



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

**“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA
MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY"
AMBATO-ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

AUTOR:

SANDOYA ALBAN DANIELA ALEXANDRA

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON, MSc.

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO
EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA
"INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

SANDOYA ALBAN DANIELA SANDOYA

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

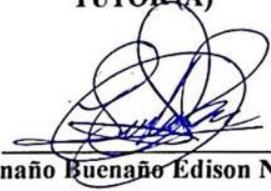
2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **SANDOYA ALBAN DANIELA ALEXANDRA** como requerimiento para la obtención del título de Ingeniera Industrial.

TUTOR(A)

f. 

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR.**”, elaborado por la Srta. **SANDOYA ALBAN DANIELA ALEXANDRA**, 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 haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR (A)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison Noe', is written over a horizontal line. To the left of the line is a small 'f.'.

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, MSc.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

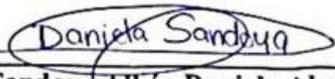
Yo, **Sandoya Alban Daniela Alexandra**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR.**” previo a la obtención del título de **Ingeniera Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme 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/nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

EL AUTOR (A)

f. 
Sandoya Albán Daniela Alexandra

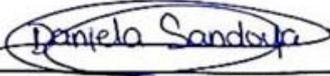
AUTORIZACIÓN

Yo, **Sandoya Alban Daniela Alexandra**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la **biblioteca** de la Institución del Trabajo de Titulación, **“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

EL (LA) AUTOR(A):

f. 
Sandoya Albán Daniela Alexandra

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR” elaborado por la Srta. SANDOYA ALBAN DANIELA ALEXANDRA, egresado de la carrera de Ingeniería de 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 plagió COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr

C.C.: 1804570636

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

Celular: 0962183538

Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, denominado **"OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR."**, de la estudiante: **SANDOYA ALBAN DANIELA ALEXANDRA**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 26 de Junio del 2024



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
CI. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUCIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS
N° DE REGISTRO DE SENECYT 1050-2014-86052892

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a Dios, quien me ha guiado a lo largo de este camino y me ha permitido alcanzar esta meta; sin Él, nada de esto sería posible. ¡Toda la gloria sea para Él!

También quiero extender mis sinceros agradecimientos a mi familia, quienes han sido mi roca durante este viaje. Mi abuela, mi madre y mi tía han sido ejemplos de fuerza y perseverancia. Su apoyo incondicional y sus oraciones constantes han sido fundamentales para mi éxito, y hoy pueden ver los frutos de su amor y dedicación.

No puedo pasar por alto el invaluable aporte de mis profesores en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Gracias a ellos, he adquirido un tesoro de conocimiento que me prepara para enfrentar nuevos desafíos. Agradezco profundamente las memorias imborrables que han dejado en mí, así como por recordarme que, a pesar de las circunstancias que se me presenten, aún soy joven.

Mis amigos merecen un agradecimiento especial; ellos han sido mi apoyo emocional, ofreciendo su hombro en los momentos difíciles y extendiendo su mano para levantarme cuando más lo necesitaba. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudaba de mí mismo, y por ver en mí un potencial que a veces me resultaba difícil de reconocer.

Finalmente, mi gratitud se extiende a todas las personas que han sido parte de este largo viaje. Cada uno de ustedes ha dejado una marca indeleble en mi vida, y por eso estaré eternamente agradecida.

Sandoya Alban Daniela

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios, quien me ha otorgado sabiduría y ha allanado el camino en esta etapa de mi vida, por infundirme fuerzas cuando las mías flaqueaban y por nunca abandonarme en el trayecto.

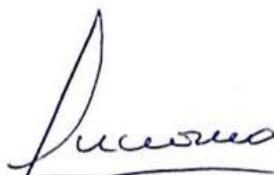
Asimismo, quiero dedicar este logro a las mujeres que han sido pilares fundamentales en mi vida: mi abuela, mi madre y mi tía. Este éxito es también suyo; gracias por su constante apoyo y guía.

A Canela, mi fiel compañera, que, sin saberlo, ha sido mi salvavidas en momentos de desaliento. Este logro lleva también tu huella; estés donde estés, te dedico este triunfo que compartiste conmigo de manera inadvertida.

Finalmente, dedico este logro a mí misma. Reconozco los desafíos que inesperadamente me tocó enfrentar durante este proceso, pero aun así perseveraré. Nadie más que yo conozco el esfuerzo que significó llegar hasta aquí, y por ello, me considero merecedora de este logro.

Sandoya Alban Daniela

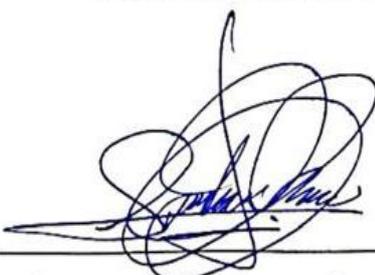
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

Ing. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCIVAR PhD.
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA

f.  _____

Ing. EDISON NOE BUENAÑO BUENAÑO MSc.
DOCENTE TUTOR

f.  _____

Ing. JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA MEng.
DOCENTE UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
DEDICATORIA	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XI
ÍNDICE GENERAL.....	XII
INDICE DE TABLAS	XVI
INDICE DE FIGURAS.....	XVIII
TABLA DE ANEXOS.....	XIX
RESUMEN.....	XX
ABSTRACT.....	XXI
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema.....	5
Formulación del problema de investigación	7
Alcance de la Investigación	7
Justificación de la investigación	8
Objetivos	9
Objetivos General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO I.....	10

XII

MARCO TEÓRICO.....	10
1.1 Antecedentes investigativos	10
1.2 Estado del arte	12
1.3 Discusiones del estado del arte	28
CAPÍTULO II	29
MARCO METODOLÓGICO.....	29
2.1 Enfoque de investigación	29
2.2 Diseño de investigación	29
2.3 Procedimiento metodológico	30
2.4 Población y Muestra.....	32
2.4.1 Población.....	32
2.4.2 Muestra.....	32
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.	33
2.5.1 Métodos de recolección de datos	33
2.5.2 Técnicas de recolección de datos.	34
2.5.3 Instrumentos de recolección de los datos.....	35
2.6 Variables del estudio	36
2.7 Operacionalización de variables	36
2.8 Procedimiento para la recolección de datos.	36
2.9 Plan de análisis e interpretación de datos.....	37
2.10 Discusión de la metodología	39
CAPÍTULO III.....	40
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1 Situación Inicial	40
3.1.1 Generalidades.....	40
3.1.2 Emplazamiento.....	41
3.1.3 Visión.....	41

3.1.4	Misión	41
3.1.5	Estructura Organizacional.....	42
3.1.6	Productos de la Empresa	45
3.1.6.1	Análisis ABC de los productos de la empresa.	45
3.1.7	Proceso Productivo Papas	47
3.2	Recolección de datos.....	48
3.2.1	Fichas de observación	49
3.2.1.1	Muestras cronometradas.....	50
3.2.2	Diagrama de flujo de procesos.....	51
3.2.3	Diagrama de operaciones del proceso.....	52
3.3	Marco de resultados	53
3.3.1	Análisis de fiabilidad de Cronbach	60
3.3.2	Comprobación de hipótesis.....	61
3.4	Elaboración de propuesta	64
3.4.1	Tema de la propuesta	64
3.4.2	Evaluación 5s	64
3.4.3	Propuesta 5s	66
3.4.3.1	Clasificar / Seiri.....	66
3.4.3.2	Ordenar / Seiton	68
3.4.3.3	Limpiar / Seiso	70
3.4.3.4	Estandarizar / Seiketsu	71
3.4.3.5	Disciplina / Shitsuke	72
3.4.3.6	Evaluación final	72
3.4.3.7	Cronograma de futuras evaluaciones	73
3.4.4	Evaluación TPM.....	74
3.4.4.1	OEE Inicial.....	74
3.4.5	Propuesta TPM.....	76

3.4.5.1	Matriz AMFE	76
3.4.5.2	Plan de mantenimiento de las maquinas	79
3.4.5.3	Cronograma de mantenimientos propuestos	82
3.4.5.4	Evaluación OEE final.....	84
3.4.6	VSM Propuesto (a futuro).....	85
3.4.7	Resultados de la propuesta	87
3.4.7.1	VSM.....	87
3.4.7.2	5S	88
3.4.7.3	TPM	90
3.4.7.4	Productividad	91
3.4.8	Simulación de la situación de mejora.....	93
3.4.9	Presupuesto de la propuesta	94
3.5	Marco de discusiones	97
CONCLUSIONES		99
RECOMENDACIONES		100
REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA).....		101
ANEXOS		110

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.....	15
Tabla 2. Términos Relacionados.....	16
Tabla 3. Base de Datos.....	16
Tabla 4. Criterios de Elegibilidad	17
Tabla 5. Matriz referencial de artículos.	19
Tabla 6. Matriz de ponderación FAHP.	27
Tabla 7. Operacionalización de variables.	36
Tabla 8. Procedimiento para la recolección de los datos.	37
Tabla 9. Plan de análisis e interpretación de resultados.....	38
Tabla 10. Datos de la empresa.	40
Tabla 11. Nomenclatura empresarial.	43
Tabla 12. Análisis ABC de productos.....	46
Tabla 13. Tiempo del flujo productivo de las papas en hojuelas de 200gr.....	49
Tabla 14. Resumen de levantamiento de información.....	50
Tabla 15. Resumen del diagrama de flujo de operaciones.....	54
Tabla 16. Matriz de datos Indufanny.	55
Tabla 17. Resumen de los tiempos del VSM Actual.	58
Tabla 18. Herramientas del LM.	59
Tabla 19. Rango de fiabilidad.	60
Tabla 20. Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach.....	61
Tabla 21. Coeficiente de Pearson.....	63
Tabla 22. Resumen de la evaluación inicial 5S.....	64
Tabla 23. Indicadores de la evaluación inicial 5S.....	65
Tabla 24. Tarjeta Roja.....	67
Tabla 25. Cuadro de disposición preliminar.	67
Tabla 26. Cuadro de disposición final.....	68
Tabla 27. Criterios para ordenar objetos del área de almacenamiento.....	69
Tabla 28. Destino de objetos necesarios según su uso.....	69
Tabla 29. Tarjeta de mantenimiento.....	70
Tabla 30. Resumen de evaluación final 5s.....	72
Tabla 31. Matriz de evaluaciones futuras.	74
Tabla 32. Métrica de calificación para valores de OEE.....	76

Tabla 33. Matriz AMFE de las máquinas de la producción de papas en hijuelas....	77
Tabla 34. Plan de Mantenimiento de Maquinarias.....	79
Tabla 35. Bitácora de mantenimientos Indufanny	81
Tabla 36. Resumen de los tiempos del VSM propuesto.	87
Tabla 37. Resultados propuesta VSM.	87
Tabla 38. Resultado propuesto de las 5S.....	88
Tabla 39. Resultado detalla de la propuesta 5S.....	89
Tabla 40. Resultado propuesto de las 5S.....	90
Tabla 41. Resultados detallados del nivel de OEE.....	91
Tabla 42. Presupuesto de herramientas de la manufactura esbelta.	95
Tabla 43. Cálculo del flujo de fondo.....	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la problemática.	4
Figura 2. Etapas de la revisión de alcance.	13
Figura 3. Descripción esquemática del procedimiento de selección.	18
Figura 4. Herramientas aplicadas en los estudios.	24
Figura 5. Clasificación por grupos de herramientas lean.....	26
Figura 6. Etapas del procedimiento metodológico.....	31
Figura 7. Plan direccionado a recolección de datos.	33
Figura 8. Marca de la empresa.	40
Figura 9. Ubicación geográfica de la empresa.	41
Figura 10. Organigrama de la empresa.	42
Figura 11. Organigrama propuesto.	44
Figura 12. Diagrama de Pareto de la demanda Indufanny.....	46
Figura 13. Diagrama de flujo de proceso de materiales de la producción de papas en hojuelas.	51
Figura 14. Diagrama de operaciones de proceso de la línea de producción de papas de 200 gr.	52
Figura 15. Mapa actual del flujo de valor de la producción de papas de 200 gr de Indufanny.	57
Figura 16. Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson	63
Figura 17. Representación visual de la evaluación inicial de las 5S.....	65
Figura 18. Representación visual de la evaluación final de las 5S.	73
Figura 19. Cronograma de futuros mantenimientos	83
Figura 20. VSM a futuro (propuesto).....	86
Figura 21. Evaluación de la propuesta de las 5s.	90
Figura 22. Modelado situación actual.	93
Figura 23. Modelado situación propuesta.	94

TABLA DE ANEXOS

Anexo A. Matriz FAHP	110
Anexo B. ABC de la demanda	110
Anexo C. Ficha de observación del mes de enero	111
Anexo D. Ficha de observación del mes de febrero	111
Anexo E. Ficha de observación del mes de marzo	111
Anexo F. Tabla General Electric.	112
Anexo G. Demanda de la empresa	112
Anexo H. Revisión de las 5S inicial.	112
Anexo I. Cálculo del SPSS	113
Anexo J. Registro de actividades de limpieza	114
Anexo K. Plan de capacitación metodología 5S.....	114
Anexo L. Ficha de nómina de asistencia.	115
Anexo M. Imágenes de la empresa.....	115
Anexo N. Modelado en el software FlexSim.....	117
Anexo O. Carta de aceptación de la empresa.	119

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR”

Autor: Sandoya Alban Daniela Alexandra

Tutor: Buenaño Buenaño Edison Noe

RESUMEN

La presente investigación está dirigida a identificar los tiempos de espera como una forma de desperdicio en el sistema productivo de la empresa Indufanny, situada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Se enfoca en la línea de producción de las papas en hojuelas de 200 gramos, el producto insignia de la empresa. El objetivo principal de este trabajo es optimizar los tiempos de espera en el proceso de elaboración de papas, mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para reducir los tiempos inactivos. Se llevó a cabo una revisión de alcance en conjunto con el Proceso Analítico Jerárquico Fuzzy, para elaborar el estado del arte evidenciando, a través de una matriz, las herramientas empleadas en investigaciones previas y aquellas que han recibido una mayor ponderación. La recolección de datos se efectuó mediante la técnica de observación directa utilizando como instrumento una ficha de observación, para posteriormente analizar la cadena de valor empleando VSM, con el propósito de identificar los desperdicios y proponer soluciones mediante la aplicación de herramientas como las 5S y el TPM. Como resultado, se observa una mejora en el OEE, que pasa de "Regular" a "Bueno", lo que refleja la efectividad de las intervenciones. Además, se registra una reducción notable en el tiempo de ciclo de producción, disminuyendo de 67 segundos a 55 segundos por unidad, lo que indica una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Palabras claves: *Tiempos de espera, manufactura esbelta, VSM, TPM, 5S, optimización.*

OPTIMIZATION OF LEAD TIME BASED ON LEAN MANUFACTURING AT 'INDUFANNY' COMPANY, AMBATO-ECUADOR.

Author: Sandoya Alban Daniela Alexandra

Tutor: Buenaño Buenaño Edison Noe

ABSTRACT

This research aims to identify waiting times as a form of waste in the production system of Indufanny, a company located in Ambato canton, Tungurahua province, focusing on the production line of 200-gram potato flakes, the company's flagship product. The main objective of this work is to optimize waiting times in the potato production process through the use of lean manufacturing tools to reduce idle times. A scoping review was conducted alongside the Fuzzy Analytical Hierarchy Process to develop the state of the art, evidenced through a matrix showing the tools used in previous research and those that received higher weighting. Data collection was carried out using the direct observation technique with an observation sheet as the instrument. Subsequently, the value stream was analyzed using VSM to identify waste and propose solutions by applying tools such as 5S and TPM. As a result, an improvement in OEE is observed, rising from "Fair" to "Good," reflecting the effectiveness of the interventions. Additionally, there is a notable reduction in the production cycle time, decreasing from 67 seconds to 55 seconds per unit, indicating a significant improvement in operational efficiency.

