrico de países con mayor aporte investigativo

Country Collaboration Map



Nota: Elaborado por los autores.

El mapa de colaboración del anexo 6, entre países muestra a India como el principal centro de cooperación internacional, destacada en azul oscuro y conectada con Estados Unidos, Reino Unido y algunos países europeos. Las tonalidades más claras reflejan menor participación, evidenciando que la colaboración se concentra principalmente en regiones con mayor actividad científica.

A7	(Ferrer-Blas et al., 2024a)	Lean Manufacturing in Food Production: systematic review, bibliometric analysis, and proposed application	LM	Scopus
A8	(Gomaa, 2025a)	Achieving operational excellence in manufacturing supply chains using lean six sigma: a case study approach	LSS	Scopus
A9	(Zgodavova et al., 2020)	Innovative Methods for Small Mixed Batches Production System Improvement: the Case of a Bakery Machine Manufacturer	LSS	Dimensions
A10	(Sallam, 2024)	Improving hospital pharmacy operations through lean and six sigma strategies: a systematic review.	LSS	Dimensions
A11	(Awaad et al., 2024)	Impact of the materials supply chain on productivity optimization for road construction projects.	MRP	Dimensions
A12	(Coughlin & Posencheg, 2023)	Common quality improvement methodologies, including the improvement model, lean, and six sigma.	LSS	Dimensions
A13	(Daniyan et al., 2022)	Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry	LSS	Dimensions
A14	(Verma et al., 2021)	Lean, energy, and entropy based Six Sigma approaches to achieving sustainability in the manufacturing system.	JIT	Dimensions
A15	(Pezzali et al., 2024)	Minimum methionine requirement in adult cats determined by the amino acid oxidation indicator.	JIT	Dimensions
A16	(Zhang et al., 2023)	Smart supply chain management in Industry 4.0: review, research agenda, and strategies in North America.	SCM	Dimensions
A17	(Thakur et al., 2023)	Lean and Six Sigma as continuous quality improvement frameworks in the clinical diagnostic laboratory.	LSS	Dimensions
A18	(Díaz-Reza et al., 2022)	Relationship between lean manufacturing tools and their sustainable economic benefits.	LM	Dimensions
A19	(Priyadarshini et al., 2022)	Investigating the Interaction of Factors for Implementing Additive Manufacturing to Build an Antifragile Supply Chain: A TISM-MICMAC Approach.	SIX SIGMA	Dimensions
A20	(Abdelmonem et al., 2021)	Fórmula and Evaluation of Baclofen-Meloxicam Orally Disintegrating Tablets (ODTs) Using Co-Processed Excipients and Improving ODT Yield Using the Six Sigma Method.	SIX SIGMA	Dimensions
A21	(Zheng et al., 2022)	A Resilience Analysis of a Medical Mask Supply Chain During the COVID-19 Pandemic: A Simulation Modeling Approach.	SCOR	Dimensions
A22	(Yang et al., 2021)	Six-Sigma Quality Management in Additive Manufacturing.	SCOR	Dimensions

A23	(Belhadi et al., 2021)	Manufacturing and Services Supply Chain Resilience to the COVID-19 Outbreak: Lessons Learned from the Automotive and Airline Industries.	SCM	Dimensions
A24	(Cao et al., 2021)	Stakeholder Sentiment in Services Supply Chains: Big Data Meets Agenda-Setting Theory.	LSS	Dimensions
A25	(Belhadi et al., 2024)	Artificial intelligence-driven innovation to improve supply chain resilience and performance under the influence of supply chain dynamism: An empirical investigation.	LSS	Dimensions
A26	(Cox, 2022)	Using the theory of constraints to create a paradigm shift in organizational performance in a large primary care provider practice.	TOC	Dimensions
A27	(Ramakrishnan et al., 2024b)	Improving supply chain management efficiency in the automotive industry using lean six sigma and artificial neural networks.	LSS	Web of Science
A28	(McDermott et al., 2021)	Barriers and Enablers for Continuous Improvement Methodologies within the Irish Pharmaceutical Industry	LSS	Dimensions
A29	(Shrivastava & Mishra, 2025)	Implementation of the Lean Six Sigma and Industry 4.0 Framework in an Automotive Manufacturing Organization to Establish a Circular Economy.	LSS	Web of Science
A30	(Telenchana et al., 2024)	A Systematic Study on the Application of Lean Six Sigma in Improving Efficiency, Quality, and Safety in the Food Industry.	LSS	Web of Science
A31	(Gomaa, 2025b)	Achieving Operational Excellence in Manufacturing Supply Chains Using Lean Six Sigma: A Case Study Approach.	SIX SIGMA	Web of Science
A32	(Ferrer-Blas et al., 2024b)	Lean Manufacturing in Food Production: Systematic Review, Bibliometric Analysis, and Proposed Application.	LM	Web of Science
A33	(A. Shokri & Li, 2020)	Green implementation of lean six sigma projects in the manufacturing sector	LSS	Scopus

