

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE
EMPAQUE DE LECHE BASADO EN LA METODOLOGÍA
PDCA EN LA EMPRESA NESTLÉ, LIMA – 2023**

Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Industrial

Presenta los bachilleres

**MARIO EDUARDO VILLANO LOPEZ
JOEL NEYDER ORTIZ VENTURA**

Presidente: Mario Cabrera Plasencia

Asesor: María Elizabeth Labán Salguero

Lector: Mirko Vasquez Bermejo

Lima-Perú

Septiembre de 2024



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

Anexo N.º 3 - Reglamento General de Grados y Títulos de Pregrado y Posgrado
Aprobado por Resolución Rectoral N° 150-2023-UARM-R

INFORME DE ORIGINALIDAD

Sres.

CONSEJEROS

Pte.

De nuestra consideración:

Por la presente nos dirigimos a Ustedes para saludarlos e informar al Consejo Universitario sobre el producto académico elaborado por Mario Eduardo Villano Lopez y Joel Neyder Ortiz Ventura. Quien solicita la obtención de su título profesional a través de la sustentación de una tesis.

El producto académico elaborado tiene como título **“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE EMPAQUE DE LECHE BASADO EN LA METODOLOGÍA PDCA EN LA EMPRESA NESTLÉ, LIMA - 2023”**

Por tanto, en nuestra condición de Asesor de producto académico y de integrante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Gestión respectivamente, declaramos que el producto académico Mario Eduardo Villano Lopez y Joel Neyder Ortiz Ventura, ha sido examinado con el programa antiplagio *Turnitin* para identificar su nivel de coincidencias.

El resultado que arroja el programa es de 10% de similitud, el cual proviene de fuentes de información que han sido debidamente citadas o reconocidas utilizando las normas del sistema APA.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Firmado en Lima, el 04 del mes de agosto del 2026

Atentamente

María Elizabeth Labán Salguero
Asesor

Mg. Milagros Edith Carrillo Yalán
Decana de la Facultad de Ingeniería y Gestión



Milagros Edith Carrillo Yalán
Presidente
Comisión de Grados y Títulos
Facultad de Ingeniería y Gestión

*Conforme a lo establecido en el documento de identidad

DEDICATORIA

A mis padres por darme la motivación y el empuje necesario para sumergirme en el mundo de la investigación y desarrollo de esta tesis profesional.

A mis padres Jorge Ortiz y Lola Ventura por cada sacrificio y enseñanza dada. Este logro académico es un reflejo de mi eterna admiración y gratitud que siento por ustedes.

Gracias por ser los mejores padres.

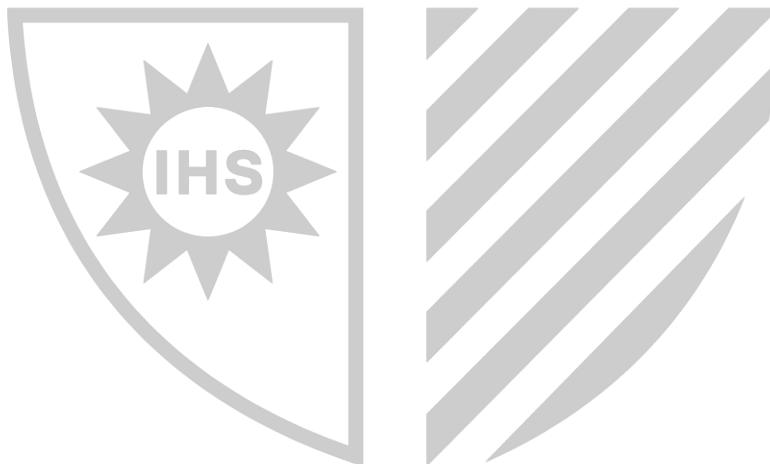
A mis hermanos por el apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi universidad por guiarme en la senda del conocimiento y aplicación de lo aprendido.

Al Ingeniero Edwin Navarro por sus enseñanzas prácticas durante la realización de esta tesis.

A nuestra asesora Ing. María Laban Salguero por darnos las pautas necesarias del desarrollo de esta tesis.