Keywords: *Waiting times, lean manufacturing, VSM, TPM, 5S, optimization.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria manufacturera debe ser altamente competitiva para mantenerse relevante en el sector económico, lo que implica una gestión efectiva de los recursos a través de una óptima integración de la planta y el equipo (Jiménez & Gisbert-Soler, 2018). Por ende, las empresas están cada vez más interesadas en desarrollar una cultura de gestión sostenible para reducir o eliminar actividades que consumen recursos, pero no añaden valor, lo que afecta la eficiencia y productividad (Moreno et al., 2020). Cualquier elemento que exceda la cantidad mínima necesaria de equipo, materiales, piezas y horas de trabajo esenciales para la producción es considerado desperdicio. Esto incluye cualquier recurso o actividad que no contribuya directamente al proceso de producción y que pueda ser eliminado sin afectar la calidad o la eficiencia del producto final (Muñoz-Guevara et al., 2022).

En los sistemas de producción y servicios, con el tiempo se han identificado ocho tipos principales de desperdicios, también conocidos como "mudas". Esto implica que, en cualquier contexto de producción o prestación de servicios, existen áreas que podrían optimizarse para eliminar ineficiencias y mejorar la calidad y eficacia del proceso en general (Suarez-Regalado & Novau-Dalmau, 2020). Además, se reconoce un tipo de desperdicio que no guarda relación con los procesos o el flujo de trabajo, sino más bien con el ánimo y la motivación de las personas para trabajar en un entorno de mejora continua constante. A continuación, se enumeran los ocho tipos de desperdicios: i) sobreproducción, ii) tiempos de espera, iii) movimientos innecesarios, iv) transportes innecesarios, v) sobre inventarios, vi) procesos innecesarios, vii) defectos y reprocesos, y viii) desaprovechar talento humano (Muñoz-Guevara et al., 2022).

Los tiempos de espera hacen referencia al tiempo desperdiciado mientras el operador espera que la máquina termine su labor, ya sea debido a que esta se detiene para que el operador realice ajustes o cuando ambos, operador y máquina, están inactivos a la espera de materiales, herramientas o instrucciones. Este tiempo improductivo constituye el desperdicio más común en la industria, al no añadir valor al proceso (Socconini, 2019). En este sentido, la manufactura esbelta representa un sistema que fomenta la eliminación de desperdicios y demoras en todas las fases del

flujo productivo. Su enfoque se centra en maximizar el valor agregado de los productos y buscar constantemente la mejora continua (Muñoz-Guevara et al., 2022). Este enfoque ofrece soluciones a los problemas presentes en los procesos productivos, permitiendo la optimización de los flujos dentro de la cadena de suministro, incluyendo la gestión eficiente de materiales, personas, información y capital (Mesa & Carreño, 2020).

Según la *Organización Mundial del Comercio* OMC (2022), las pequeñas y medianas empresas (Pymes) desempeñan un papel fundamental en la economía, representando aproximadamente el 90% del total de empresas a nivel global. El enfoque de Lean Manufacturing (LM) se centra en mejorar el sistema de producción al eliminar actividades que no agregan valor, lo cual es crucial para la competitividad de las empresas en el mercado global (Carter, 2022). A pesar de su comprobada efectividad en la mejora de las operaciones, el modelo de LM no ha logrado una adopción generalizada en todas las empresas, siendo el porcentaje promedio de implementación a nivel mundial del 54% (Suarez-Regalado & Novau-Dalmau, 2020).

En la economía formal de América Latina, la *Comisión Económica para América Latina y el Caribe* (CEPAL) determina que las Pymes representan aproximadamente el 99,5% de todas las empresas en la región, con la gran mayoría siendo microempresas que constituyen el 88,4% del total (Dini & Stumpo, 2020). En el contexto más amplio de la industria manufacturera en México, las Pymes enfrentan diversos desafíos significativos, careciendo de conocimientos básicos en gestión empresarial, dificultades para acceder a financiamiento y deficiencias en su cultura laboral (Alcántara, 2022). Esto se suma al hecho de que América Latina ha incursionado en la implementación del LM, aunque su nivel de adopción se encuentra significativamente más bajo que el de países desarrollados, alcanzando apenas el 33% (Suarez-Regalado & Novau-Dalmau, 2020).

El sector de alimentos y bebidas en Ecuador es de gran importancia debido a su significativo aporte al desarrollo económico y social, representando aproximadamente el 6,6% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Según un informe de *Mucho Mejor en Ecuador* MME (2022) en el año 2020 este sector representó el 45% de la actividad manufacturera nacional, y en 2021 experimentó un aumento llegando a representar el 42,8% de los ingresos generados en el territorio. El liderazgo

de los directivos es crucial para que las Pymes ecuatorianas apliquen con éxito LM en cualquier sector económico, sin embargo, las manufactureras operan de manera tradicional, sin avances tecnológicos ni atención al comercio exterior, tomando empíricamente las decisiones y la mayoría no aprovecha las ventajas de la estructura de la LM (Hinojosa-Donoso & Cabrera-Armijos, 2022; Muyulema-Allaica et al., 2022).

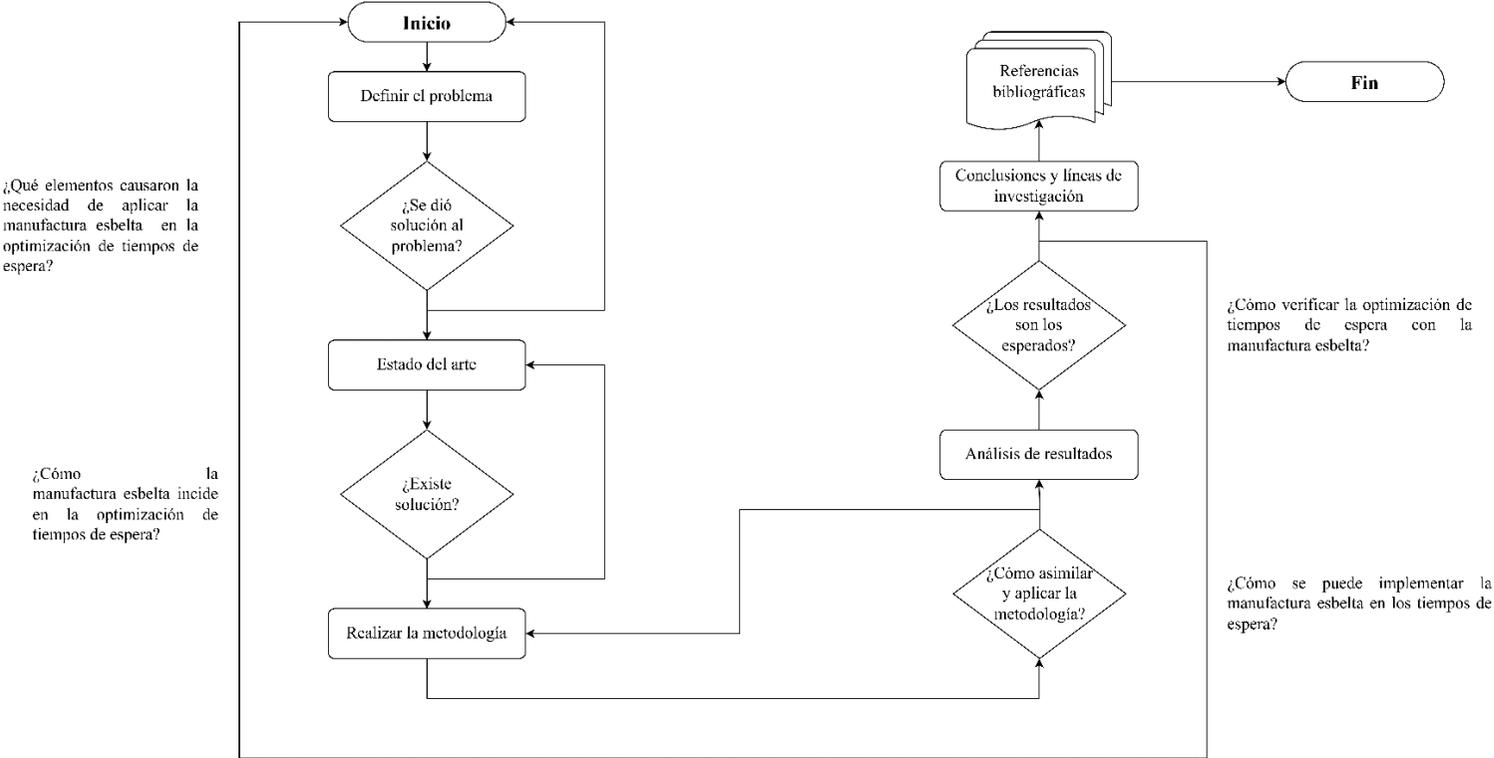
La provincia de Tungurahua es reconocida por albergar industrias y empresas de calidad, con aproximadamente 38,990 unidades productivas, lo que representa alrededor del 3.85% del total nacional, ubicándose como la sexta provincia con mayor presencia empresarial (Valle et al., 2021). De acuerdo con Hinojosa-Donoso & Cabrera-Armijos (2022) las empresas que aplican LM han logrado reducir costos en producción, inventarios y calidad, así como en tiempos de entrega, además, han mejorado la productividad, flexibilidad, calidad y eficiencia en el uso de recursos humanos y espacio. En Ambato, según un estudio realizado por Ortega-Freire & Vaca (2018) enfocado en un grupo de empresas (84 empresas) del cantón reveló que el promedio general de prácticas Lean es del 78.5% en el sector industrial.

Considerando este contexto, la empresa Indufanny, especializada en la elaboración y comercialización de snacks, se convierte en el objeto de estudio de esta investigación, siendo una empresa en vía de desarrollo y crecimiento local en la provincia. En los últimos años, la planta ha ganado reconocimiento como marca gracias al aumento de la demanda de los consumidores en el sector. Este crecimiento ha impulsado la búsqueda de diversas estrategias para mejorar la calidad de los productos y aumentar la eficiencia del sistema de producción.

Bajo este contexto, se muestra un diagrama de flujo que ofrece un marco estructurado para abordar la optimización de los tiempos de espera mediante la implementación de manufactura esbelta. Mediante una secuencia de pasos bien definidos, se garantiza un enfoque metódico y completo, abarcando desde la identificación del problema hasta la aplicación y evaluación de las soluciones propuestas, culminando con la documentación de resultados y conclusiones.

Para proporcionar una contribución clara y concisa se desarrolló el flujograma para expresar la respuesta de la problemática de la investigación, como se muestra en la Figura 1:

Figura 1. Flujograma de la problemática.



Nota: Elaborado por Autor.

El flujograma describe un proceso para optimizar los tiempos de espera mediante la manufactura esbelta. Comienza con la identificación del problema y la evaluación de si ya ha sido resuelto. Si no hay soluciones previas, se realiza una revisión de la literatura existente. A partir de ahí, se evalúan las soluciones identificadas y, si no son adecuadas, se desarrolla una nueva metodología basada en los principios de la manufactura esbelta.

La metodología se implementa en el proceso de manufactura, adaptando los procedimientos necesarios. Luego, se analiza el impacto de esta metodología comparando los resultados con los objetivos iniciales. Si los resultados son satisfactorios, se documentan las conclusiones y se proponen líneas de investigación futura. Finalmente, se recopilan y citan todas las fuentes utilizadas.

Las preguntas clave que guían la investigación son: ¿Qué elementos causaron la necesidad de aplicar la manufactura esbelta? ¿Cómo incide la manufactura esbelta en la optimización de tiempos de espera? ¿Cómo verificar la optimización de tiempos de espera con la manufactura esbelta? y ¿Cómo implementar la manufactura esbelta en los tiempos de espera? Estas preguntas aseguran un enfoque integral del problema.

Planteamiento del problema

A nivel global, más del 30% de los alimentos frescos pueden perderse después de la cosecha, lo que resulta en pérdidas cuantitativas, cualitativas y económicas significativas en las industrias alimentarias (Vera-Zambrano et al., 2019). La producción global de snacks enfrenta desafíos en eficiencia, cadena de suministro, calidad, innovación, sostenibilidad y tecnología, de acuerdo con De los Reyes (2018) los snacks salados representan aproximadamente el 30% del consumo alimenticio total a escala global, experimentando un incremento del 4.3% respecto al año anterior. Los snacks proporcionan alimentos prácticos y rápidos para diversas ocasiones, desde tentempiés entre comidas hasta energía adicional durante actividades diarias, ofreciendo soluciones convenientes para los consumidores (Law et al., 2019).

En Latinoamérica, el consumo estimado de snacks representa el 26%, con un crecimiento del 10% respecto a períodos anteriores (De los Reyes, 2018). Este alto consumo se atribuye a la accesibilidad, bajo costo y eficiente distribución de los snacks

en la región. En México, datos de encuestas indican que el 70% de adultos y el 77% de niños consumen snacks hasta dos veces al día (Angulo-Arizala et al., 2022). Según un informe realizado por *Expert Market Research* EMR (2023) el mercado de snacks en América Latina está experimentando transformaciones sustanciales debido al crecimiento del consumo y la intensificación de la cadena de suministro. En 2020, en Chile se observó un aumento del 59% en los pedidos de papas fritas, lo que indica una demanda regional en aumento.

En Ecuador, las ventas de snacks iniciaron el año 2022 con un impresionante aumento del 37.3% en comparación con el mismo periodo del año anterior, este notable crecimiento se debe al regreso de clases presenciales (Zambrano, 2022). A pesar de la proyección optimista, la *Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas* ANFAB (2021) informaron que las empresas del sector están comprometidas en seguir invirtiendo en el desarrollo industrial, el objetivo es mejorar la eficiencia y competitividad a nivel nacional e internacional, fortaleciendo las capacidades empresariales del sector alimenticio y de bebidas.

Con base en lo anteriormente expuesto, el presente estudio de investigación se enfocó en la empresa Indufanny, situada en la ciudad de Ambato, especializada en la producción y comercialización de snacks como papas fritas, chifles de sal, chifles de dulce y cueritos procesados, con énfasis en la línea de producción de bolsas de papas en hojuelas grandes de 200 gramos. El objetivo es analizar aspectos fundamentales en la cadena de producción para abordar el problema, resulta crucial identificar áreas clave que requieran mejoras, como las ineficiencias en el proceso de empaquetado y los tiempos de inactividad asociados con la medición manual del peso de las bolsas, lo que ocasiona la paralización de la maquinaria durante esos períodos.

Bajo este contexto todo tipo de desperdicio, entendido como cualquier actividad que no aporte valor al producto final, debe ser reducido o eliminado para optimizar los costos de producción, según Palange & Dhattrak (2021), además, se reconoce un tipo de desperdicio que no está inherentemente ligado a los procesos o al flujo de trabajo, sino que surge directamente de las actitudes y la motivación de las personas para trabajar en un entorno de mejora continua (Muñoz-Guevara et al., 2022). Ahora bien, el concepto de tiempos de espera representa cuando hay pérdida de tiempo debido a un proceso de trabajo ineficiente, lo que resulta en trabajadores inactivos

mientras otros se ven sobrecargados debido a desequilibrios en los procesos (Muñoz-Guevara et al., 2022).

Para hacer frente a estos desafíos, es esencial implementar la metodología de LM en Indufanny, esta acción permitirá optimizar los tiempos de espera, minimizar los desperdicios y garantizar una mayor satisfacción del cliente, además, fortalecerá la competitividad en el mercado de productos snacks al optimizar los procesos y lograr resultados positivos en el mercado. En este sentido LM es un sistema operativo que busca eliminar desperdicios y retrasos en todas las etapas del flujo productivo, mientras maximiza el valor agregado de los productos y promueve la mejora continua. Por estas razones, desempeña un papel crucial en la competitividad de las empresas a nivel nacional (Muñoz-Guevara et al., 2022).