Anexo 9. Herramientas de las metodologías

Herramientas utilizadas	Artículos relacionados	Cantidad	Descripción de la relación
JIT	A1, A31, A32	3	Relacionado con la optimización de tiempos de entrega y reducción de inventarios en los artículos citados.
Modelo de calidad bidimensional de Kano	A1	1	Aplicado en los artículos para identificar y priorizar atributos de calidad percibidos por el cliente.
DMAMC	A2, A8, A9, A31, A12, A14, A22, A27, A28, A29, A30	11	Utilizado en los artículos como metodología estructurada para la mejora continua de procesos

DMADV	A3	1	Implementado en el artículo para el diseño y desarrollo de nuevos procesos/productos con base en Six Sigma.
VSM, Ishikawa, Poka yoke, Kaizen, 5S, FMEA, Plan control de procesos,	A4, A7, A8, A10, A12, A13, A14, A27, A28, A29, A27, A30, A31, A32, A33	15	Herramientas de Lean Six Sigma aplicadas en los artículos para identificar desperdicios, analizar causas raíz, estandarizar procesos y asegurar la calidad.
Kanban	A5, A28, A29, A31, A32, A33	6	Empleado en los artículos como sistema visual de control de flujo e inventarios en la cadena de suministro.
Dematel	A6	1	Usado en el artículo para analizar relaciones de causa-efecto entre variables de la cadena de suministro.
SCOR	A11, A16	2	Adoptado en los artículos para modelar, medir y comparar el desempeño de la cadena de suministro.
PDSA	A12, A17	2	Relacionado con la mejora continua mediante ciclos iterativos de planificación, ejecución, verificación y acción.
SMED	A13, A28, A29, A32	4	Aplicado en los artículos para reducir tiempos de cambio de maquinaria y aumentar flexibilidad productiva.
LESSVSM	A14	1	Herramienta usada en el artículo para mapear procesos de manera simplificada en entornos de mejora Lean.
Análisis de riesgos y resiliencia	A21	1	Aplicado para evaluar vulnerabilidades y fortalecer la capacidad de respuesta de la cadena.
Indicadores claves (KPIs)	A21, A26, A28	3	Empleados en los artículos para medir el rendimiento de procesos y cadenas de suministro.
Diseño de experimentos DOE	A22	1	Usado para validar hipótesis y optimizar parámetros en entornos productivos.
Simulación de procesos de fabricación	A22	1	Herramienta aplicada para evaluar escenarios de producción y mejorar la toma de decisiones.
Tiempo de Recuperación (TTR):	A23	1	Relacionado con la medición de la resiliencia y velocidad de recuperación ante interrupciones.
Cuestionarios, encuestas y entrevistas	A23, A25, A27	3	Herramientas de recolección de datos empíricos aplicadas en los artículos para validar información.
Agenda-Setting Theory	A24	1	Relacionada con el análisis del impacto de la comunicación y medios en la percepción de los stakeholders.
Science mapping (IEKO)	A24, A33	2	Aplicado para visualizar, analizar y mapear el desarrollo del conocimiento en el campo estudiado.
Teoría del Procesamiento de Información Organizacional (OIPT)	A25, A27	2	Empleada en los artículos para explicar cómo se gestiona la información en entornos dinámicos.
Teoría de las Restricciones (TOC)	A26, A30	2	Aplicada en los artículos para identificar cuellos de botella y mejorar el desempeño global del sistema.
SPC	A27, A28, A29, A30	4	Utilizado para monitorear y controlar la variabilidad en los procesos.
Gráficas de control ("X-bar" y "R-chart")	A28, A32	2	Herramientas aplicadas en los artículos para el seguimiento de la estabilidad y capacidad del proceso.



Nota: Elaborado por los autores.

Anexo 10. Observaciones en Rosmei S.A





Nota: Elaborado por los autores

Anexo 11. Formato de observaciones

		OBSERVACIONES ROSMEI S.A			
EMPRESA: FECHA: ELABORADO POR:		UBICACIÓN: TABLA:			
NÚMERO	OBSERVACIONES	FRECUENCIA	RESULTADOS		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Observación:					

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 12. Formato de observaciones realizada en Rosmei S.A

		OBSERVACIONES ROSMEI S.A		
EMPRESA: Rosmei S.A FECHA: 5/09/2025 ELABORADO POR: Merchán V. Fernanda; Yagual E. Freddy		UBICACIÓN: Parroquia Chanduy, Cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena, entrada por la carretera principal Guayas - Salinas kilómetro 110 TABLA: 1		
NÚMERO	OBSERVACIONES	FRECUENCIA	RESULTADOS	
1	Retrasos por falta de coordinación entre turnos	9	Genera pérdida de tiempo productivo y disminución del rendimiento en la producción de harina de pescado.	
2	Mala distribución de áreas	20	Provoca desorganización en el flujo de materiales y personal, generando cuellos de botella en el proceso productivo.	
3	Movimientos innecesarios en planta	7	Aumenta los tiempos operativos y reduce la eficiencia de las actividades productivas.	
4	Altos costos de producción	18	Reduce la rentabilidad del proceso, afectando la competitividad de la empresa.	
5	Altos niveles de desperdicio en producción	10	Incrementa el consumo de materia prima y genera pérdidas económicas significativas.	
6	Retrasos por mantenimiento y limpieza de equipos	2	Ocasiona paradas no programadas que afectan el cumplimiento del cronograma de producción.	
7	Falta de control de inventarios	34	Genera desabastecimiento o exceso de materiales, afectando la planificación y el control de la producción.	
Observación: Es importante identificar los principales factores que afectan la eficiencia y productividad en la empresa Rosmei S.A., con el fin de establecer estrategias de mejora continua que optimicen la cadena de suministro y fortalezcan la gestión de producción.				