RESUMEN

El alto número de paquetes de latas no elaborados representaba una problemática para los indicadores de productividad de la empresa, afectando de manera directa el cumplimiento del plan maestro de producción y las ventas de empaques de mezcla láctea para consumo humano. Con el propósito de revertir esta situación, se planteó la implementación de una metodología de ingeniería enfocada en incrementar la productividad en el área de empaque de leche. El análisis inicial permitió identificar que la baja productividad era la principal causa del incumplimiento de metas y del elevado costo asociado a la improductividad. Como objetivo del proyecto, se estableció un incremento de la productividad del 9%.

Para lograrlo, se aplicó la metodología PDCA, basada en un enfoque estructurado de mejora continua. Debido a que la organización no había desarrollado proyectos bajo este esquema, fue necesario capacitar al personal operativo y técnico en la aplicación de la metodología y sus herramientas, entre ellas el diagrama de Pareto, el diagrama de causa y efecto, de procesos y layout. Tras la implementación de las mejoras, la productividad alcanzó el 98%, superando la meta establecida y fortaleciendo la competitividad.

Palabras clave: Productividad, PDCA, mejora continua, empaque de leche, Gantt, eficiencia, layout, rentabilidad.

ABSTRACT

The high number of unproduced can packages represented a significant challenge to the company's productivity indicators, directly affecting compliance with the master production schedule and sales of dairy-based consumer packaging. To address this issue, an engineering methodology was proposed to increase productivity in the milk packaging area. The initial analysis identified low productivity as the main cause of operational target deviations and the high costs associated with inefficiency. Therefore, the project established a productivity improvement target of 9%.

To achieve this objective, the PDCA (Plan, Do, Check, Act) methodology was applied, following a structured continuous improvement approach. Since the organization had not previously implemented projects under this framework, both operational and technical personnel were trained in the methodology and its associated tools, including the Pareto chart, cause-and-effect diagram, process diagram, and layout analysis. After implementing the proposed improvements, productivity reached 98%, exceeding the established target and strengthening the competitiveness of the operation.

Keywords: Productivity, PDCA, continuous improvement, milk packaging, Gantt chart, efficiency, layout, profitability.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	20
1.1. Determinación del problema de la investigación	20
1.2. Justificación de la investigación	25
1.3. Objetivo general de la investigación.....	26
1.4. Objetivos específicos de la investigación.....	26
1.5. Limitaciones de la investigación.....	26
CAPITULO II: MARCO TEORICO	27
2.1. Antecedentes de la investigación	27
2.2. Bases teóricas	29
2.2.1. Metodología PDCA.....	29
2.2.2. Teorías de PDCA	31
2.2.3. Productividad en área de empaquetado	32
2.2.4. Teorías de productividad en área de empaquetado.....	35
2.3. Herramientas de ingeniería	37
2.3.1. Diagrama de Ishikawa.....	37

2.3.2.	Diagrama de Pareto	38
2.3.3.	Diagrama de flujo	39
2.3.4.	SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers).	41
2.3.5.	Indicadores de control	43
2.4.	Herramientas de mejora	44
2.4.1.	Diagrama de actividades del proceso (DAP).....	44
2.4.2.	Diagrama de operaciones del proceso (DOP).....	45
2.4.3.	Matriz de competencia	46
2.4.4.	Diagrama de Gantt	47
2.5.	Glosario de términos.....	50
CAPITULO III: METODOLOGIA		54
3.1.	Tipo de investigación.....	54
3.2.	Diseño de investigación.....	54
3.3.	Población	54
3.4.	Muestra	55
3.5.	Unidad de investigación.....	55
3.6.	Variables operacionales	55
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.8.	Matriz de consistencia	60
CAPITULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL (FASE PLAN).....		62
4.1.	Definición del equipo de mejora.....	62
4.2.	Descripción de la situación actual.....	63
4.2.1.	Descripción del problema seleccionado	67