Formulación del problema de investigación

¿Cómo la optimización de los tiempos de espera basado en manufactura esbelta beneficiará las actividades de la empresa Indufanny en la provincia de Tungurahua, Ecuador?

Alcance de la investigación

La implementación de la metodología LM ha sido sumamente exitosa en las principales organizaciones manufactureras que buscan de manera constante reducir costos operativos, elevar los estándares de calidad de sus productos y cumplir totalmente con las demandas de sus clientes (Muñoz-Guevara et al., 2022). En este sentido, se presenta como punto de exploración a la empresa Indufanny, dedicada a la producción y comercialización de alimentos procesados (snacks), con su planta emplazada en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, abarcando la identificación de áreas de mejora dentro de sus operaciones, con especial atención a los tiempos de espera.

La investigación se centra en la propuesta de implementación de la metodología de manufactura esbelta y su incidencia en la línea de producción de papas en hojuelas de 200 gramos para la optimización de tiempos de espera. Muñoz-Guevara et al., (2022) mencionaron que este tipo de desperdicio tiene un impacto directo en la planta, ya que representa tiempo perdido debido a secuencias de trabajo o procesos

ineficientes, los procesos desequilibrados pueden resultar en situaciones donde algunos operarios están inactivos mientras otros se ven abrumados con trabajo.

Para el desarrollo de la propuesta de investigación, se llevará a cabo un análisis de los procesos de producción con el objetivo de recopilar información precisa sobre los tiempos de producción, especialmente centrados en la línea de empaquetado. Se excluirán áreas y datos de la organización que no estén directamente relacionados con las variables consideradas relevantes para el contexto de la investigación. Este estudio se llevará a cabo durante el período comprendido entre el 18 de marzo y el 26 de julio.

Justificación de la investigación

La presente investigación destaca la importancia de presentar una herramienta basada en los principios de la manufactura esbelta para optimizar los tiempos de espera en la empresa Indufanny, situada en la provincia de Tungurahua, al haberse detectado la problemática en la línea de producción de bolsas de papas en hojuelas grandes.

Para abordar esta investigación se consideró fundamental implementar la metodología de manufactura esbelta en Indufanny, esta acción permitirá optimizar los tiempos de espera, reducir al mínimo los desperdicios y garantizar una mayor satisfacción del cliente, resaltando que la optimización de los tiempos de espera conlleva a una distribución de tareas más equitativa, reduciendo la fatiga laboral y, en consecuencia, mejorando la calidad de vida laboral (Muñoz-Guevara et al., 2022). Siendo así LM se enfoca en eliminar desperdicios y retrasos en todas las etapas del flujo productivo, al mismo tiempo que maximiza el valor agregado de los productos y fomenta la mejora continua (Radajell-Carrera, 2021).

La optimización de tiempos de espera basada en la manufactura esbelta en Indufanny beneficia directamente a la alta gerencia de la empresa con la propuesta. Posteriormente, se espera que la implementación del LM proporcione a esta instancia información crucial para la toma de decisiones estratégicas en relación con las líneas de producción. Este enfoque les permite identificar áreas de mejora, asignar recursos de manera más efectiva y, en última instancia, mejorar la eficiencia general de la producción. Asimismo, los trabajadores de Indufanny se benefician de la adopción de este enfoque, ya que les brinda un entorno laboral más eficiente y menos estresante.

Por otro lado, los consumidores de los productos de Indufanny también cosechan beneficios tangibles.

Objetivos

Objetivos General

Optimizar los tiempos de espera en base a la manufactura esbelta en la empresa “Indufanny” Ambato– Ecuador.

Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión de alcance de la literatura sustentando la relación entre las variables de la optimización de los tiempos de espera y de manufactura esbelta.
2. Establecer una metodología mediante una secuencia lógica para la formulación de la situación de mejora.
3. Elaborar una propuesta que permita la optimización de tiempos de espera en la línea de producción de papas de 200 gr mediante la manufactura esbelta en la empresa Indufanny.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el contexto actual de intensa competencia global en la industria manufacturera, las empresas se enfrentan a la necesidad imperiosa de implementar nuevas técnicas organizativas y de producción para mantener su competitividad y sostenibilidad en el mercado. Ramírez-Zavala et al. (2024) enfatizaron en su investigación la importancia de implementar herramientas de mejora continua en la industria manufacturera, resaltando factores clave relacionados con el compromiso de la alta dirección y la cultura organizacional, a través de una revisión sistemática de la literatura y un análisis de Pareto, identificaron 32 factores críticos de éxito que influyen en la efectividad de los equipos de trabajo en proyectos de mejora continua. Los resultados demostraron que la implementación de herramientas de mejora continua y la filosofía Lean Manufacturing tienen un efecto positivo en la calidad de los productos y servicios, con un aumento del 24,3% en el tiempo dedicado a la producción y del 29,22% en actividades que añaden valor, junto con una reducción del 8,34% en el tiempo de entrega a los clientes, destacando la necesidad de que la dirección priorice un cambio cultural, proporcionando recursos adecuados, estableciendo sistemas de recompensa efectivos y empoderando al personal para asegurar la eficacia de los equipos de trabajo y sus proyectos de mejora continua.

La fabricación sin defectos (ZDM) busca eliminar defectos en el proceso de producción, reduciendo costos de retrabajo y desperdicio Wan & Leirmo (2023) llevaron a cabo una revisión de alcance para explorar cómo los humanos pueden desempeñar un papel fundamental en la ZDM, se identificó tres roles clave: gerentes, ingenieros y operadores. Los gerentes son cruciales para cultivar una cultura de prevención de errores en toda la organización, los operadores, utilizando tecnologías como la realidad extendida, capturan conocimientos y proporcionan retroalimentación valiosa a los ingenieros para diseñar acciones correctivas efectivas. Este enfoque busca integrar a los humanos de manera efectiva en la mejora continua de la calidad, abordando desafíos como la resistencia al cambio y la inversión tecnológica, y de esta manera reducir los defectos a cero y fortalecer la resiliencia del sector manufacturero.

El estudio de Kukhan & Bhuvanesh-Kumar (2021) investiga mejoras logradas en una industria de fabricación de papel ético mediante la implementación de herramientas y técnicas de manufactura lean, como 5S, Kaizen y TPM, estas herramientas fueron seleccionadas de estudios de caso previos y se implementaron con la colaboración de tomadores de decisiones, ingenieros y supervisores de la organización. Se compararon los resultados actuales y futuros de cada herramienta lean, demostrando una reducción significativa de los desperdicios de material, mejor uso de recursos y un entorno más limpio que motiva a los trabajadores a desempeñarse mejor. La dirección reconoció que estos cambios generaron ahorros de costos para la industria, aunque el estudio no incluyó cálculos detallados de costos y beneficios debido a la confidencialidad de la información, las implicaciones gerenciales podrían ser objeto de futuras investigaciones para industrias similares.

Según el estudio Widiwati et al., (2024) utiliza el enfoque DMAIC para identificar cinco tipos de residuos en la producción de mooncakes: transporte, espera, sobre procesamiento, defectos e inventario. Se concluye que la espera es el más perjudicial en términos de tiempo y oportunidad, a pesar de que inicialmente se esperaba que los defectos fueran el desperdicio más dañino, para aquello, se proponen recomendaciones y las 5 S para eliminar los residuos, demostrando su eficacia matemáticamente para reducir la pérdida de productos y mejorar el rendimiento del proceso. La implementación sugerida podría mejorar el PCE en un 4,79% y reducir el tiempo de ciclo, así mismo se recomienda registrar datos de inventario, establecer planes de mantenimiento preventivo y crear un departamento de control de calidad.

Además, cabe destacar que el proyecto de Garcia-Garcia et al., (2022) aborda la optimización del proceso de cambio en una fábrica de alimentos mediante el uso de métodos de producción ajustada, particularmente la metodología SMED en donde se logró una reducción del tiempo de cambio del 30% al simplificar y modificar actividades, incluyendo el precalentamiento del cabezal de sellado que resultó en la mayor reducción de tiempo. La implementación del salto de línea demostró ser altamente efectiva, reduciendo el tiempo de cambio a menos de 10 minutos, lo que representa una disminución del 68%. La mejora en la Eficiencia Global del Equipo (OEE) fue del 9%, alcanzando el 71%, y se observaron mejoras en las cifras de recuperación laboral.

Finalmente, el estudio de Mendoza et al. (2019) proponen ampliar el uso del Proceso de jerarquía analítica (AHP) para mejorar la precisión en la toma de decisiones en consensos de expertos, destacando su capacidad para integrar preferencias de manera sistemática y cuantitativa. Además, se ilustra la efectividad del método mediante un caso aplicado en el sector de la logística industrial, donde se observaron resultados positivos que respaldan su aplicabilidad en la Teoría de decisiones. Así mismo el estudio de Gompf et al. (2021) utilizan AHP para determinar ponderaciones de criterios e indicadores en la evaluación de la sostenibilidad social de los servicios de movilidad urbana, se consultaron 48 expertos de diferentes ámbitos relacionados con la movilidad urbana para identificar estas ponderaciones. A pesar de algunas discrepancias, la mayoría de los indicadores resultaron en ponderaciones similares entre los grupos, ofreciendo una guía valiosa para la toma de decisiones en este campo de estudio.

Basándonos en investigaciones previas, se ha demostrado que la implementación de LM resulta en mejoras continuas en los procesos de producción y en la eliminación de desperdicios en la cadena de valor, optimizando así los procesos, además, se ha evidenciado en estudios la aplicación de la metodología de cero defectos para fomentar la mejora continua, respaldada por una revisión literaria exhaustiva que proporciona una base sólida para su aplicación en el estado del arte, la literatura también destaca la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico en la toma de decisiones, basado en una ponderación matemática de los criterios. El análisis de estas investigaciones revela un objetivo general compartido: la optimización del flujo productivo. Los resultados obtenidos confirman este objetivo al reducir desperdicios, eliminar retrasos, optimizar tiempos y maximizar la eficiencia operativa de las empresas.

1.2 Estado del arte

El estado del arte se posiciona como una herramienta analítica fundamental en el proceso de investigación, al proveer una panorámica de las prácticas investigativas predominantes y emergentes. Es imperativo explorar nuevos métodos y estrategias desde una perspectiva disruptiva, con el fin de trascender la concepción convencional del estado del arte como un mero inventario documental de referentes teóricos (Reyes & Carlos, 2019).

Según Munn et al., (2022) las revisiones de alcance son un tipo de síntesis de evidencia que tiene como objetivo identificar y mapear sistemáticamente la amplitud de la evidencia disponible sobre un tema, campo, concepto o cuestión en particular, a menudo independientemente de la fuente dentro del contexto. o en contextos particulares. Las revisiones de alcance pueden aclarar conceptos/definiciones clave en la literatura e identificar características o factores clave relacionados con un concepto, incluidos aquellos relacionados con la investigación metodológica.

El objetivo principal de una revisión de alcance es abordar preguntas más amplias en comparación con una revisión sistemática tradicional, como resultado, los pasos comunes en una revisión de alcance no corresponden exactamente a los de una revisión sistemática según, Peters et al., (2022). Esta revisión del alcance utilizará el marco propuesto por Levac et al., (2010) para revisiones de alcance. El marco recomienda organizar la revisión del alcance en cinco etapas como se muestra en la figura 2.

Figura 2. *Etapas de la revisión de alcance.*



Nota: Elaborado por autor.

La figura 2 muestra la esquematización de los pasos a seguir para la Revisión de Alcance que se describirá a detalle más adelante, a continuación, brevemente se dará a conocer los pasos:

Identificar preguntas de investigación: El primer paso implica clarificar el propósito de nuestra investigación para luego formular una pregunta que guíe nuestro trabajo, en la revisión de alcance, la pregunta de investigación es más flexible en comparación con la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL).

Identificar la literatura relevante: En este paso, se establece los términos de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión, así como la selección de la base de datos adecuada para buscar la información relevante

Selección de datos: Posteriormente, una vez identificada la literatura relevante, procedemos a seleccionar la información que cumpla con los criterios de elegibilidad, esto implica revisar y filtrar la data según los criterios establecidos.

Trazar los datos: Una vez definidos los parámetros de selección, se desarrolla una matriz referencial que organice los artículos previamente seleccionados.

Resumir datos: Finalmente, se resume la información de la matriz, tabulando los datos relevantes para el estudio, además, se presenta los resultados esperados mediante gráficos que faciliten su comprensión.

Ahora, procedemos a detallar cada uno de estos pasos:

1. IDENTIFICAR PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La formulación de la pregunta de revisión es esencial para una revisión de alcance exitosa, debe estar estrechamente vinculada al propósito general de la revisión y ser clara y transparente, una pregunta mal definida conducirá a una revisión sin dirección ni coherencia (Pollock et al., 2021).

Para aquello se va a definir el objetivo de la revisión de alcance y la pregunta de investigación que se desea abordar.

OBJETIVO: Optimizar los tiempos de espera mediante las metodologías y prácticas de la manufactura esbelta.

PREGUNTA DE INVESTIGACION: ¿Cómo optimizar los tiempos de espera mediante las herramientas de la manufactura esbelta?

2. IDENTIFICACIÓN DE LITERATURA RELEVANTE

2.1 Criterios de inclusión y exclusión.

Para realizar una búsqueda exhaustiva, se aplicó una metodología durante la revisión de alcance donde se definieron criterios para seleccionar la muestra original. Se adoptó un enfoque pragmático para equilibrar la cantidad y calidad de información, con el fin de reducir la sobrecarga de datos. Se determinó incluir artículos científicos publicados en un período de 3 años, desde 2021 hasta 2023, en áreas de ingeniería y manufactura, relacionados con el tema de estudio, en inglés y español. Se excluyeron los artículos que no estuvieran disponibles para el público y aquellos que no cumplieran con los objetivos del tema a abordar como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Criterios de inclusión y exclusión.*

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Solo artículos científicos	Artículos con acceso limitado o restringido
Que abarquen el área de ingeniería y manufactura	Artículos que no tengan afinidad con el tema y área a abordar
Artículos con un periodo de tiempo de 3 años (2021-2023)	Artículos encontrados en revistas de bajo impacto
Idioma inglés y español	Artículos que no cumplan con los objetivos

Nota: *Elaborado por Autor.*

En la tabla 1 se detallan los criterios de inclusión y exclusión establecidos para dirigir la búsqueda de información, basados en las necesidades del autor para encontrar datos relevantes al objeto de estudio, estos criterios permitirán posteriormente a definir los términos relacionados que se utilizaran en el proceso de búsqueda.

2.2 Términos relacionados.

Se eligieron artículos que incluyeran términos vinculados a las variables del tema de estudio, predominando el lenguaje de inglés para las palabras claves y términos de búsqueda durante la revisión, a continuación, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Términos Relacionados.

TEMA: Optimizar tiempos de espera basado en la manufactura esbelta

TÉRMINOS EN INGLÉS	TÉRMINOS EN ESPAÑOL
("Wait Time" Or "Downtime") And "Lean Manufacturing"	("Tiempos de espera" O "tiempos muertos") y "Manufactura esbelta"
"Lead Time" And "Lean Manufacturing"	"Tiempo de espera" Y "Manufactura esbelta"

Nota: Elaborado por Autor.

Se seleccionaron artículos que contenían términos relacionados con las variables del tema de estudio. Esto sugiere que se buscaba la relación entre los tiempos de espera o inactividad y la fabricación esbelta, así como la relación entre los tiempos de espera y la fabricación esbelta. Durante la revisión, se dio preferencia al inglés para las palabras clave y términos de búsqueda, puesto que es el idioma que más predomina en los artículos científicos.

2.3 Base de datos.

La información para el caso de estudio se obtuvo de bases de datos como ScienceDirect, Scopus, Dimensions y otras similares, así como de revistas de alto impacto. Estas plataformas proporcionan una manera fácil y eficiente de recopilar los datos necesarios para las variables del estudio, representación de la tabla 3.