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 13. Cuestionario estructurado de recolección de datos

Instrumento: Cuestionario defectos presentes en el proceso de producción de harina
 Estimado(a) trabajador que opina usted acerca de los defectos presentes en el proceso de producción de harina. Marque con una x de acuerdo con la puntuación que usted considera que cumple cada ítem:

Nombre:

Área:

Pregunta 1.

¿Cree usted que en su área se aprovechan bien los recursos y casi no se desperdicia material?

- | | |
|----|-------------------|
| 1. | Muy en desacuerdo |
| 2. | En desacuerdo |
| 3. | Indiferente |
| 4. | De acuerdo |
| 5. | Muy de acuerdo |

Pregunta 2.

¿Piensa que los tiempos de espera en su trabajo son cortos y no retrasan la producción?

- | | |
|----|-------------------|
| 1. | Muy en desacuerdo |
| 2. | En desacuerdo |
| 3. | Indiferente |
| 4. | De acuerdo |
| 5. | Muy de acuerdo |

Pregunta 3.

¿Considera que los procesos en su área cumplen con los estándares de calidad establecidos?

- | | |
|----|-------------------|
| 1. | Muy en desacuerdo |
|----|-------------------|


2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 4.	
¿Cree usted que existen mecanismos claros para detectar y corregir errores a tiempo en su trabajo?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 5.	
¿Piensa que las ideas y sugerencias de los trabajadores se toman en cuenta para mejorar los procesos?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 6.	
¿Cree usted que en su área se realizan mejoras constantes que ayudan a trabajar mejor?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 7.	
¿Considera que las mejoras aplicadas se revisan periódicamente para asegurar que sean efectivas?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 8.	
¿Usted considera que su área de trabajo se mantiene ordenada y limpia, facilitando sus actividades?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 9.	
¿Cree usted que las herramientas y materiales que necesita están disponibles y son fáciles de encontrar?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente

4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 10.	
¿Piensa que los espacios de trabajo están organizados de manera que permiten trabajar de forma segura y rápida?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 11.	
¿Considera que los materiales e insumos llegan a tiempo y en buen estado para poder trabajar sin retrasos?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 12.	
¿Cree usted que el proceso de descarga de materia prima se realiza de manera rápida y sin demoras?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 13.	
¿Piensa que las fallas en la recepción de insumos afectan el inicio de la producción?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 14.	
¿Cree usted que los procesos de producción en su área están bien definidos y son fáciles de seguir?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 15.	
¿Considera que las normas y procedimientos ayudan a reducir errores o reprocesos en la producción?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 16.	

¿Piensa que los inventarios están bien controlados y actualizados, evitando faltantes o acumulaciones innecesarias?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 17.	
¿Cree usted que la empresa aplica métodos adecuados (como FIFO/FEFO) para que los materiales se usen en el orden correcto?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 18.	
¿Considera que los productos terminados se almacenan en buenas condiciones que permiten conservar su calidad?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 19.	
¿Piensa que los recorridos internos para mover productos son cortos y ayudan a ahorrar tiempo y esfuerzo?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo
Pregunta 20.	
¿Cree usted que sería posible disminuir los tiempos en las operaciones de almacenamiento y distribución para que el proceso sea más ágil y eficiente?	
1.	Muy en desacuerdo
2.	En desacuerdo
3.	Indiferente
4.	De acuerdo
5.	Muy de acuerdo

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 14. Validación de encuesta por expertos