4.2.2.	Análisis de causa-efecto del problema principal	67
4.2.3.	Priorización de causa raíz.....	74
4.3.	Análisis y diagnóstico del proceso productivo.....	76
4.4.	Diagramas de flujo DOP y DAP de la “Línea de envase 71”.....	78
4.4.1.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 3x2.	79
4.4.2.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 4x2 y 5x2.....	82
4.4.3.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 6x4.	84
4.4.4.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 8x6.	86
4.5.	Recolección de datos e información de producción anual 2022	88
4.6.	Análisis de los indicadores de productividad 2022	91
4.7.	Entrevista informativa.....	99
4.8.	Análisis de la capacidad actual del proceso productivo	102
4.9.	Determinación de la brecha	103
4.10.	Distribución del área de empaque de leche	105
5	CAPITULO V:DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	107
5.1.	Planteamiento de las propuestas de alternativa de solución.....	107
5.2.	Selección de la alternativa de solución.....	109
	CAPITULO VI: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	112
6.1.	Descripción de las actividades de mejora realizadas (FASE DO).....	112
6.1.1.	Mantenimiento preventivo de la maquinaria Kayat.....	112
6.1.2.	Implementación de la línea Robopack.....	114
6.2.	Análisis de proceso productivo (FASE CHECK).	119
6.2.1.	Análisis de matriz de competencias primer semestre 2023	119

6.2.2.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 3x2.	121
6.2.3.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 4x2 y 5x2.....	124
6.2.4.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 6x4.	125
6.2.5.	Diagrama de flujo DOP y DAP configuración 8x6.	128
6.2.6.	Análisis de brechas cerradas 2023.....	129
6.2.7.	Identificación de oportunidades de mejora en la fase CHECK	130
6.3.	Estandarización del proceso productivo (FASE ACT)	136
6.3.1.	Implementación de mejora continua en Robopack.....	136
6.3.2.	Estatus de implementación de mejora continua.....	140
6.3.3.	Análisis de matriz de competencia segundo semestre 2023	141
6.3.4.	Reporte de paquetes elaborados y programados 2023	142
6.3.5.	Análisis de productividad anual 2023.....	143
6.3.6.	Plan de mejora continua en fase ACT	148
6.3.7.	Indicadores de seguimiento	148
6.3.8.	Formación de equipo y controles de mejora continua	150
CAPITULO VII: EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA		158
7.1.	Evaluación técnica	158
7.2.	Evaluación económica	159
Conclusiones		165
Recomendaciones		166
Referencias bibliográficas		167
Anexos		171

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicador de paradas no planeadas.....	24
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables.....	57
Tabla 3. Matriz de consistencia.....	62
Tabla 4. Diagrama SIPOC.....	63
Tabla 5. Diagrama SIPOC.....	64
Tabla 6. Paquetes programados y elaborados por formato - 2022	65
Tabla 7. Ingresos obtenidos e ingresos programados por formato - 2022.	65
Tabla 8. Matriz de competencia del área de empaque de leche – 2022	66
Tabla 9. Criterios de evaluación para los problemas.....	74
Tabla 10. Valoración de la prioridad.....	74
Tabla 11. Indicador de prioridad.....	74
Tabla 12. Porcentaje acumulado de prioridad.....	75
Tabla 13. Cantidad de paquetes producidos - 2022.....	90
Tabla 14. Cantidad de paquetes obtenidos en formato 3x2, 4x2 y 5x2.....	91
Tabla 15. Cantidad de recursos utilizados en formato 3x2, 4x2 y 5x2	92
Tabla 16. Indicador de productividad mensual formato 3x2, 4x2 y 5x2	93
Tabla 17. Cantidad de paquetes obtenidos en formato 6x4.....	93
Tabla 18. Cantidad de recursos utilizados en formato 6x4.....	93