Tabla 3. Base de Datos.

Base de datos	Resultados de la búsqueda	Porcentaje
Dimensions	16341	91,48 %
ScienceDirect	1406	7,87 %
Scopus	115	0,64 %
Total	17962	100,00 %

Nota: Elaborado por Autor.

Se obtuvo información para el estudio de varias bases de datos como ScienceDirect, Scopus y Dimensions. La mayor parte de los datos provienen de Dimensions, representando el 91.48% del total, seguido por ScienceDirect con un 7.87% y Scopus con un 0.64%. En conjunto, se recopilaron un total de 17,962 resultados de todas las fuentes.

3. SELECCIÓN DE ESTUDIOS

3.1 Elegibilidad según los criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de elegibilidad determinarán qué artículos se incluirán en la revisión, si son demasiado amplios, podría resultar en una cantidad excesiva de artículos, dificultando la revisión. Por otro lado, si son demasiado estrictos, existe el riesgo de no encontrar documentos adecuados (Pollock et al., 2021). A continuación, se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. *Criterios de Elegibilidad.*

Criterios de elegibilidad	SI	NO
El artículo aborda específicamente la aplicación de principios de manufactura esbelta.	Si	No
El artículo se publicó en los últimos 4 años para garantizar la relevancia y actualidad de la información.	Si	No
El artículo está disponibles en inglés o español para asegurar la accesibilidad y comprensión de la información.	Si	No
El artículo no tiene duplicados en las otras bases de datos investigadas.	Si	No
El artículo presenta resultados empíricos o análisis basados en datos concretos sobre la optimización de procesos mediante la implementación de técnicas de manufactura esbelta.	Si	No
El artículo se centra en sectores industriales relevantes, como la manufactura, la logística o la cadena de suministro.	Si	No

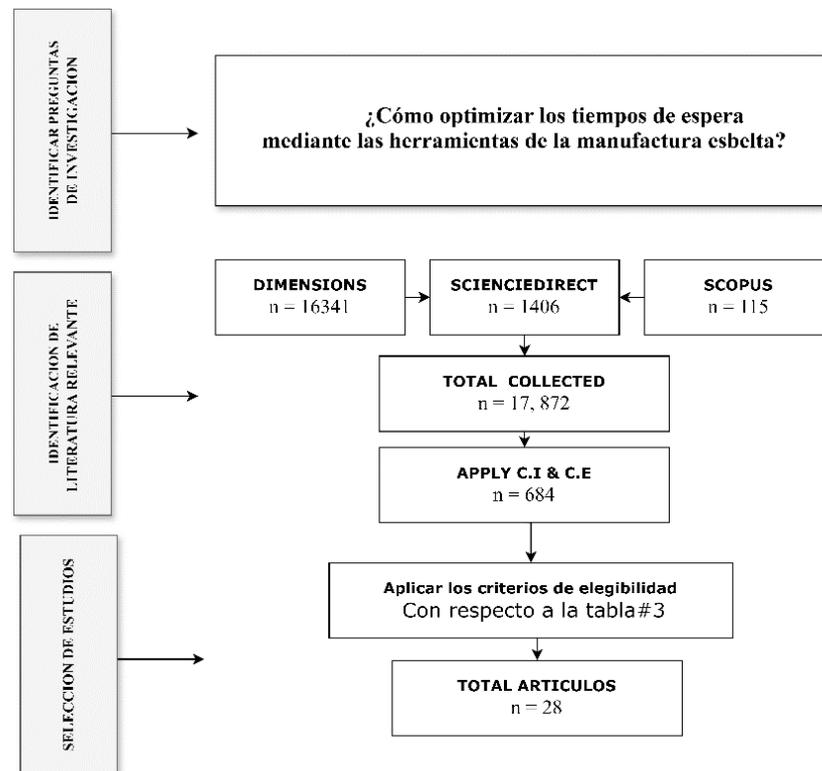
Nota: *Elaborado por Autor.*

Se resalta la importancia de establecer criterios de elegibilidad adecuados para la selección de los estudios, evitando que sean demasiado amplios o estrictos. Luego, se presentan en la Tabla 4 los criterios específicos: abordar la manufactura esbelta, ser una publicación reciente, estar disponible en inglés o español, no estar duplicado en otras bases, presentar resultados empíricos y enfocarse en sectores industriales relevantes.

4. TRAZAR DATOS

Se efectuó una revisión exhaustiva abarcando la mayor cantidad posible de publicaciones disponibles. El informe de esta revisión se basó en las pautas de Scoping Review o Revisión de Alcance (*Defining the Scope of Digital Public Health and Its Implications for Policy, Practice, and Research*)(Iyamu et al., 2021). Con el objetivo de abordar tanto el enfoque de la manufactura esbelta como el enfoque en los tiempos de espera, inactividad o tiempos muertos en los procesos de producción, se utilizaron términos como "lean manufacturing", "wait time", "down time" y "lead time" como criterios de búsqueda en el título, el resumen y las palabras clave (en Scopus, ScienceDirect y Dimensions), como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Descripción esquemática del procedimiento de selección.



Nota: Elaborado por Autor.

Este estudio se centró exclusivamente en el análisis de artículos científicos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión definidos. Posteriormente, se aplicaron criterios de elegibilidad para eliminar duplicados y descartar aquellos artículos que no se alineaban con los objetivos de investigación y las variables específicas a estudiar. Todos los estudios considerados en el análisis fueron de acceso abierto, excluyendo aquellos que tenían restricciones de acceso. Como resultado, se identificaron y seleccionaron un total de 28 artículos que cumplieran con los criterios establecidos y que fueron utilizados para el análisis en este estudio.

A continuación, se presentan en la Tabla 5 los estudios seleccionados con el objetivo de identificar las distintas herramientas y resultados utilizadas en la manufactura esbelta y su incidencia en los tiempos de espera:

Tabla 5. *Matriz referencial de artículos.*

N°	Autor	Objetivo	Herramientas	Resultados
A1	(Carrillo et al., 2023)	Mejorar los tiempos de atención del Hospital.	JIT Kanban	Evaluación de los procesos actuales para optimizar la eficiencia y calidad del servicio en el sistema de salud.
A2	(Habib et al., 2023)	Mejorar el rendimiento y los tiempos de configuración.	VSM Kanban SMED	Reducción de desperdicios para mejorar su tiempo de entrega.
A3	(Shahriar et al., 2022)	Reducir el tiempo operativo que no agrega valor.	5S	Minimización del tiempo de inactividad en el proceso de fabricación.
A4	(Hemalatha et al., 2021)	Minimizar el inventario total en todos los elementos del componente de la caldera.	Kanban	Determinaron los factores que afectan los niveles de inventario para satisfacer la demanda requerida para cada producto
A5	(Daniyan et al., 2022)	Mejorar la eficiencia operativa y la calidad durante el	VSM Kaizen 5S SMED	Reducción de residuos para mejorar la eficiencia del proceso de ensamblaje.

		proceso de montaje del bogie.		
A6	(Rathi et al., 2024)	Reducir el tiempo de inactividad en el laminador.	SMED TPM	Mejoramiento en el OEE para reducir del tiempo de cambio de sección.
A7	(Konrad et al., 2023)	Identificar áreas de mejora en el proceso de embalaje y almacenamiento de cajas estándar.	Poke Yoke Kanban	Reducción de costos en el proceso de embalaje y almacenamiento de cajas estándar en la planta industria
A8	(Rewers & Diakun, 2021)	Seleccionar la mejor variante del sistema de planificación y control de producción.	Heijunka	Combinación de niveles de producción para un equilibrio entre las fluctuaciones de los pedidos y la estabilidad del flujo de producción
A9	(Lie & Kusumastuti, 2021)	Examinar la aplicación de VSM en el proceso de producción de productos químicos.	VSM	Rediseño del proceso de producción para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos de producción.
A10	(Fitriadi & Ayob, 2023)	Optimizar el ciclo de fabricación en la industria de la construcción naval.	MCE	Integración de sistemas de gestión eficientes para mejorar los procesos de producción
A11	(Fitriadi & Ayob, 2022)	Identificar los desperdicios en las líneas de producción de construcción naval.	WAM	Reducción de actividades innecesarias para minimizar costos y tiempos de producción
A12	(Ewnetu & Gzate, 2023)	Mejorar la productividad en la línea de ensamblaje de la industria de confección.	Kaizen 5S	Eliminación de actividades que no agregan valor para reducir el tiempo de entrega y los defectos
A13	(Sullivan et al., 2022)	Mejorar la comprensión y visualización de los flujos de producción.	VSM	Presentación de una solución semi automatizada para una representación más precisa y dinámica

A14	(Weideman et al., 2022)	Investigar el impacto de TPM en el desempeño de una empresa de alimentos.	TPM	Identificación de áreas de mejora para optimizar la eficiencia y la calidad en la producción de alimentos.
A15	(Quiroz-Flores & Vega-Alvites, 2022)	Mejorar los tiempos de inactividad en la empresa del sector del plástico	5S SMED TPM Jidoka	Reducción de tiempos de preparación, para optimizar la capacidad de producción y satisfacción de los clientes.
A16	(Xiang & Feng, 2021)	Verificar la eficacia y viabilidad de una PYME que fabrica piezas hidráulicas en China	TPM	Implementación de prueba piloto de TPM para acelerar equipos críticos, cultivar experiencia y confianza entre el personal.
A17	(Satria-Shandy & Rahmawati, 2022)	Medir la efectividad de la máquina del molino de crudo	TPM	Mejoramiento de programas para crear un sistema de gestión de inventario de repuestos.
A18	(Sichinsambwe et al., 2023)	Mejorar el desempeño en las manufactureras de Zambia	Kaizen	Implementación de las prácticas Kaizen para mejorar el desempeño de las operaciones.
A19	(Samad et al., 2023)	Identificar los desperdicios y tiempos prolongados de producción	Kanban SMED TPM	Identificando las áreas de desperdicio para desarrollar estrategias de mejor.
A20	(Kukhan & Bhuvanesh-Kumar, 2021)	Estudiar las ventajas de implementar prácticas de LM en una industria papelera.	TPM Kaizen 5S	Reducción de los desperdicios de materiales para aumentar la productividad.
A21	(Masmali, 2021)	Minimizar el desperdicio y las actividades que no agregan valor a la línea de producción.	VSM Kanban	Reduciendo tiempos de inactividad para mejorar la eficiencia en la línea de producción de cemento.

A22	(Cabrera et al., 2023)	Reducir la alta tasa de tiempo no contributivo (NCT) en los servicios de construcción.	Kanban 5S TPM	Reduciendo pérdida o daño de materiales y paros de equipos para evitar pedidos con retraso
A23	(Huang et al., 2022)	Desarrollar un modelo práctico de mejora de procesos.	VSM	Reduciendo tiempo de entrega y mejorando eficiencia en varias áreas de producción para aumentar su competitividad.
A24	(Patil et al., 2021)	Mejorar la producción mediante la reducción del tiempo de espera.	VSM	Eliminando los desperdicios en la logística para que la empresa pudiera reducir el tiempo de espera.
A25	(Steven et al., 2022)	Conocer los factores que causan que los tiempos de espera del proceso.	VSM Kanban 5S SMED	Implementación de SMED y VSM para mejorar el tiempo de espera del proceso de corte en una empresa siderúrgica
A26	(Uz-Zaman & Hosseinabad, 2021)	Mejorar el rendimiento en términos de flujo de producción y tiempo de espera.	VSM 5S	Estandarización del proceso para minimizar estos desperdicios y mejorar el rendimiento.
A27	(Gebeyehu et al., 2022)	Mejorar el tiempo de espera en la producción.	VSM	Integración del sistema de fabricación esbelta para la eficiencia del ciclo del proceso.
A28	(Silambi & Indiyanto, 2024)	Minimizar el desperdicio en el proceso de producción.	VSM	Identificación de los desperdicios que afectan la eficiencia para mejorar el tiempo de espera en la producción.

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de la revisión de alcance indican la existencia de 28 artículos que aplicaron varias herramientas del LM, como Kanban, JIT, SMED, TPM y VMS, en el siguiente apartado se llevará a cabo un análisis detallado de estas herramientas. Para recopilar datos relevantes, este análisis busca cumplir con el objetivo y la

pregunta de investigación establecidos, el objetivo es tomar decisiones que impulsen el avance del estudio.

5. RESUMIR E INFORMAR RESULTADOS

Según los resultados presentados en la Tabla 5, los autores de los artículos (A1, A2, A4, A7, A19, A21, A22, A25) implementaron la herramienta Kanban para reducir los tiempos de espera en diferentes contextos industriales. Estos estudios se centran en la evaluación y mejora de procesos con el objetivo de optimizar la eficiencia y la calidad al identificar y reducir los tiempos de espera existentes en cada ámbito específico (sistema de salud, planta industrial, empresa siderúrgica), teniendo esta herramienta un peso del 15,69% de las demás herramientas.

Los artículos (A2, A5, A9, A13, A21, A23, A24, A25, A26, A27, A28) aplicaron VSM con el objetivo común de reducir desperdicios y tiempos de espera al identificar y eliminar actividades no productivas o procesos ineficientes, estos estudios representan el 21.7% de las herramientas aplicadas en los análisis realizados. Por otro lado, la herramienta SMED se aplicó en los artículos (A2, A5, A6, A15, A19, A25) como una estrategia para mejorar la eficiencia al reducir los tiempos de cambio, en estos estudios, se compartió un enfoque común de identificar y eliminar actividades innecesarias o tiempos muertos asociados con cambios de proceso, esto permitió una operación más fluida, ágil y eficiente en diversas áreas de la industria.

Se observa la aplicación de herramientas como 5S, TPM y Kaizen en los artículos (A3, A5, A12, A15, A20, A22, A25, A26) para 5S, (A5, A14, A15, A16, A17, A19, A20, A22) para TPM y (A5, A12, A18, A20) para Kaizen. Estas representan el 15,69% y 7,84% respectivamente en los estudios seleccionados, donde se destacan objetivos como la reducción de residuos, la minimización del tiempo de inactividad, la estandarización del proceso y la optimización de la eficiencia. Las herramientas 5S se utilizaron para organizar el entorno de trabajo, eliminar desorden, estandarizar procedimientos y mantener un lugar de trabajo limpio y eficiente. La implementación de TPM se relaciona con la reducción de tiempos de inactividad, la mejora del rendimiento de los equipos y la optimización de la capacidad de producción para mantener los equipos en condiciones óptimas y evitar fallas inesperadas que puedan causar tiempos de inactividad. Kaizen se centra en la mejora continua mediante la

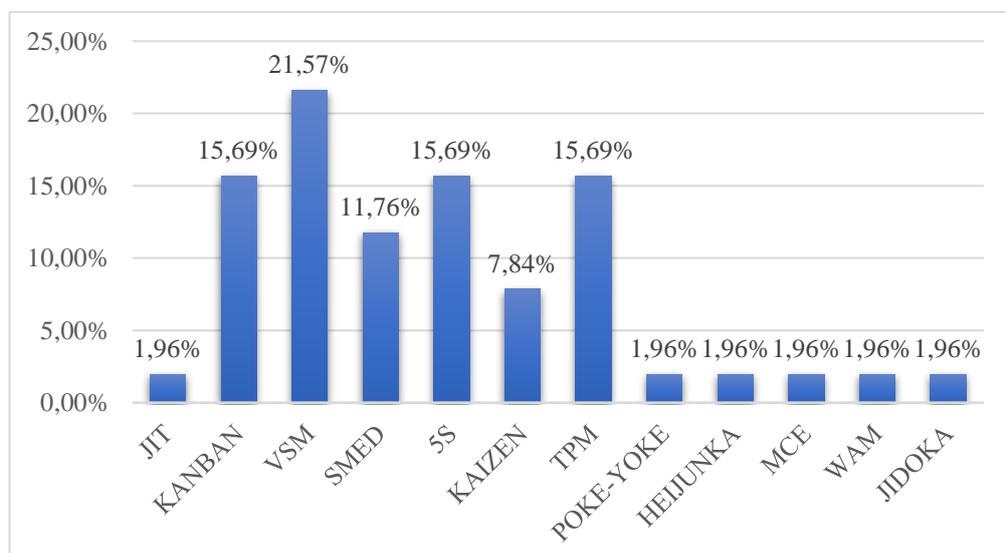
identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, la reducción de desperdicios y la optimización de procesos para aumentar la productividad.