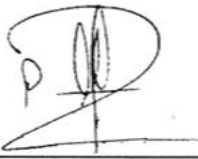
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
<p>ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS Opinión: Yo <u>Edison Buenaño Buenaño</u>, con CI: <u>120451063-6</u> requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, MERCHAN VERA TATIANA FERNANDA con CI: 2450694639, YAGUAL ESPINOZA FREDDY ANDRÉS con CI: 0952148211 para evaluar mediante el método Delphi la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a los operadores de la empresa Rosmei S.A dedicada a la producción de harina de pescado, señalo lo siguiente:</p>		
 FIRMA		
<p>TEMA: "OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR"</p>		
No.	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree usted que en su área se aprovechan bien los recursos y casi no se desperdicia material?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Piensa que los tiempos de espera en su trabajo son cortos y no retrasan la producción?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Considera que los procesos en su área cumplen con los estándares de calidad establecidos?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que existen mecanismos claros para detectar y corregir errores a tiempo en su trabajo?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa que las ideas y sugerencias de los trabajadores se toman en cuenta para mejorar los procesos?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Cree usted que en su área se realizan mejoras constantes que ayudan a trabajar mejor?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
7	¿Considera que las mejoras aplicadas se revisan periódicamente para asegurar que sean efectivas?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Usted considera que su área de trabajo se mantiene ordenada y limpia, facilitando sus actividades?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Cree usted que las herramientas y materiales que necesita están disponibles y son fáciles de encontrar?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Piensa que los espacios de trabajo están organizados de manera que permiten trabajar de forma segura y rápida?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
11	¿Considera que los materiales e insumos llegan a tiempo y en buen estado para poder trabajar sin retrasos?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
12	¿Cree usted que el proceso de descarga de materia prima se realiza de manera rápida y sin demoras?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
13	¿Piensa que las fallas en la recepción de insumos afectan el inicio de la producción?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
14	¿Cree usted que los procesos de producción en su área están bien definidos y son fáciles de seguir?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
15	15. ¿Considera que las normas y procedimientos ayudan a reducir errores o reprocesos en la producción?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
16	¿Piensa que los inventarios están bien controlados y actualizados, evitando faltantes o acumulaciones innecesarias?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
17	¿Cree usted que la empresa aplica métodos adecuados para que los materiales se usen en el orden correcto?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
18	¿Considera que los productos terminados se almacenan en buenas condiciones que permiten conservar su calidad?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
19	¿Piensa que los recorridos internos para mover productos son cortos y ayudan a ahorrar tiempo y esfuerzo?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>
20	¿Cree usted que sería posible disminuir los tiempos en las operaciones de almacenamiento y distribución para que el proceso sea más ágil y eficiente?	1 2 3 4 5 <input checked="" type="checkbox"/>

Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

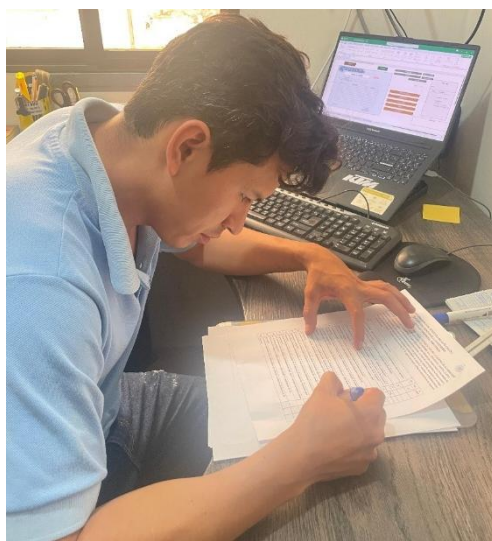
DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRE:	<u>Edison Buenaño Buenaño</u>
PROFESIÓN:	<u>Ingeniero Industrial</u>
AÑOS DE EXPERIENCIA:	<u>8 años</u>
TELÉFONO:	<u>0993292504</u>
CORREO:	<u>ebuenano@upse.edu.ec</u>
FECHA DE VALIDACION:	<u>23 Sep 2025</u>

Nota: Elaborado por los autores.

Anexo 15. Permiso de levantamiento de datos en Rosmei S.A

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
La Libertad, 19 de mayo del 2025		
<p>ING. José López Peña GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA ROSMEI S.A. Presente. -</p>		
<p>De mi consideración:</p>		
<p>Nosotros, MERCHÁN VERA TATIANA FERNANDA con cédula de identidad N° 2450694639 y YAGUAL ESPINOZA FREDDY ANDRÉS con cédula de identidad N° 0952148211 nos dirigimos a usted respetuosamente y exponemos:</p>		
<p>En la actualidad cursamos el último semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, misma que solicito a usted de la manera más cometida y respetuosa, ejecutar el respectivo levantamiento de información necesario para la realización de mi trabajo de integración curricular con título: "OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN ROSMEI S.A., CHANDUY, SANTA ELENA-ECUADOR".</p>		
<p>De esta manera cumplir con el requisito previo para la obtención de mi título profesional, sin nada más que acotar le deseo éxitos en sus labores y bendiciones.</p>		
 _____ Merchán Vera Tatiana Fernanda tatiana.merchanvera@upse.edu.ec	 _____ Yagual Espinoza Freddy Andrés freddy.yagualespinoza@upse.edu.ec	
 _____ ING. José López Peña rosmei@rosmei.com		

Anexo 16. Encuesta al gerente general de la empresa



Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 17. Resultados de encuesta tabulados

*spss cuestionario.sav [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos (Modo de prueba)

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

25 :

ID	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_10	P_11	P_12	P_13	P_14	P_15	P_16	P_17	P_18	P_19	P_20	
1	1	3	3	3	2	4	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	2	2	4	3	4
2	2	4	4	4	3	4	5	3	4	3	3	4	3	5	4	5	3	3	4	4	5
3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	2	2	4	3	4
4	4	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4	3	4
5	5	4	4	4	3	4	5	3	4	3	4	5	3	4	3	5	3	3	5	4	5
6	6	3	4	4	3	5	4	3	4	3	3	5	5	5	4	4	3	3	5	3	4
7	7	4	4	3	2	4	3	4	3	2	3	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4
8	8	4	3	4	3	5	4	3	3	3	3	4	3	4	5	4	3	3	5	3	5
9	9	3	4	3	2	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4
10	10	3	3	4	2	4	3	4	3	2	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					

Nota. Elaborado en Software SPSS.