Tabla 19. Indicador de productividad mensual formato 6x4	95
Tabla 20. Cantidad de paquetes producidos en formato 8x6.....	95
Tabla 21. Cantidad de recursos utilizados en formato 8x6.....	95
Tabla 22. Indicador de productividad mensual formato 8x6	97
Tabla 23. Productividad promedio del año 2022.	98
Tabla 24. Productividad promedio 2022	98
Tabla 25. Análisis de capacidad actual de las maquinarias.....	102
Tabla 26. Nivel de competencia del personal operacional y técnico – 2022	103
Tabla 27. Reducción de tiempo de operaciones.....	104
Tabla 28. Reducción de distancia operacional.	104
Tabla 29. Análisis de criterios y ponderación	108
Tabla 30. Análisis y selección de alternativas.....	109
Tabla 31. Actividades de mantenimiento en la maquinaria KAYAT	113
Tabla 32. Pantalla de transportadores – ingreso y salida	118
Tabla 33. Inspección de actividades realizadas en el primer semestre	119
Tabla 34. Matriz de competencia – primer semestre 2023	119
Tabla 35. Comparación de tiempos entre las actividades de proceso	129
Tabla 36. Comparación de distancias entre las actividades de proceso	130
Tabla 37. Gantt de actividades, responsables y fecha de entrega segundo semestre	135
Tabla 38. Estandarización de distancia por cada formato.....	140
Tabla 39. Inspección de actividades realizadas en el segundo semestre.....	141
Tabla 40. Indicador de competencia segundo semestre 2023	141
Tabla 41. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	142
Tabla 42. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	144

Tabla 43. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	144
Tabla 44. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	145
Tabla 45. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	146
Tabla 46. Paquetes programados y elaborados por formato - 2023	146
Tabla 47. Evaluación de económica antes y después del proyecto	158
Tabla 48. Costos involucrados en las actividades de mejora	159
Tabla 49. Cálculo de la depreciación mensual 2023	160
Tabla 50. Cálculo total de inversión 2023.	160
Tabla 51. Cálculo de la cuota mensual del préstamo.	161
Tabla 52. Costo de oportunidad y cálculo de WACC	161
Tabla 53. <i>Análisis económico de la propuesta</i>	163
Tabla 54. <i>Análisis del VAN, TIR y del B/C económico de la propuesta</i>	164
Tabla 55. <i>Análisis del VAN, TIR y del B/C financiero de la propuesta</i>	164

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Productos lácteos en paquete de 6 unidades.	21
Figura 2. Productos lácteos en paquete de 4x2 unidades.	21
Figura 3. Productos lácteos en paquete de 5x2 unidades	21
Figura 4. Productos lácteos en paquete de 6x4 unidades	22
Figura 5. Productos lácteos en paquete de 6x8 unidades	22
Figura 6. Cantidad de paros no planeados en la línea 71 en porcentaje.....	25
Figura 7. Ciclo de Deming tomado de “Administración de la calidad Total”- Guajardo, Edmundo 1996 Editorial Pax México.....	30
Figura 8. Partes de una empaquetadora. FUENTE: Procedimiento Operacional Estándar Empacadora Prasmatic.....	34
Figura 9. Pirámide de automatización (Microautomación, 2024).....	36
Figura 10. Red integrada de control de movimiento. (Rockwell Automation, 2014)	37
Figura 11. Diagrama Ishikawa	38
Figura 12. Ejemplo de Diagrama de Pareto	39
Figura 13. Representación gráfica de los elementos del diagrama SIPOC. Adaptado de "Una herramienta efectiva para la gestión de procesos: El diagrama SIPOC" por MarketerosLatam, 2025. Recuperado de https://www.marketeroslatam.com/una-herramienta-efectiva-para-la-gestion-de-procesos-el-diagrama-sipoc/	42
Figura 14. Ejemplo de diagrama de Actividades del Proceso-(DAP).....	45
Figura 15. Ejemplo de Diagrama de Operación del Proceso-(DOP)	46