También los autores de los artículos (A2, A5, A25) destacan la convergencia de herramientas como VSM y SMED, que comparten un enfoque en la eliminación del desperdicio y la mejora de la eficiencia. VSM ofrece una visión integral del flujo de valor al identificar cuellos de botella y actividades no esenciales, mientras que SMED se centra en reducir los tiempos de cambio para maximizar el tiempo de producción efectivo. Al combinar estas metodologías, las empresas pueden lograr mejoras significativas en sus procesos, aumentando la eficiencia y reduciendo los costos operativos.

Según los artículos (A5, A25, A26), la convergencia entre VSM y 5S se fundamenta en su enfoque conjunto para optimizar el flujo de trabajo y la organización del espacio laboral, VSM es clave para identificar áreas de mejora en el flujo de valor, por su parte, 5S se centra en la organización, limpieza y estandarización del entorno laboral, lo que contribuye a eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia general del proceso.

Finalmente, la aplicación de JIT, Poke Yoke, Heijunka, MCE, y WAM ocuparon un porcentaje bajo con relación a las anteriores herramientas propuestas en las investigaciones, cabe recalcar que las herramientas que se aplicaron dependieron del problema que se quería solucionar. A continuación, se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Herramientas aplicadas en los estudios.



Nota: Elaborado por Autor.

La optimización es un proceso de toma de decisiones para maximizar el beneficio con recursos limitados, la toma de decisiones multicriterio (MCDM) complementa la optimización al explorar el espacio de búsqueda con técnicas inspiradas en la naturaleza. Una herramienta destacada en MCDM es el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) de Thomas Saaty, ampliamente utilizado en diversos campos durante décadas (Pant et al., 2022).

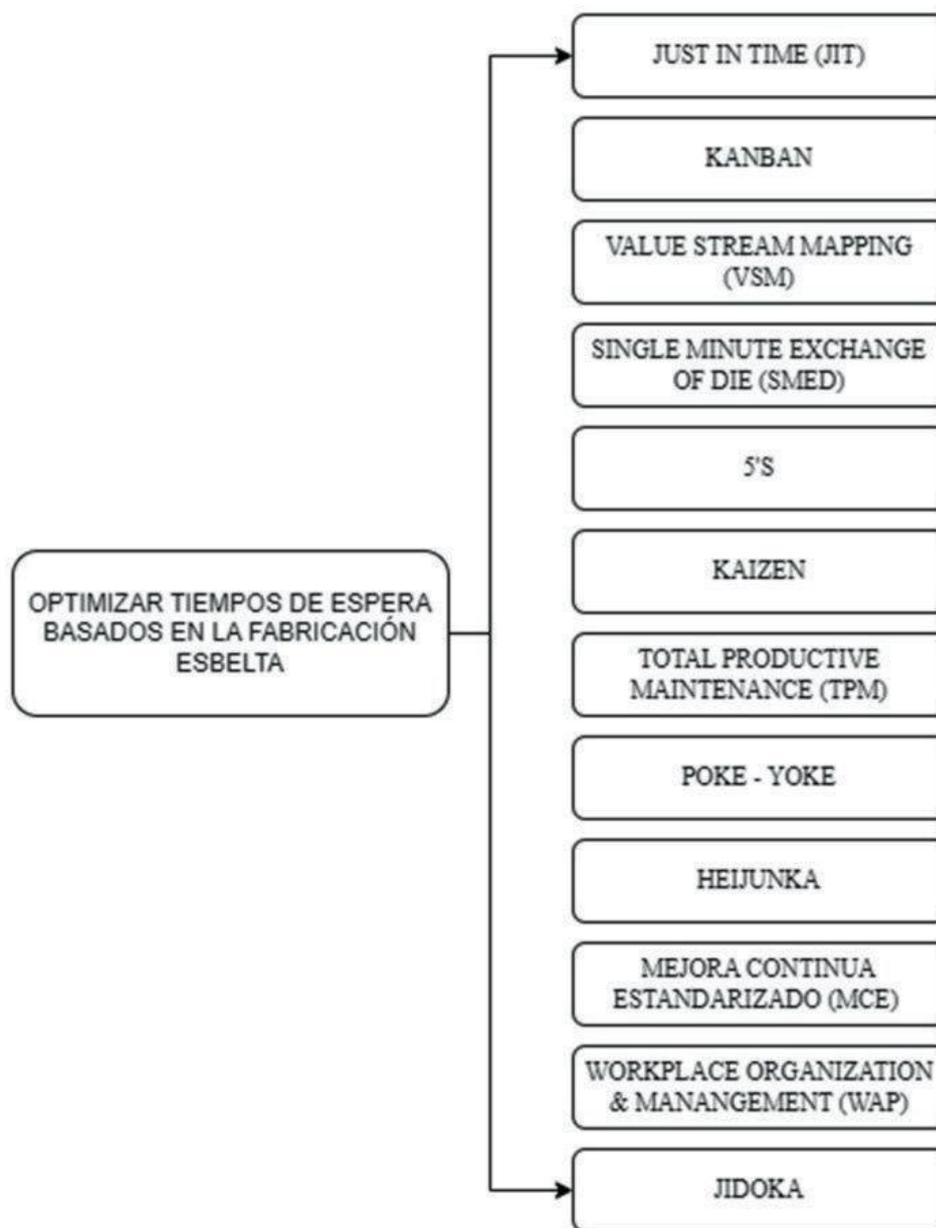
El método AHP es una técnica cuantitativa utilizada en la toma de decisiones multicriterio, se basa en la comparación por pares de criterios y alternativas utilizando una escala de preferencia. A través de este proceso, se generan escalas de prioridades que reflejan la importancia relativa de cada criterio y alternativa en relación con los demás. Esta metodología es especialmente útil en situaciones donde se deben evaluar múltiples criterios y tomar decisiones considerando diferentes perspectivas y prioridades (Nantes, 2019).

En la primera etapa del método AHP, se establece una jerarquía para el problema de decisión, definiendo el objetivo principal, criterios y subcriterios, como se muestra en la *Figura 5*, luego, se construye un modelo jerárquico utilizando matrices de comparación de pares. El decisor evalúa los criterios y las alternativas mediante comparaciones pareadas, asignando valores numéricos según la escala propuesta por Thomas Saaty, este proceso estructurado facilita la toma de decisiones al considerar factores cuantitativos y cualitativos de manera sistemática (López-Serrano et al., 2021).

El método FAHP se emplea cuando los datos se encuentran bajo condiciones de incertidumbre, utilizando evaluaciones difusas de intervalos para los cálculos, en este contexto, las evaluaciones de la comparación por pares de los criterios, es decir, los valores de la matriz del método FAHP, también se representan mediante números difusos de intervalo (Vinogradova-Zinkevič et al., 2021).

En esta investigación, se emplea el FAHP para calcular los pesos de las herramientas utilizadas en la optimización de los tiempos de espera dentro del marco del LM. La *Figura 5* muestra las herramientas identificadas y su jerarquización mediante el FAHP.

Figura 5. Clasificación por grupos de herramientas lean.



Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 6, se muestra que el criterio más significativo es Value Stream Mappig (VSM) con una ponderación del 0,2437, en segundo lugar, Total Productive Maintenance (TPM) tiene un peso de ponderación de 0,1708, seguida por las 5`S en tercer lugar con una ponderación de 0,1572. El cuarto lugar lo ocupa Kaizen una ponderación de 0,0810, seguido en quinto lugar por Single Minute Exchange of Die (SMED) con una ponderación de 0,0675. Finalmente, se obtiene las herramientas

Kanban, Jit, Poke-yoke con las ponderaciones de 0,0647, 0,0538, 0,053, respectivamente.

Se valida la evaluación de los resultados debido a que la Concistencia de relación (CR) es 0,0960, que es inferior al umbral de 0.1 establecido por el método, lo que confirma que los resultados son consistentes. En el anexo A se detalla la matriz

Tabla 6. *Matriz de ponderación FAHP.*

Herramienta	Ponderación	Ranking	CR
JIT	0,0538	7	0,0960
KANBAN	0,0647	6	
VSM	0,2437	1	
SMED	0,0675	5	
TPM	0,1708	2	
KAIZEN	0,0810	4	
5S	0,1572	3	
POKE-YOKE	0,0531	8	
HEIJUNKA	0,0363	9	
MCE	0,0293	10	
WAM	0,0245	11	
JIDOKA	0,0181	12	

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 6 se presentan los resultados derivados de la aplicación del método híbrido de toma de decisiones FAHP. Se destaca la relevancia de la herramienta VSM, que exhibe un peso de 0,2437, situándola en el nivel superior de la jerarquía difusa. A continuación, se encuentran las herramientas TPM, 5S y Kaizen, con pesos de 0,1708, 0,1572 y 0,0810 respectivamente. Asimismo, se registra un valor de CR de 0,960, lo que sugiere una validez aceptable de la evaluación, respaldando su fiabilidad en términos de juicio, el proceso se indica en los anexos B.

1.3 Discusiones del estado del arte

Basándonos en la investigación de Iyamu et al. (2021), la cual utiliza una revisión de alcance en cinco etapas para analizar artículos científicos y seleccionar aquellos que cumplen con criterios específicos y variables como los relacionados con "tiempos de espera" y "manufactura esbelta", se realizó un análisis detallado de todos los artículos considerados los cuales fueron de acceso abierto para garantizar la accesibilidad de la información, como resultado de este proceso, identificamos y seleccionamos un total de 28 artículos para incluir en nuestro estudio.

El método AHP se destacó como una técnica cuantitativa fundamental en la toma de decisiones multicriterio, lo que permite generar escalas de prioridades que reflejan la importancia relativa de cada criterio y alternativa, por otro lado, el método FAHP se utiliza en condiciones de incertidumbre, empleando evaluaciones difusas de intervalos para los cálculos. Teniendo, así como resultado se enfatiza la importancia de la herramienta VSM con una ponderación de 0,2437, situándola en el nivel superior de la jerarquía difusa. A continuación, se encuentran las herramientas TPM, 5S y Kaizen, con pesos de 0,1708, 0,1572 y 0,0810 respectivamente

López-Serrano et al. (2021) enfatizaron el método AHP como una técnica cuantitativa fundamental en la toma de decisiones multicriterio, permitiendo la generación de escalas de prioridades que reflejan la importancia relativa de cada criterio y alternativa, por otro lado, el método FAHP se utiliza en situaciones de incertidumbre, empleando evaluaciones difusas de intervalos para los cálculos. Como resultado, se destaca la importancia de la herramienta VSM, con una ponderación de 0.2437, situándola en el nivel superior de la jerarquía, seguidas por las herramientas TPM, 5S y Kaizen, con pesos de 0.1708, 0.1572 y 0.0810 respectivamente.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico en una investigación se encarga de establecer los supuestos, reconstruir datos y detallar los aspectos fundamentales del proyecto, este proceso responde a la pregunta de cómo se llevará a cabo la investigación, definiendo con precisión los tipos de datos, así como los métodos y técnicas que se utilizarán para recopilar la información necesaria (Azuelo, 2019).

En el Capítulo I, se aplicó en el estado del arte una Revisión de Alcance para mostrar la metodología a utilizar, mediante el uso del proceso de jerarquía analítica (AHP) se demostró la relevancia que tiene el uso de la herramienta Value Stream Mapping para la propuesta de implementación, así mismo se aplicaron las técnicas de extracción de datos y observación directa tal como lo menciona en el artículo que se analizó en el estado del arte (sección 1.2) Carrillo et al. (2023) con el fin de solucionar las problemáticas identificadas en el proceso de empaquetado en la empresa INDUFANNY.

2.1 Enfoque de investigación

Al diseñar un estudio, es crucial determinar previamente si se utilizarán datos cuantitativos o cualitativos, en el caso de optar por datos cuantitativos, es necesario especificar claramente su utilidad prevista y seleccionar métodos estadísticos adecuados para el procesamiento y análisis de estos datos (Del Cid et al., 2011). Bajo este contexto la investigación se orientó hacia un enfoque cuantitativo con el propósito de seguir un procedimiento secuencial que utiliza datos numéricos para obtener conclusiones precisas. Según (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018), el enfoque cuantitativo sigue un proceso riguroso y secuencial: desde la idea inicial hasta la formulación de hipótesis, identificación de variables clave, diseño de pruebas estadísticas con datos numéricos y extracción de conclusiones basadas en resultados.

2.2 Diseño de investigación

Una vez definido el enfoque de la investigación y considerando la utilización de datos cuantitativos, el presente estudio persiguió un diseño no experimental. Según los autores, (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018) el diseño no experimental refiere a estudios observacionales donde no se realizan intervenciones deliberadas en

las variables, los fenómenos son observados en su ambiente natural y luego analizados para obtener conclusiones. Así mismo se hace referencia a la investigación no experimental de tipo transversal, que se distingue por recolectar datos en un único momento temporal. Debido a su enfoque cuantitativo, se optó por un diseño de investigación no experimental de tipo transversal para la recolección de datos.

Esto implica clasificar las variables según el tipo de investigación definido en la sección anterior, y luego describirlas en relación con el estudio correspondiente:

Investigación Descriptiva: Explora la conexión entre la optimización de tiempos de espera y LM para entender cómo las actividades, procedimientos o recursos se relacionan en el marco de la investigación.

Investigación Correlacional: En la investigación, su propósito es establecer una relación predecible entre las variables independiente y dependiente para un grupo o población específicos.

2.3 Procedimiento metodológico

Para llevar a cabo un procedimiento metodológico adecuado, este estudio se fundamenta en las investigaciones realizada por Silambi & Indiyanto (2024) y Patil et al. (2021) donde se resaltan la importancia de identificar y eliminar desperdicios para mejorar la eficiencia en la producción y la logística empresarial y proponen medidas concretas para reducir tiempos de espera y movimientos innecesarios. Una similitud clave es que los autores emplearon el mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM) como herramienta para visualizar y mejorar los proceso, complementándolos y generando las siguientes etapas de la investigación mostradas en la *Figura 6*.

En el contexto planteado por los autores, se ha elaborado un cuadro del procedimiento metodológico que ilustra un enfoque sistemático para la mejora continua de procesos, este enfoque incluye los siguientes pasos:

Recolección de datos

Análisis del estado actual

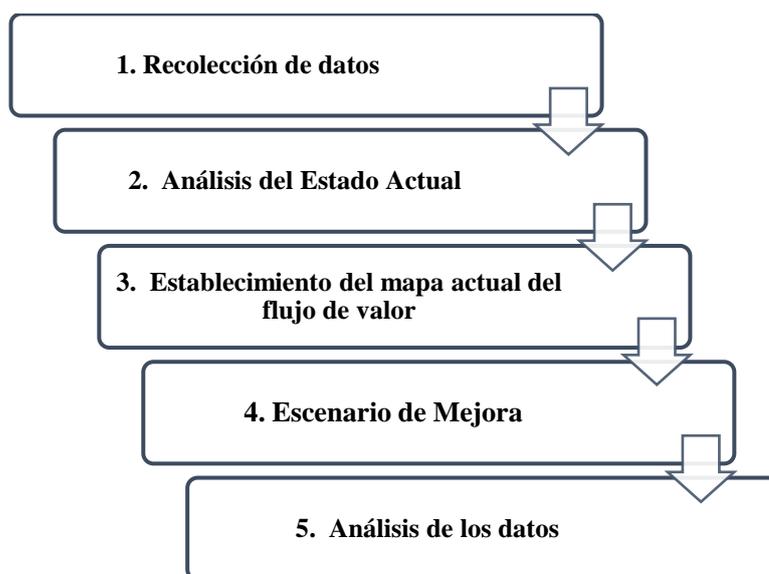
Establecimiento del mapa actual del flujo de valor (VSM)

Escenario de mejora

Análisis de los datos.