Anexo 18. Desorganización de las áreas



Nota: Elaborado por los autores

Anexo 19. Registros en físicos

CHEK LIST INGRESO

Descripción	Unidad	Encargado	Características	Volumen (x50kg)
Transportador helicoidal abierto				
Transportador helicoidal abierto				
Transportador helicoidal cerrado				
Transportador helicoidal cerrado				
Tanque de agua simple				
Transportador rastra abierta				
Cocina Nueva				
Cocina vieja				
Cocina grande				
Transportador helicoidal desaguador				
Transportador helicoidal alimentador de prensa				
Transportador helicoidal salida de prensa 1				
Transportador helicoidal salida de prensa 2				
Transportador helicoidal alimentador de secador				
Secador				
Ventilador 1 cámara de fango				
Ventilador 2 cámara de fango				
Ventilador cámara de humo				
Tanque de bunker de secadora				
Transportador helicoidal salida de secador				
Transportador helicoidal alimentador de molino				
Molino				
Ventilador de molino				
Disco que alimenta tolva 1				
Tolva 1				
Transportador que alimenta tolva 2				
Tolva 2				
Conversor				
Horcha de desfosforación fish add líquido				
Horcha de desfosforación granos				
Transportador salida para tolvas				
Transportador de salida para big bag				
Generador				
Tanque principal de diesel				
Tanque secundario de diesel				
Pulidora de diesel				
Torre de enfriamiento				
Tanque de agua				
Calderón				
Calderón 1				
Calderón 2				
Tanque bunker				
Tanque de agua				
Torre de enfriamiento				
Tanque de agua				
Filtro agua dulce				
Efecto 1				
Efecto 2				
Efecto 3				
Tanque de caldo 1				
Tanque de caldo 2				
Tanque de agua 1				
Tanque de agua 2				
Centrifuga 1				
Centrifuga 2				
Separadora 1				
Separadora 2				
Tanque 1				
Tanque 2				
Tanque 3				
Tanque 4				
Tanque 5				
Tanque 6				
Tanque 7				
Tanque 8				
Tanque 9				
Tanque 10				
Tanque 11				
Tanque 12				
Tanque 13				
Tanque 14				
Tanque 15				
Tanque 16				
Tanque 17				
Tanque 18				
Tanque 19				
Tanque 20				
Tanque 21				
Tanque 22				
Tanque 23				
Tanque 24				
Tanque 25				
Tanque 26				
Tanque 27				
Tanque 28				
Tanque 29				
Tanque 30				
Tanque 31				
Tanque 32				
Tanque 33				
Tanque 34				
Tanque 35				
Tanque 36				
Tanque 37				
Tanque 38				
Tanque 39				
Tanque 40				
Tanque 41				
Tanque 42				
Tanque 43				
Tanque 44				
Tanque 45				
Tanque 46				
Tanque 47				
Tanque 48				
Tanque 49				
Tanque 50				

Nota: Elaborado por los autores

Anexo 20. Materia prima (sacos de 50 kg)



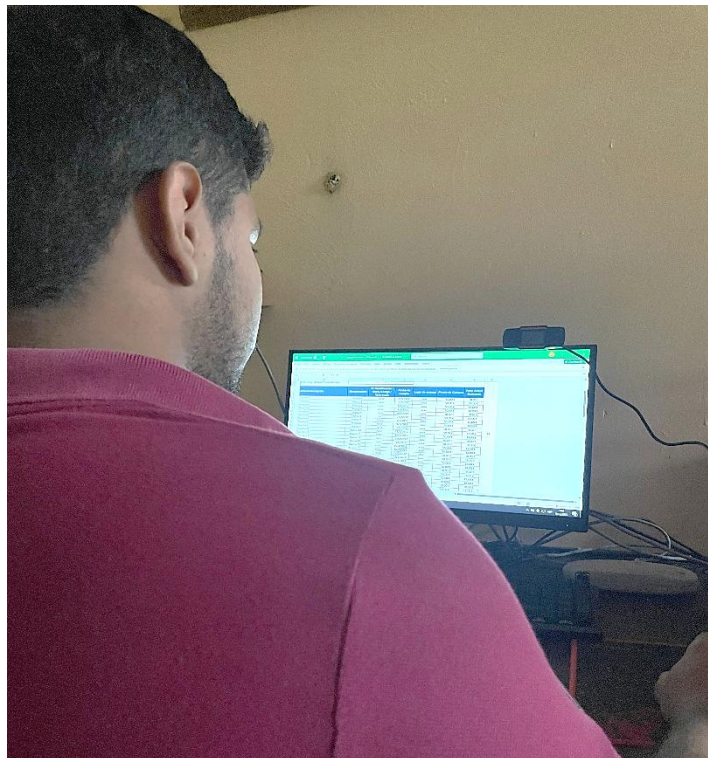
Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 21. Materiales y herramientas