Figura 16. Ejemplo de matriz de competencia	47
Figura 17. Diagrama de Gantt para la aplicación de mejoras. Adaptado de Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas por E. Bonilla Pastor, B. Díaz Garay, F. Kleeberg Hidalgo, & M. T. Noriega Aranibar, 2020, p. 200. Fondo Editorial Universidad de Lima	48
Figura 18. Laterales de paquetes abiertos en bandeja de 24 unidades	68
Figura 19. Bandeja con laterales abiertos.....	69
Figura 20. Cartones mal formados	69
Figura 21. Latas caídas dentro de la maquina por atascos	70
Figura 22. Presencia de suciedad dentro la maquina	71
Figura 23. Acceso limitado para colocar y cambiar bobinas	71
Figura 24. Paquete 6x2 mal empaquetado	72
Figura 25. Diagrama de Ishikawa del bajo nivel de productividad.....	73
Figura 26. Diagrama de Pareto.....	75
Figura 27. Flujo de proceso productivo de la línea 71	76
Figura 28. Paquetes elaborados con su respectiva maquinaria.....	77
Figura 29. Layout actual del área de empaque de leche - 2022	78
Figura 30. DOP envolvedora Prasmatic formato 3x2 - 2022.....	80
Figura 31. DAP envolvedora Prasmatic para formato 3x2 - 2022.....	81
Figura 32. DOP envolvedora Prasmatic formato 4x2 / 5x2 - 2022.....	82
Figura 33. DAP envolvedora Prasmatic para formato 4x2 / 5x2 - 2022.....	83
Figura 34. DAP Prasmatic para formato 6x4 - 2022.....	84
Figura 35. DAP Prasmatic para formato 6x4	85
Figura 36. DOP Prasmatic para formato 8x6 - 2022.....	86
Figura 37. DAP Prasmatic para formato 8x6 - 2022.....	87

Figura 38. Pantalla de contadores de producción (Fuente: DMO).....	88
Figura 39. Vista de la base de datos extraída – contador de producción 2022	89
Figura 40. Distribución de maquinarias y transportadores en el área de empaque de leche.	105
Figura 41. Diseño de instalación de la nueva máquina. La figura de color morado muestra las dimensiones y espacio que ocupara el nuevo equipo, en el área de empaque de leche.	110
Figura 42. Gantt de actividades de la mejora PDCA	111
Figura 43. Instrucciones de trabajo para la instalación de maquinaria nueva (ROBOPAC)	114
Figura 44. Vista parcial del área de empaque de leche y de maquina prismatic previo a la mejora.....	115
Figura 45. Parte del proceso de desmontaje de la máquina prismatic	115
Figura 46. Proceso de montaje - transportador inclinado con proyección a Kayat o paletizado.	116
Figura 47. Instalación de la maquina ROBOPAC.....	117
Figura 48. Instalación de ROBOPAC al 100% y comisionamiento.....	117
Figura 49. DOP Robopac para formato 3x2 - 2023	122
Figura 50. DAP Robopac para formato 3x2 - 2023	123
Figura 51. DOP Robopac para formato 4x2 y 5x2 - 2023	124
Figura 52. DAP Robopac para formato 4x2 y 5x2 - 2023	125
Figura 53. DOP Robopac para formato 6x4 – 2023.....	126
Figura 54. DOP Robopac para formato 6x4 - 2023	127
Figura 55. DOP Robopac para formato 6x8 - 2023	128
Figura 56. DAP Robopac para formato 6x8 - 2023	129
Figura 57. Ubicación inicial del tacho de pegamento	131
Figura 58. Regleta sin topes para regular la distancia.	132

Figura 59. Sistema regulador	132
Figura 60. Ubicación de la estación de corte de bobina de polipropileno.....	133
Figura 61. Tacho de desechos sin marcación.....	133
Figura 62. Acceso restringido a la ventana	134
Figura 63. Posición final del tacho de goma después de la mejora.....	136
Figura 64. Instalación de topes cuadrangulares con prisionero.....	136
Figura 65. Instalación de topes tubulares con prisionero.	137
Figura 66. Pruebas de funcionamiento del medidor de electroestática	137
Figura 67. Instalación de cajas de herramientas auto soportado	138
Figura 68. Estandarización y pintado de zona de desechos	138
Figura 69. Instalación de plataforma en la máquina Robopac	139
Figura 70. Instalación de regletas en la zona de ingreso	139
Figura 71. Estandarización de distancia con la regleta por formato	140
Figura 72. Gráfica de tendencia productividad 2022	147
Figura 73. Gráfica de tendencia productividad 2023	147