Este enfoque metodológico asegura un proceso riguroso y estructurado para la optimización continua de los procesos operativos.

Figura 6. *Etapas del procedimiento metodológico*



Nota: Elaborado por Autor.

Las etapas presentadas en la Figura 6 se describen a continuación:

1. Recolección de datos: El primer paso implica la recolección de datos en el área de producción que resulta fundamental para analizar la situación inicial, estos datos abarcaran los tiempos de ciclos de cada operación, también se mide la precisión de los datos suministrados por la empresa y garantizar la fiabilidad de la información recopilada mediante la observación de la situación actual en Indufanny

2. Análisis del estado actual: Una vez recopilada la información, se procedió a un análisis en base las fichas técnicas obtenidas de la empresa y utilizando el diagrama de flujo de procesos y la herramienta VSM, a través de este proceso, se identificaron áreas de ineficiencia y cuellos de botella en Indufanny. Este análisis permitió descubrir desperdicios, centrados en tiempos de espera prolongados, finalmente se realizó una evaluación de los procesos para identificar los tiempos improductivos y optimizar.

3. Establecimiento del mapa actual del flujo de valor: Mediante la creación de un mapa de flujo de valor, es posible obtener información actual sobre el tiempo de ciclo, el lead time, el process time, el tiempo corrido, la demanda, las unidades y las operaciones, ofreciendo una visión detallada de los procesos y señala oportunidades clave para la optimización de tiempos de espera.

4. Escenario de mejora: La propuesta de mejora para el proceso de producción se derivan del análisis tanto del mapa del estado actual como de las fichas de observación y las evaluaciones iniciales de las herramientas del LM, para ofrecer soluciones efectivas y eficientes y posteriormente se realiza un mapa del estado futuro donde describa el estado visionario que Indufanny tiene como objetivo alcanzar en el futuro.

5. Análisis de los datos: Una vez presentada la propuesta, si los resultados son favorables, el plan del mapa del estado futuro se considera como el nuevo mapa actual, por otro lado, si los resultados son desfavorables, es crucial repetir el proceso de forma iterativa hasta obtener resultados positivos. Esto resalta la importancia de evaluar el desempeño y ajustar continuamente el proceso para lograr niveles óptimos en los tiempos del flujo productivo.

2.4 Población y Muestra

2.4.1 Población

La población en investigación se define como el conjunto exhaustivo de todos los elementos bajo estudio, ya sea que se investigue a la totalidad de individuos o a una muestra representativa de los mismos, este conjunto abarca a todos los elementos que comparten las características específicas que son pertinentes para el estudio en cuestión (Del Cid et al., 2011). Según lo mencionado, para este caso de estudio la población de interés se compone de los procesos operativos dentro del departamento de producción de la empresa Indufanny, dedicada a la elaboración y distribución de alimentos procesados (snacks).

2.4.2 Muestra

La muestra se define como el conjunto de elementos seleccionados de la población total, del cual se obtienen datos, y que debe ser representativo de la población en su totalidad si se pretende generalizar los resultados (Hernández-

Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). En el contexto proporcionado, se procedió a la selección de la muestra para el estudio en cuestión, durante la fase de recolección de datos, se optó por concentrarse exclusivamente en las actividades relacionadas con el proceso de producción de papas en hojuelas de 200 gramos en la empresa Indufanny.

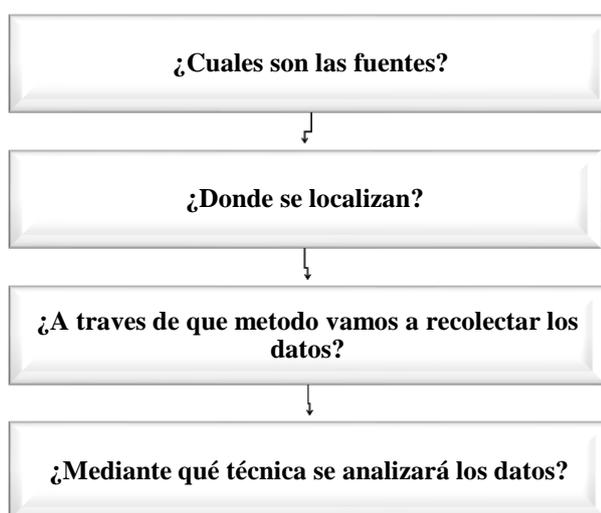
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.

2.5.1 Métodos de recolección de datos

Para Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres (2018) la recopilación de información en investigación requiere un enfoque planificado que comienza con la elección cuidadosa de la metodología apropiada, luego, se aplican las herramientas seleccionadas para recolectar datos significativos y finalmente, se preparan los datos y mediciones obtenidas para realizar un análisis detallado y preciso, como se muestra en la figura 7.

El método analítico implica la descomposición de un objeto o entidad en sus elementos constituyentes para un estudio individualizado, esto facilita la comprensión detallada de las funciones y características de cada componente, lo que resulta útil para investigaciones que demandan un análisis exhaustivo de un sistema o fenómeno (Del Cid et al., 2011).

Figura 7. Plan direccionado a recolección de datos.



Nota: Elaborado por autor basado en (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018).

En la Figura 7 se presenta el plan de recolección de datos explicado a continuación:

¿Cuáles son las fuentes?: Se hace referencia al origen de los datos recopilados, los cuales para este estudio se hará a los todos los trabajadores de la empresa Indufanny.

¿En dónde se localizan?: Durante esta fase, se establece el área geográfica específica donde se encuentra la población objetivo para la realización del censo y la extracción de datos, en el contexto de esta investigación, la población se encuentra ubicada en la empresa Indufanny, emplazada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato.

¿A través de que método se recolectaron los datos?: En esta etapa, se decidirá el método empleado para recopilar información, además se definirá el proceso para verificar la precisión del contenido y evaluar la confiabilidad, este último aspecto será examinado a detalle más adelante.

¿Mediante qué técnica se analizará los datos?: Durante esta fase, se determinará la técnica que se utilizará en este estudio de investigación, el cual será sometido a un proceso de validación de contenido y evaluación de confiabilidad.

2.5.2 Técnicas de recolección de datos.

La técnica de investigación se define como un conjunto sistemático de procedimientos adaptados al objeto de estudio y a los recursos disponibles, con el propósito de generar información relevante, la clasificación habitual se basa en la fuente de información utilizada, distinguiendo entre la investigación documental y la investigación de campo (Del Cid et al., 2011). El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de Indufanny, donde se emplearon técnicas de recopilación de datos directamente de fuentes primarias como indirectamente de fuentes secundarias.

Observación directa: Esta técnica implica la observación directa del fenómeno bajo estudio, donde es fundamental que el observador no sea detectado para evitar influir en el comportamiento de los sujetos. Se utiliza para recopilar información diversa en diferentes contextos, y se han identificado variaciones entre algunas formas de observación debido a su extensa aplicación histórica (Del Cid et al., 2011). Se llevó a cabo una observación sistemática de los fenómenos, situaciones y eventos ocurridos en la línea de producción de Indufanny, con el propósito de obtener la máxima

información posible en el lugar de estudio. Esto implicó prestar atención detallada a variables específicas, como el tiempo en el flujo productivo de la empresa.

2.5.3 Instrumentos de recolección de los datos.

Los instrumentos empleados en el estudio fueron herramientas o medios utilizados con el propósito de recabar información relevante durante la investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). Se basaron en las herramientas de la manufactura esbelta y se complementaron con una ficha de registro de datos para la recolección precisa de la información necesaria.

Ficha técnica: La ficha permitió una documentación sistemática de la duración de las actividades, lo que permitió una comprensión de los tiempos de ciclo y sus posibles variaciones, además, se incluyeron observaciones adicionales para registrar interrupciones, fluctuaciones inesperadas u otros factores relevantes que pudieran ser conocidos como desperdicios y afectaran la duración de las actividades en la producción de papas en hojuelas.

Diagrama de procesos: Se emplea una técnica de observación para cronometrar cada actividad y se registra mediante un diagrama de análisis de procesos como parte del diagnóstico, a través del diagrama de flujo de procesos, se logra entender la evolución de los eventos en la empresa a lo largo del tiempo, mediante estos diagramas se utiliza un enfoque que implica la medición del tiempo de las actividades y su representación visual para comprender la secuencia y duración de los procesos.

VSM: El Mapeo de Flujo de Valor, o VSM (Value Stream Mapping), es una herramienta que permite visualizar y comprender un proceso, identificando sus desperdicios, consiste en dibujar un mapa o diagrama de flujo que muestra cómo los materiales e información se desplazan desde el proveedor hasta el cliente, a través de todo el proceso, buscando así reducir y eliminar los desperdicios para mejorar la eficiencia y la calidad en la cadena de valor de la empresa (Muñoz-Guevara et al., 2022). Es una herramienta sera utilizada para recopilar datos sobre el estado actual de los procesos y los tiempos empleados para la elaboración de las papas en hojuela de 200 gramos en Indufanny.

2.6 Variables del estudio

Una variable es una entidad que puede variar y que se analiza en la investigación, se compone de una medida y una conceptualización que representan la característica en cuestión dentro del fenómeno estudiado (Arias-González, 2012). Dado el significado crucial de las variables en una investigación cuantitativa, resulta esencial comprender los términos de VI se refiere a las causas y VD a los resultados de la causa, a continuación, se detallaron las variables de investigación en este estudio.

Variable Independiente (VI): Tiempos de espera.

Variable Dependiente (VD): Manufactura esbelta

2.7 Operacionalización de variables

Tabla 7. Operacionalización de variables.

	Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento
Variable Independiente	Tiempos de espera	Los tiempos de espera se refieren a la pérdida de tiempo causada por un proceso laboral poco eficiente, (Muñoz-Guevara et al., 2022).	MUDA	Operarios para producir una unidad	<ul style="list-style-type: none"> • Observación Directa • Fichas de observación • Diagrama de flujo de operaciones
				Takt time	
				Sobreproducción	
Variable Dependiente	Manufactura esbelta	La manufactura esbelta es un sistema operativo que tiene como objetivo eliminar los desperdicios y los retrasos en todas las fases del flujo de producción, (Radajell-Carrera, 2021).	MEJORA CONTINUA	Rendimiento	
				Eficiencia	
				Productividad	

Nota: Elaborado por autor.

2.8 Procedimiento para la recolección de datos.

En esta sección, el procesamiento de la recopilación de datos implica analizar, comprender los conceptos, sistematizar y reorganizar de manera lógica los resultados

obtenidos de las técnicas de recolección de datos utilizadas en el estudio. En resumen, se trata de examinar y dar sentido a la información recopilada para extraer conclusiones significativas (Figueredo et al., 2019). La Tabla 9 detalla las fases a seguir en el proceso de recopilación de datos, la primera fase se refiere al procesamiento de datos, en la cual se realizaron tres actividades para completarla, la segunda fase implica la presentación de los datos, que también incluyó dos actividades.

Tabla 8. Procedimiento para la recolección de los datos.

N°	Plan	Procedimiento
1	Tratamientos de datos	a) Exposición de los datos recabados.
		b) Corrección de los datos recabados.
		c) Organización de los datos recabados de manera sistemática
2	Presentación de datos	a) Presentación escrita de los resultados obtenidos por medio de las fichas.
		b) Exposición de los datos utilizando herramientas para la cuantificación de los datos recolectados.
		c) Elaboración de gráficas que reflejen los resultados del proceso de cuantificación de los datos.

Nota: Elaborado por autor.

2.9 Plan de análisis e interpretación de datos

Se elaboró un plan de análisis que se ajustó a los objetivos específicos del estudio, utilizando las herramientas apropiadas para llevar a cabo la investigación y alcanzar cada uno de los objetivos establecidos. Para cumplir con el primer objetivo, se llevó a cabo una revisión de la literatura relacionada con el tema, utilizando la literatura de alcance convergido con FAHP, esto permitió la construcción de una matriz de referencia que recopiló información clave incluyendo las herramientas utilizadas en los estudios revisados. Para el segundo objetivo, se definieron el enfoque cuantitativo con el diseño no experimental de tipo transversal y un alcance descriptivo-correlacional de la investigación, basándose en los conceptos extraídos de los libros de metodología de la investigación, también se determinaron el método, la técnica y los instrumentos de recolección de datos en función de la información obtenida en la revisión bibliográfica y documentada en la matriz de referencia. Para el tercer objetivo,

se implementó el proceso metodológico para recopilar datos en la empresa utilizando los instrumentos previamente seleccionados, luego, se procedió a cuantificar los datos para analizar los resultados y desarrollar una propuesta de mejora para la empresa.

Tabla 9. *Plan de análisis e interpretación de resultados.*

N°	Objetivos Específicos	Procedimientos	Herramientas	Resultados Esperados
1	OE 1: Realizar una revisión de alcance de la literatura sustentando la relación entre las variables de la optimización de los tiempos de espera y manufactura esbelta	1. Revisión de la literatura.	Revisión de Alcance.	Establecer sinergias entre las variables.
		3. Método FAHP.	MCDM.	Determinar las herramientas de LM
		1. Establecer el enfoque, diseño y procedimiento metodológico	Enfoque cuantitativo, diseño no experimental de tipo transversal y alcance descriptivo-correlacional.	Se determinaron la naturaleza y el enfoque de la investigación.
2	OE 2: Establecer una metodología mediante una secuencia lógica para la formulación del modelo.	2. Establecer el procedimiento metodológico	Obtención de datos a través de la matriz de referencial de los artículos científicos.	Procedimiento metodológico para la recopilación de datos.
		3. Selección de las técnicas e instrumentos para la recopilación de datos	Observación directa Fichas técnicas Diagrama de flujo de procesos	Se elige los instrumentos a utilizar en el desarrollo de la investigación.
3	OE 3: Elaborar una propuesta que permita la optimización de tiempos de espera en el área de empaquetado mediante la manufactura esbelta.	1. Se desarrolló el procedimiento metodológico para la recolección de datos.	Propuesta de implementación de VSM, 5S, TPM.	Exposición de los datos recolectados.
		2. Análisis y fiabilidad de datos.	Alfa de Cronbach Correlación de Pearson	Análisis de los resultados.

Nota: Elaborado por autor.

2.10 Discusión de la metodología

Carrillo et al. (2023) resaltaron la importancia de seleccionar una técnica e instrumento adecuados según las necesidades de la investigación para el levantamiento de información y la recolección de datos, en línea con esto, llevaremos a cabo la observación directa y utilizaremos fichas de observación para tomar muestras de los tiempos en el flujo productivo de la empresa. Así mismo como en el libro de Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres (2018) quienes enfatizan la importancia de definir adecuadamente el diseño y enfoque de la investigación, este estudio adopta un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo transversal, y tiene un alcance descriptivo correlacional.

Figueredo et al. (2019) demostraron una vía para que el procesamiento de la recopilación de datos se trate de examinar y dar sentido a la información recopilada para extraer conclusiones significativas, dando así al estudio un proceso sistemático para recopilar datos en la empresa, seguido de un análisis detallado de los resultados y la elaboración de una propuesta de mejora, este enfoque meticuloso aseguró una base sólida para el estudio y la obtención de conclusiones significativas para la empresa.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Situación Inicial

3.1.1 Generalidades

INDUFANNY SNACKS es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos de snack, emplazada en la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato. Fundada en el año 2001, ha estado operativa en el mercado desde el 2016, ofreciendo una amplia gama de productos dirigidos al segmento de consumo masivo.