Nota: Elbaorado por los autores

Anexo 22. Manipulación de registros en Excel



Nota: Elaborados por los autores

Anexo 23. Checklist de evaluación inicial de las 5S

		EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S				ÁREA	PRODUCCIÓN
						RESPONSABLES	FERNANDA MERCHÁN; FREDDY YAGUAL
Calificar sobre 5 de manera proporcional al número de observaciones en donde se utilizará los siguientes criterios de evaluación.							
5 excelente; 4 bueno; 3 regular; 2 bajo; 1 deficiente							
Auditores: Fernanda Merchán; Freddy Yagual		Área auditada: Planta de producción y almacén				Fecha: Octubre/2025	
Nº 1	SEIRI (CLASIFICAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	Los materiales innecesarios se eliminan del área de trabajo.		x				Se observan objetos obsoletos y piezas sin uso
2	Los elementos se clasifican según su frecuencia de uso.		x				No existe clasificación clara por tipo o frecuencia
3	Hay un área temporal para materiales en evaluación.	x					No se ha establecido zona de descarte
4	Se identifican los materiales dañados o fuera de servicio.			x			Se identifican algunos, pero sin registro
5	Se aplican etiquetas o señalización para clasificar.		x				No hay sistema visual implementado
SUMA		1	6	3	0	0	
PROMEDIO		2,00					
Nº 2	SEITÓN (ORDENAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	Cada herramienta tiene un lugar definido.		x				Muchas herramientas sin ubicación fija
2	Los materiales están organizados por tipo o uso.			x			Hay cierto orden, pero sin estandarización
3	Las zonas de trabajo están delimitadas y señalizadas.	x					Falta total de demarcación
4	El flujo de materiales está libre de obstrucciones.		x				Se observan pasillos ocupados con sacos
5	Hay identificación visual de estantes y equipos.		x				Escasa señalización en estanterías
SUMA		1	6	3	0	0	
PROMEDIO		2,00					
Nº 1	SEISO (LIMPIAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	El área de trabajo se mantiene limpia.		x				Se observa acumulación de polvo y residuos.
2	Se cuenta con rutinas de limpieza establecidas.		x				La limpieza es eventual y sin planificación.
3	Los empleados participan activamente en la limpieza.			x			Algunos colaboran, otros no.
4	Se dispone de equipos y materiales de limpieza adecuados.			x			Se cuenta con recursos básicos, pero limitados.
5	Se inspeccionan máquinas para detectar fugas o suciedad.		x				No se realizan inspecciones regulares.
SUMA		0	6	6	0	0	
PROMEDIO		2,40					
Nº 1	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	Existen normas visuales para mantener el orden y limpieza.		x				No hay carteles ni normas visibles.
2	Se utilizan auditorías o listas de verificación periódicas.	x					No se ha implementado ningún control formal.
3	Los procedimientos de limpieza y orden están documentados.	x					No existen documentos estandarizados.
4	Hay comunicación visual clara en todas las áreas.		x				Poca señalización y escasos colores guía.
5	Los responsables conocen los estándares de su área.			x			Algunos los aplican por experiencia, no por norma.
SUMA		2	4	3	0	0	
PROMEDIO		1,80					
Nº 1	SHITSUKE (DISCIPLINA)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	El personal cumple con las normas de orden y limpieza.		x				Cumplimiento irregular según turno.
2	Se realizan capacitaciones sobre 5S.	x					No existen programas formales de formación.
3	Los supervisores fomentan la disciplina y el ejemplo.		x				No se refuerzan las prácticas de mejora continua.
4	Se realizan seguimientos o reconocimientos por cumplimiento.	x					No hay sistemas de reconocimiento.
5	Se mantiene una cultura de mejora continua.		x				La mejora depende de iniciativas individuales.
SUMA		2	6	0	0	0	
PROMEDIO		1,60					
Firma de Auditores				Fernanda Merchán Vera; Freddy Yagual Espinoza			
Calificación promedio de auditoría				1,96			


Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 24. Checklist de evaluación final de las 5S

		EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S					ÁREA	PRODUCCIÓN
							RESPONSABLES	FERNANDA MERCHÁN; FREDDY YAGUAL
Calificar sobre 5 de manera proporcional al número de observaciones en donde se utilizará los siguientes criterios de evaluación.								
5 excelente; 4 bueno; 3 regular; 2 bajo; 1 deficiente								
Auditores: Fernanda Merchán; Freddy Yagual		Área auditada: Planta de producción y almacén				Fecha: Octubre/2025		
N° 1	SEIRI (CLASIFICAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES	
1	¿Se eliminaron completamente los materiales innecesarios?				x		Se retiró la mayoría de materiales, faltan pocos por clasificar.	
2	¿Se mantiene un control visual de los elementos esenciales?					x	Excelente señalización y control visual.	
3	¿El personal conoce los criterios para clasificar los materiales?				x		Buen conocimiento, se sugiere reforzar capacitación.	
4	¿Las áreas de trabajo se mantienen libres de objetos?					x	Áreas ordenadas y sin materiales obsoletos.	
5	¿Se aplican las tarjetas rojas para materiales dudosos?				x		Se usan correctamente, se puede aumentar su frecuencia.	
SUMA		0	0	0	12	10		
PROMEDIO							4,40	
N° 2	SEITÓN (ORDENAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES	
1	Cada herramienta tiene su ubicación asignada y señalizada?					x	Orden y señalización adecuados.	
2	¿Se mantiene el orden de acuerdo con la frecuencia de uso?				x		Correcto, pero puede optimizarse la ubicación.	
3	¿Las rutas de tránsito están libres de obstáculos?					x	Flujo de tránsito seguro y despejado.	
4	¿Los códigos y colores se utilizan correctamente en todas las áreas?					x	Buena aplicación del sistema visual.	
5	¿El personal respeta las normas de ubicación establecidas?				x		Cumplimiento general, reforzar en algunos turnos.	
SUMA		0	0	0	8	15		
PROMEDIO							4,60	
N° 3	SEISO (LIMPIAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES	
1	¿Las rutinas de limpieza se cumplen según lo planificado?				x		Se cumplen, revisar áreas críticas.	
2	¿Las áreas permanecen limpias durante toda la jornada?					x	Limpieza sostenida y constante.	
3	¿El personal conoce sus responsabilidades de limpieza?				x		Correcto, se recomienda mayor claridad visual.	
4	¿Se detectan y corrigen rápidamente las fuentes de contaminación?				x		Se atienden, falta registrar acciones.	
5	¿El control visual facilita la supervisión de la limpieza?					x	Control visual eficaz y funcional.	
SUMA		0	0	0	12	10		
PROMEDIO							4,40	
N° 4	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES	
1	¿Existen procedimientos escritos para mantener el orden y limpieza?					x	Documentos actualizados y visibles.	
2	¿El personal aplica los mismos métodos de trabajo?				x		Uniformidad general, pequeñas variaciones.	
3	¿Los indicadores 5S se revisan periódicamente?				x		Se revisan, falta análisis de tendencias.	
4	¿Las normas visuales se encuentran actualizadas?					x	Normas actualizadas y claras.	
5	¿Se realizan auditorías internas de cumplimiento?					x	Auditorías efectivas y regulares.	
SUMA		0	0	0	8	15		
PROMEDIO							4,60	
N° 5	SHITSUKE (DISCIPLINA)	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES	
1	¿El personal demuestra compromiso y autocontrol?					x	Compromiso alto y constante.	
2	¿Se realizan capacitaciones periódicas en 5S y Lean Six Sigma?					x	Formación continua y efectiva.	
3	¿Se evalúa el cumplimiento del sistema mediante auditorías?				x		Auditorías regulares, falta enfoque preventivo.	
4	¿Existen mecanismos de reconocimiento o motivación?				x		Reconocimientos informales, falta programa fijo.	
5	¿La disciplina se mantiene sin supervisión constante?				x		Buena autonomía, reforzar autogestión.	
SUMA		0	0	0	12	10		
PROMEDIO							4,40	
Firma de Auditores		Fernanda Merchán Vera; Freddy Yagual Espinoza						
Calificación promedio de auditoría		4,48						

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 25. Registro de capacitaciones para la empresa


REGISTRO DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL			
	EMPRESA: ROSMEI S.A	Programa:	Código: CAP-PS-001
Tema de capacitación:			
Objetivo:			
Fecha:		Duración:	
Área:			
Capacitor/instructor:			
Modalidad	<input type="checkbox"/> Teórica <input type="checkbox"/> Práctica <input type="checkbox"/> Mixta		

DETALLE DE PARTICIPANTES

Nº	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	CARGO / PUESTO	ÁREA	FIRMA DE ASISTENCIA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Nota: Elaborado por los autores

Anexo 26. Programa de capacitación al personal en software Odo

	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL	Código: CAP-OD-003
FECHA:	FORMATO PLANEACIÓN DE LA CAPACITACIÓN EN ODOO	
JUSTIFICACIÓN:		DURACIÓN:
OBJETIVO:		CAPACITADOR:
CONTENIDO		

Nota. Elaborado por los autores

Anexo 27. Tabla de conversión de Six Sigma

Yield	DPMO	Sigma	Yield	DPMO	Sigma	Yield	DPMO	Sigma
6.6%	934,000	0	69.2%	308,000	2	99.4%	6,210	4
8.0%	920,000	0.1	72.6%	274,000	2.1	99.5%	4,660	4.1
10.0%	900,000	0.2	75.8%	242,000	2.2	99.7%	3,460	4.2
12.0%	880,000	0.3	78.8%	212,000	2.3	99.75%	2,550	4.3
14.0%	860,000	0.4	81.6%	184,000	2.4	99.81%	1,860	4.4
16.0%	840,000	0.5	84.2%	158,000	2.5	99.87%	1,350	4.5
19.0%	810,000	0.6	86.5%	135,000	2.6	99.90%	960	4.6
22.0%	780,000	0.7	88.5%	115,000	2.7	99.93%	680	4.7
25.0%	750,000	0.8	90.3%	96,800	2.8	99.95%	480	4.8
28.0%	720,000	0.9	91.9%	80,800	2.9	99.97%	330	4.9
31.0%	690,000	1	93.3%	66,800	3	99.977%	230	5
35.0%	650,000	1.1	94.5%	54,800	3.1	99.985%	150	5.1
39.0%	610,000	1.2	95.5%	44,600	3.2	99.990%	100	5.2
43.0%	570,000	1.3	96.4%	35,900	3.3	99.993%	70	5.3
46.0%	540,000	1.4	97.1%	28,700	3.4	99.996%	40	5.4
50.0%	500,000	1.5	97.7%	22,700	3.5	99.997%	30	5.5
54.0%	460,000	1.6	98.2%	17,800	3.6	99.9980%	20	5.6
58.0%	420,000	1.7	98.6%	13,900	3.7	99.9990%	10	5.7
61.8%	382,000	1.8	98.9%	10,700	3.8	99.9992%	8	5.8
65.6%	344,000	1.9	99.2%	8,190	3.9	99.9995%	5	5.9
						99.99966%	3.4	6