Figura 8. Marca de la empresa.



Nota: Emitido por la empresa Indufanny.

Tabla 10. Datos de la empresa.

IDENTIFICACION DE LA EMPRESA	
Empresa	Indufanny
Dirección	Tungurahua / Ambato / Augusto N. Martínez (Mundugleo)
Representante legal	Basantes Manobanda Mario
Ruc/rise	1801611334001

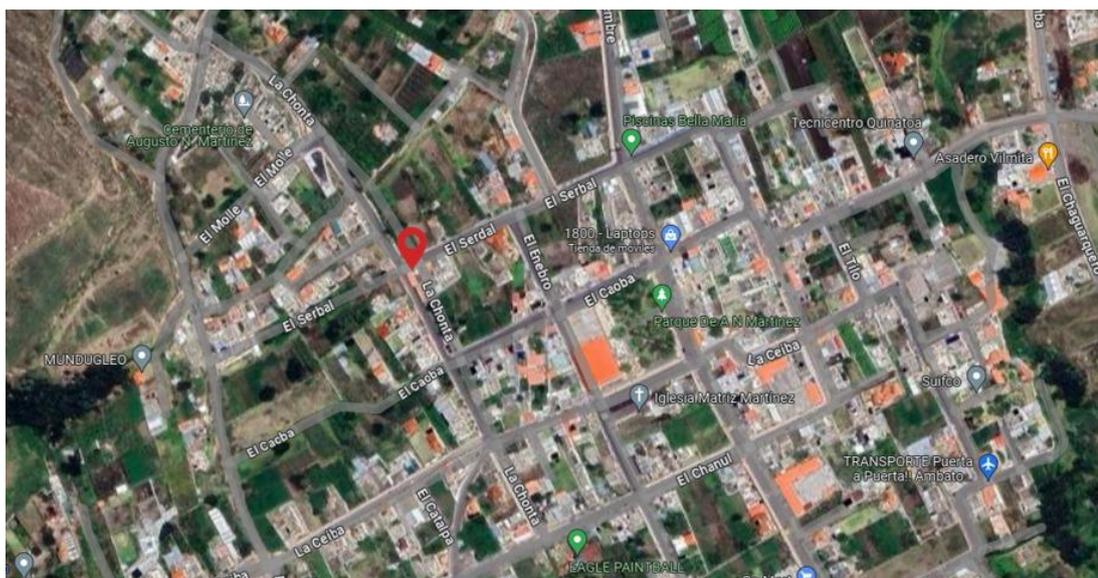
Nota: Elaborado por Autor.

La tabla 10 presenta la información general de la empresa, siendo el señor Mario Manobanda el representante legal con el siguiente RUC (Registro Único de

Contribuyentes) válido: 1801611334001, lo que confirma su constitución legal ante el SRI (Servicio de Rentas Internas), además, se proporciona la dirección exacta de su ubicación, asegurando la fiabilidad del objeto de estudio en la investigación.

3.1.2 Emplazamiento

Figura 9. Ubicación geográfica de la empresa.



Nota: Adquirido de Google Maps.

La figura muestra la ubicación geográfica detallada de la empresa Indufanny, ubicada en la parroquia N. Augusto Martínez de la parroquia Atahualpa, en el Cantón Ambato, específicamente en la intersección de la calle Serbal y el pasaje el Mangle.

3.1.3 Visión

Convertirse en el principal referente en la industria de producción y comercialización de snacks, con una posición destacada en el mercado de la Zona 3 dentro de un período de cinco años.

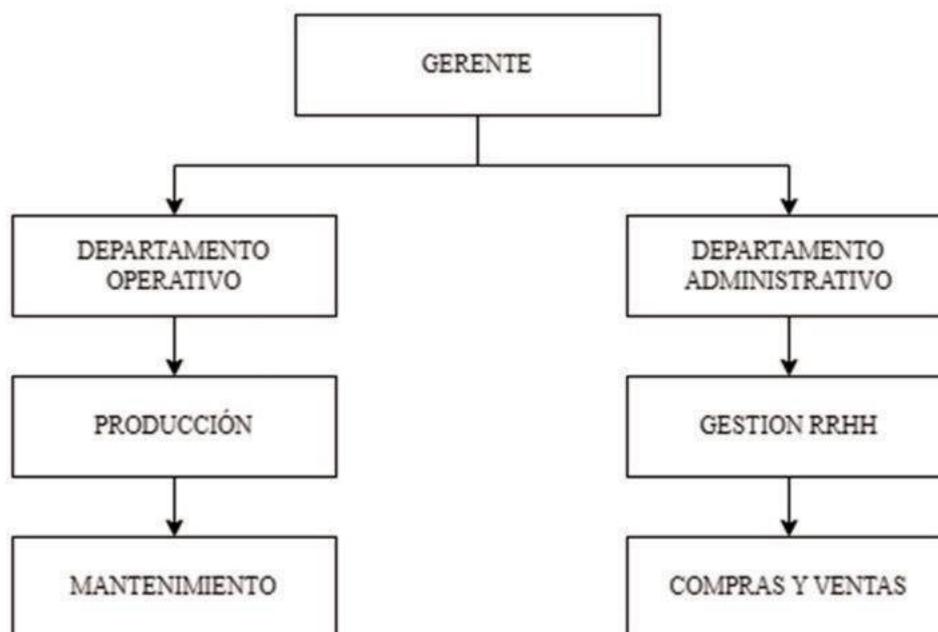
3.1.4 Misión

Producimos snacks de alta calidad a precios competitivos y los distribuimos de manera eficiente.

3.1.5 Estructura Organizacional

A continuación, se presenta el organigrama proporcionado por la empresa Indufanny:

Figura 10. Organigrama de la empresa.



Nota: Elaborado por Autor.

La Figura 10 ilustra la jerarquía establecida por la empresa Indufanny, donde el Gerente General ocupa el puesto de mayor autoridad, seguido por los departamentos operativos y de administración, estos departamentos incluyen áreas específicas como producción, mantenimiento, recursos humanos, compras y ventas. Es importante destacar que el organigrama actual se considera obsoleto, por lo que se ha desarrollado una propuesta de actualización para reflejar con mayor precisión la estructura y las responsabilidades de la empresa.

López-López (2021) destaca la importancia del organigrama como una herramienta fundamental en la gestión organizacional, en este sentido, se sugiere iniciar el proceso de diseño organizacional mediante la identificación de la nomenclatura de la empresa. Cada unidad orgánica debe contar con una denominación

que refleje su posición jerárquica dentro de la estructura corporativa, permitiendo así su clasificación formal en relación con otras unidades. A continuación, se presenta una propuesta de nomenclatura para la empresa.

Tabla 11. *Nomenclatura empresarial.*

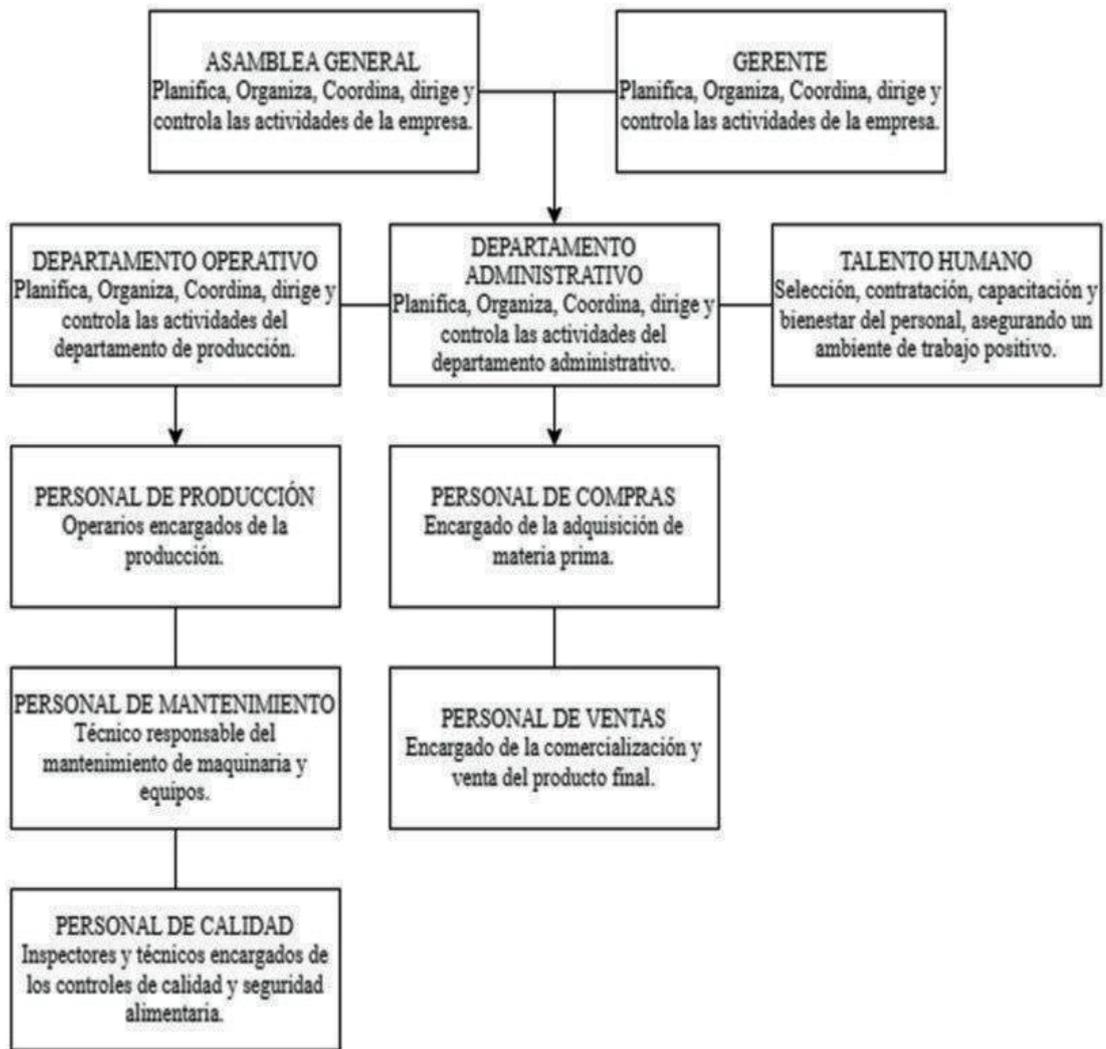
Nomenclatura empresarial Indufanny	
UNIDAD ORGANICA	OCUPANTE
Asamblea general	Junta General de Accionistas
Dirección	Gerente General
Control	Departamento Operativo
	Departamento Administrativo
Apoyo	Departamento de talento humano

Nota: Elaborado por Autor.

Una vez presentada la nomenclatura empresarial, que incluye la identificación de las unidades orgánicas junto con sus respectivos ocupantes, se obtiene una visión clara sobre cómo estructurar la jerarquía de Indufanny, esta estructura jerárquica comprende la Asamblea General y la Junta General de Accionistas en la cúspide, seguidas por la Dirección encabezada por el Gerente General de la empresa, luego, se desglosa en la Unidad de Control, que abarca los departamentos operativos y administrativos, y finalmente, se encuentra la Unidad de Apoyo que se encarga del talento humano.

En base a la estabilización de la taxonomía ergonómica, Huilcapi & Gallegos (2020) han elaborado un estudio que fundamenta la propuesta de un organigrama para la empresa, este organigrama se ha construido considerando la nomenclatura previamente definida y los diferentes departamentos presentes en la planta. Es crucial señalar que esta propuesta se ha concebido con miras a la trayectoria ascendente que ha caracterizado el desarrollo de la empresa, anticipando la expansión futura tanto en áreas funcionales como en la plantilla de personal, con el fin de mantener un ambiente propicio para el crecimiento continuo.

Figura 11. Organigrama propuesto.



Nota: Elaborado por Autor.

En la figura 11 se presenta el organigrama propuesto para la empresa Indufanny, que establece la jerarquía de manera equitativa según las áreas y los ocupantes, conforme a la nomenclatura empresarial. En la cúspide del organigrama se encuentran la Junta de Accionistas y el Gerente General, reflejando la estructura de una empresa de carácter familiar, estas entidades tienen la responsabilidad de dirigir y planificar las estrategias generales de la empresa, el Departamento de Producción, responsable de la gestión y control de todas las actividades relacionadas con la fabricación y operaciones de la empresa; el Departamento Administrativo, encargado de las funciones administrativas y financieras, asegurando el correcto manejo de los

recursos y el cumplimiento de las políticas internas; y el Departamento de Talento Humano, que gestiona los procesos de selección y contratación de personal, así como otras actividades relacionadas con la gestión del capital humano.

3.1.6 Productos de la Empresa

Según el *Clasificador Industrial Internacional Uniforme* (CIIU, 2012), la empresa Indufanny está categorizada bajo el código C1079.99, que se refiere a la elaboración de otros productos alimenticios. La cartera de productos de la empresa comprende un total de 6 productos distintos:

- Papas en hojuelas
- Papas Palitos
- Chifle de dulce
- Mix
- Cueritos
- Chifle de sal

3.1.6.1 Análisis ABC de los productos de la empresa.

El método de análisis ABC es una técnica de clasificación de productos que se basa en la valoración relativa de los artículos en un inventario, ordenándolos en tres grupos principales: Grupo A, Grupo B y Grupo C, este método se utiliza para identificar y priorizar los elementos de inventario en función de su importancia relativa para la operación de la empresa (Nita-Pratiwi & Salfudin, 2021) .

En este contexto específico, al asignar cada producto a una de estas categorías se podrá determinar el producto más destacado o con mayor producción, el cual será la línea de productos focal para este estudio de caso.

Tabla 12. Análisis ABC de productos.

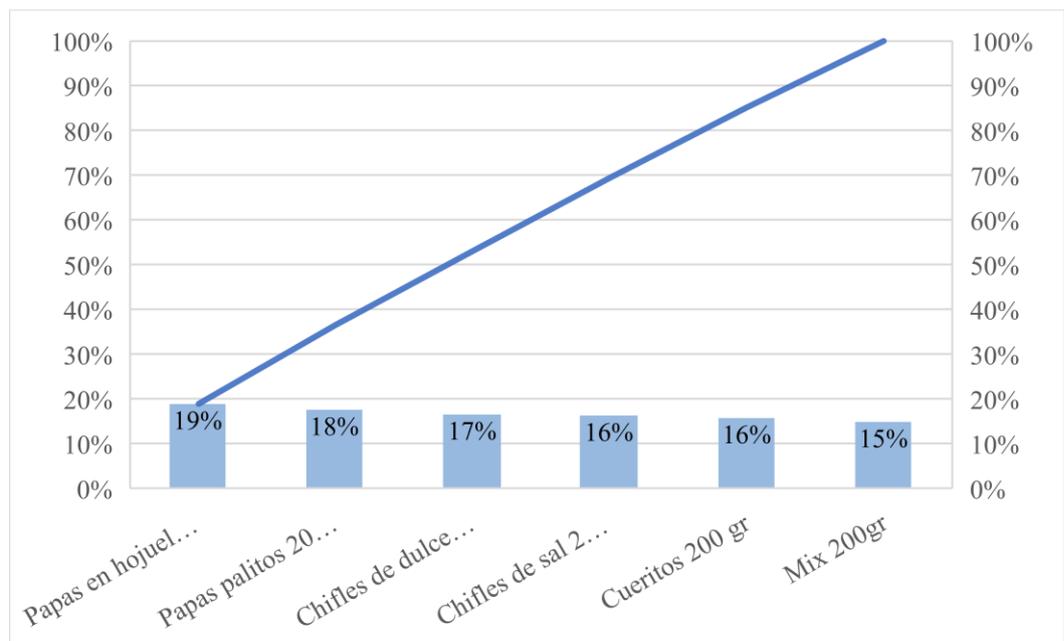
PRODUCTO/ MES	1	2	3	Total	% acum.	ABC
Papas en hojuelas 200 gr	35000	33980	35780	104.760	19%	A
Papas palitos 200 gr	33000	32400	32000	97.400	37%	B
Chifles dulces 200gr	30800	31000	29800	91.600	53%	C
Chifles de sal 200 gr	30400	30200	29800	90.400	69%	C
Cueritos 200 gr	29000	28400	29900	87.300	85%	C
Mix 200gr	27000	27900	27380	82.280	100%	C
				553.740		

Nota: Elaborado por autor.