Fuente: Elaborado por el autor Liam Frady, (2024)

Anexo 28. Base de datos histórica del proceso productivo

MESES	TOTAL DE TN M-PRIMA	GAVETAS	SACOS H/P	ACEITE	HP TM	COSTO MATERIA PRIMA	SACOS LAMINADOS	BUNKER	ETOXIQUINA CONSUMO	SOLVD CALDER
Enero	2.809,00	70.225,00	13.504,81	93,10	675,24	818.138,07	13.504,81	57.395,43	371,38	137,75
Febrero	2.803,00	70.075,00	13.475,96	93,10	673,80	727.770,92	13.475,96	57.272,84	370,59	137,45
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	2.500,00	62.500,00	12.019,23	93,10	600,96	640.900,00	12.019,23	51.081,73	330,53	122,60
Mayo	3.000,00	75.000,00	14.423,08	93,10	721,15	765.480,00	14.423,08	61.298,08	396,63	147,12
Junio	2.909,00	72.725,00	13.985,58	93,10	699,28	800.818,61	13.985,58	59.438,70	384,60	142,65
Julio	2.800,00	70.000,00	13.461,54	93,10	673,08	719.992,00	13.461,54	57.211,54	370,19	137,31
Agosto	2.806,00	70.150,00	13.490,38	93,10	674,52	713.088,78	13.490,38	57.334,13	370,99	137,60
Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	3.103,00	77.575,00	14.918,27	93,10	745,91	854.224,87	14.918,27	63.402,64	410,25	152,17
Noviembre	2.906,00	72.650,00	13.971,15	93,10	698,56	754.513,84	13.971,15	59.377,40	384,21	142,51
Diciembre	2.400,00	60.000,00	11.538,46	93,10	576,92	617.136,00	11.538,46	49.038,46	317,31	117,69
TOTAL	28.036,00	700.900,00	134.788,46	931,00	6.739,42	7.412.063,09	134.788,46	572.850,96	3.706,68	1.374,84

COSTO SACO	COSTO BUNKER	COSTO ETOXIQUINA	COSTO SOLV CALDER	COSTO MATERIALES	COSTO SERVICIOS	COSTOS FIJOS	MANO DE OBRA	OTROS COSTOS DE FABRICACIÓN	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	Costo de Sacos (M-Prima)	Otros costos	COSTO TOTAL POR SACO
5.942,12	68.874,52	3.546,70	4.705,41	83.068,75	28.900,29	14.173,06	26.486,51	152.628,61	970.766,68	60,58	11,30	71,88
5.929,42	68.727,40	3.539,12	4.695,36	82.891,31	28.838,56	14.173,06	26.486,51	152.389,44	880.160,36	54,01	11,31	65,31
-	-	-	-	-	-	14.173,06	26.486,51	40.659,57	40.659,57	-	-	-
5.288,46	61.298,08	3.156,55	4.187,80	73.930,89	25.721,15	14.173,06	26.486,51	140.311,61	781.211,61	53,32	11,67	65,00
6.346,15	73.557,69	3.787,86	5.025,36	88.717,07	30.865,38	14.173,06	26.486,51	160.242,02	925.722,02	53,07	11,11	64,18
6.153,65	71.326,44	3.672,96	4.872,92	86.025,98	29.929,13	14.173,06	26.486,51	156.614,69	957.433,30	57,26	11,20	68,46
5.923,08	68.653,85	3.535,34	4.690,34	82.802,60	28.807,69	14.173,06	26.486,51	152.269,86	872.261,86	53,49	11,31	64,80
5.935,77	68.800,96	3.542,91	4.700,39	82.980,03	28.869,42	14.173,06	26.486,51	152.509,02	865.597,80	52,86	11,31	64,16
-	-	-	-	-	-	14.173,06	26.486,51	40.659,57	40.659,57	-	-	-
6.564,04	76.083,17	3.917,91	5.197,90	91.763,02	31.925,10	14.173,06	26.486,51	164.347,69	1.018.572,56	57,26	11,02	68,28
6.147,31	71.252,88	3.669,17	4.867,90	85.937,27	29.898,27	14.173,06	26.486,51	156.495,11	911.008,95	54,01	11,20	65,21
5.076,92	58.846,15	3.030,29	4.020,29	70.973,65	24.692,31	14.173,06	26.486,51	136.325,53	753.461,53	53,49	11,81	65,30
59.306,92	687.421,15	35.398,82	46.963,67	829.090,57	288.447,31	170.076,72	317.838,12	1.605.452,71	9.017.515,80	549,34	113,24	662,58

Fuente: Rosmei S.A