De acuerdo con el análisis ABC de productos basado en la producción de cada uno, como se indica en el Anexo B, se observa que en la categoría A responsable del 20% del inventario, tenemos las papas en hojuelas de 200 gramos, esta línea de producción será nuestro enfoque principal para el objeto de estudio, lo cual en la siguiente sección se dará a detalle el flujo productivo de este producto.

También se puede observar el diagrama de Pareto para la selección de la línea de producción a estudiar mediante el método ABC

Figura 12. Diagrama de Pareto de la demanda Indufanny.



Nota: Elaborado por autor.

En este caso mediante el diagrama se muestra que la mayor parte de la producción se concentra en los primeros productos de la lista, en este caso los primeros cuatro productos, Papas en Hojuelas, Papas Palitos 200, Chifles de Dulce y Chifles de Sal 200, representando el 69% de la producción total, lo que indica su contribución significativa al volumen global. Al realizar un análisis detallado y aplicando el diagrama de Pareto, se identifica que las Papas en Hojuelas se clasifican como el producto A, ya que este producto, por sí solo, representa el 19% de la demanda total, esto sugiere que las Papas en Hojuelas tienen la mayor influencia en la producción y deberían ser el principal enfoque de cualquier estrategia de mejora y optimización.

3.1.7 Proceso Productivo Papas

La empresa Indufanny opera un proceso de elaboración de alimentos procesados (snacks) que involucra una serie de pasos y procedimientos para la producción de sus productos, en este caso el proceso productivo se enfocara en un producto que son las papas en hojuelas de 200 gramos puesto que es el producto con mayor peso en producción de la empresa. A continuación, se describe en detalle este proceso:

- ✓ **Recepción de materia prima:** En esta etapa, Indufanny se abastece de quintales de papas como materia prima de sus proveedores una vez por semana, es fundamental que las papas cumplan con los estándares de calidad requeridos para asegurar la excelencia del producto final.
- ✓ **Lavado y Pelado:** Después de la adquisición de la materia prima, las papas se trasladan al área de producción donde se encuentran las máquinas de lavado y pelado, las papas que pueden contener imperfecciones y suciedad se someten a un proceso de pelado para eliminar la piel externa, posteriormente se realiza un lavado para

eliminar cualquier suciedad y posibles contaminantes presentes en la superficie de las papas.

- ✓ **Repelado:** Tras salir de la máquina de lavado y pelado, un operario revisa las papas para asegurarse de que no haya quedado ninguna imperfección o punto negro, en caso de detectar alguna se procede a realizar un repelado manual.
- ✓ **Rallado:** Las papas limpias y peladas se introducen en la ralladora para ser procesadas y obtener finas láminas o tiras, determinando así el tamaño y grosor de las hojuelas resultantes.
- ✓ **Freído:** Las láminas de papas ralladas se introducen en una freidora de gas con aceite caliente para iniciar el proceso de fritura, durante este proceso, las hojuelas de papas desarrollan su característica textura crujiente y dorada.
- ✓ **Empaquetado:** Una vez que las hojuelas de papas alcanzan el punto de cocción deseado, se retiran del aceite y se colocan en contenedores apropiados, luego las hojuelas son trasladadas al área de empaquetado donde se realiza el gramaje manual, posteriormente, son introducidas en la máquina de empaquetado para ser envasadas en bolsas, quedando listas para su distribución y comercialización.
- ✓ **Almacenamiento y distribución:** Las unidades empaquetadas se trasladan al área de almacenamiento y luego son distribuidas a los clientes.

3.2 Recolección de datos

Para recopilar la información, se utilizó la observación directa, tal como su nombre lo indica, esta técnica implica observar directamente el fenómeno en estudio

(Del Cid et al., 2011). Este método de recolección de datos involucra registrar de manera sistemática y confiable mediante el uso de categorías y subcategorías específicas (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). A continuación, se detallará en la siguiente sección el instrumento a utilizar en el caso de estudio.

3.2.1 Fichas de observación

Para asegurar resultados confiables en la investigación, no basta con tener instrumentos bien diseñados, seleccionar las técnicas adecuadas y definir claramente los sujetos de estudio, es esencial que la recopilación de la información sea de manera eficiente y exhaustiva (Del Cid et al., 2011). Bajo en este contexto, la recopilación de datos se efectuó mediante algunos instrumentos, se pudo obtener la información directa de fichas técnicas propias de la empresa como muestra para la toma de datos de observación, a continuación, en la tabla 13 se demuestra el tiempo de cada operación en el flujo operativo de las papas en hojuelas de 200 gramos, en los anexos C, D, E se detalla las fichas.

Tabla 13. *Tiempo del flujo productivo de las papas en hojuelas de 200gr.*

N°	Descripción de la actividad	TIEMPO (seg)
1	Almacenamiento	0
2	Transporte a área de producción	6
3	Lavado	12
4	Repelado	10
5	Rallado	18
6	Freído	18
7	Empaquetado	3
8	Almacenamiento	0
Total, tiempo		67

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

En la tabla 13 se muestran los tiempos en segundos de cada proceso en la producción de una unidad de papas en hojuelas con un tiempo total de 67 segundos para completar una unidad. Este tiempo se utilizó como base para determinar el número de observaciones a realizar, aplicando el criterio de General Electric que se muestra en el anexo F y resultando en una muestra de 60 ciclos cronometrados.

3.2.1.1 Muestras cronometradas

Basado en la tabla mencionada, se toma en cuenta que la empresa opera cinco días a la semana, lo cual resulta en un total de 20 días laborables al mes. Estos días se considerarán para la muestra cronometrada, en el diagrama de operaciones de proceso, se ha determinado un tiempo total de 67 segundos por unidad producida, cada ciclo cronometrado se realizará en uno de los días laborables mencionados. Se ha establecido una muestra de tres meses, abarcando el período de enero a marzo. A continuación, en la tabla 14, se presenta el tiempo promedio observado para cada mes.

Tabla 14. *Resumen de levantamiento de información.*

N°	Descripción de la actividad	Tiempo promedio enero (seg)	Tiempo promedio febrero (seg)	Tiempo promedio marzo (seg)	TOTAL (seg)
1	Almacenamiento	0	0	0	0
2	Transporte a área de producción	6	7	7	7
3	Lavado	12	12	11	12
4	Repelado	11	10	10	11
5	Rallado	17	18	17	17
6	Freído	17	19	19	18
7	Empaquetado	3	3	3	3
8	Almacenamiento	0	0	0	0
Total, tiempo observado		65	69	67	67

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

En la tabla 14 se resumen los tiempos promedio con respecto a los días de muestra de la producción de la empresa, en enero, el tiempo promedio para producir una unidad fue de 65 segundos; en febrero 69 segundos; y en marzo 67 segundos. Así, se obtuvo un tiempo promedio total observado de 67 segundos por unidad, dando a continuación la implementación de otra herramienta que se detallara en la siguiente sección.

3.2.2 Diagrama de flujo de procesos.

De acuerdo con el método ajustado para la recolección de datos basado en la investigación de los autores Viveros & Cortés (2021) y Guamán et al. (2023), se analizaron los datos obtenidos mediante diagramas de flujo de procesos.

Figura 13. Diagrama de flujo de proceso de materiales de la producción de papas en hojuelas.

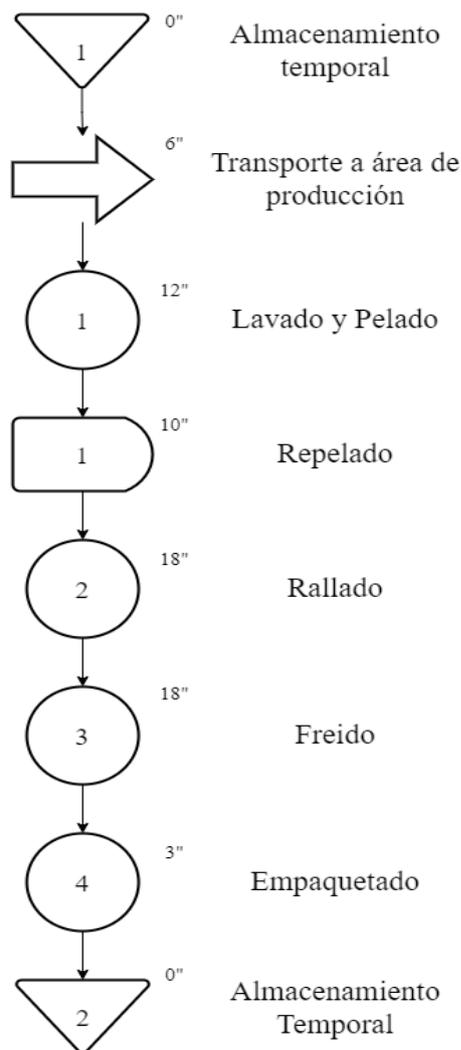
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DE LA EMPRESA "INDUFANNY"									
ACTIVIDAD PARA REALIZAR				RESUMEN					
Proceso productivo de una unidad de papas en hojuelas de 200 gramos				ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTO	
				●	OPERACION	4	51seg		
DEPARTAMENTO				■	INSPECCION	0			
				➡	TRANSPORTE	1	6seg		
PRODUCCION				⏸	DEMORA	1	10seg		
				▼	ALMACENAMIENTO	2			
METODO:		ACTUAL:	X	TIEMPO Y DISTANCIA					
ELABORADO		PROPUESTO:		TIEMPO (min):				67 seg	
POR: SANDOYA ALBAN DANIELA		HORA INICIAL:		DISTANCIA (m):				1,5 metros	
SUPERVISADO		HORA FINAL:		SIMBOLOS				OBSERVACIONES	
POR: Ego. FRANKLIN BASANTES									
Nº	DESCRIPCION DEL PROCESO	Distancia (m)	Tiempo seg	●	■	➡	⏸	▼	
1	Almacenamiento		0 seg					▼	
2	Transporte a área de producción	1,5 m	6 seg			➡			
3	Lavado y Pelado		12 seg	●					
4	Repelado		10 seg				⏸		Se revisa que las papas no se encuentren en un mal estado.
5	Rallado		18 seg	●					
6	Freído		18 seg	●					
7	Empaquetado		3seg	●					Se observa gramaje manual.
8	Almacenamiento		0 seg					▼	
TOTAL		1,5 m	1:07 min	4	0	1	1	2	

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

En el diagrama de flujo de proceso de materiales de la producción se observó que la máquina de lavado y pelado en escasas ocasiones puede dejar las papas aun con defectos que es necesario la inspección de aquello teniendo como operación un repelado, también se observó que la máquina de empaquetado que se debe utilizar a dos operarios para realizar el gramaje manualmente de las fundas de papas de 200 gramos, lo cual y teniendo en cuenta de que la producción consta de seis operarios habría actividades inactivas mientras se realizan esta acción.

3.2.3 Diagrama de operaciones del proceso

Figura 14. Diagrama de operaciones de proceso de la línea de producción de papas de 200 gr.



Nota: Elaborado por autor.

Mediante la herramienta del diagrama de operaciones de procesos (DOP) se puede visualizar el proceso productivo de la línea de producción de las papas en hojuelas de 200 gramos, donde se detalla cada operación, inspección y transporte en este flujo productivo con su tiempo respectivo.

3.3 Marco de resultados

En el capítulo II se detalló la metodología adoptada para este estudio, la cual se caracteriza por un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de tipo transversal con un alcance descriptivo-correlacional, posteriormente, se destacó la asociación entre las variables dependientes e independientes a través de un enfoque correlacional, esto condujo a la exposición del procedimiento metodológico en la (Sección 2.3), donde se seleccionaron métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

Una vez que se estableció el instrumento de recolección de datos, obtenido a partir de la información proporcionada por la empresa, se utilizó la observación directa en el área de producción siguiendo un estudio estratificado. Esto permitió obtener resultados que fueron categorizados para determinar las herramientas de LM que contribuirán a mejorar los procesos de producción de las papas de 200 gramos en Indufanny, teniendo así las siguientes fases:

Fase 1: Recolección de datos

Para llevar a cabo esta fase, se procedió primero con el levantamiento de información seguido por la recolección de datos tal como se describe en las secciones 3.1 y 3.2.

Fase 2: Análisis del estado actual

Una vez obtenidos los datos de la empresa, se llevó a cabo la elaboración del diagrama de flujo de operaciones, presentado en la sección 3.2.2, este diagrama

proporciona una representación visual del estado actual de cada operación en el proceso de producción de las papas en hojuelas de 200 gramos, detallando las observaciones recopiladas en cada etapa. Además, en la tabla 15 se resumen los datos obtenidos, los cuales serán útiles más adelante para la elaboración del mapa actual del flujo de valor.

Tabla 15. Resumen del diagrama de flujo de operaciones.

ACTIVIDADES	ACTUAL		AGREGAN VALOR	
	Cant.	Tiempo (seg)	SI	NO
Operación	4	51	✓	
Transporte	1	6		✓
Demora	1	10		✓
Almacenamiento	2	0	✓	
TOTAL	6	67	51	16

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

Mediante esta tabla se pueden observar las actividades que agregan valor y las que no, obteniéndose un total de 51 segundos en TVA y 16 segundos en TNVA

En Indufanny, la jornada laboral se extiende de 7:30 a.m. a 4:30 p.m. con una pausa para el almuerzo de 12:30 p.m. a 1:30 p.m. De este modo, el tiempo efectivo de trabajo es de 8 horas diarias distribuidas en 5 días a la semana esto equivale a un total de 40 horas de trabajo semanalmente o 160 horas mensuales.

La demanda diaria se calculó utilizando los datos proporcionados por la empresa como se muestra en el anexo G. Sin embargo, es relevante señalar que, por razones de confidencialidad, la empresa decidió no revelar detalles específicos sobre los pedidos diarios de sus clientes por lo que los datos son referenciales.

La Tabla 16 presenta la información recopilada durante el período de estudio en la empresa Indufanny, esta matriz incluye variables clave como la jornada laboral, el tiempo de almuerzo, los días laborables al mes, el tiempo disponible, y la demanda mensual, junto con sus respectivos datos y medidas. Estos datos son fundamentales

para el cálculo del takt time, permitiendo un análisis y desarrollo del mapa de flujo de valor inicial de la empresa.

Tabla 16. *Matriz de datos Indufanny.*

INDUFANNY SNACKS		
Variable	Datos	Medida
Jornada Laboral	9	hora
Tiempo de almuerzo	1	hora
Días trabajo al mes	20	día
Tiempo disponible (s)	28800	seg/día
Demanda mensual	34700	papas
Demanda diaria	1735	papas/día
Time Tack (s)	16,6	seg/papa

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

Demanda diaria

Para calcular la demanda diaria tomamos como referencia la demanda mensual promedio que nos dio en el anexo y la relación de los días trabajados mensualmente en la empresa como se muestra a continuación:

$$Demanda\ diaria = \frac{demanda\ mensual}{días\ de\ trabajo\ mensual}$$

$$Demanda\ diaria = \frac{34700}{20}$$

$$Demanda\ diaria = 1735\ papas/día$$

Takt time

El Takt Time o Ritmo de Producción, define la velocidad a la que debe funcionar una línea de ensamblaje o fabricación, tomando en cuenta los requerimientos del cliente en cuanto a la cantidad de productos y el tiempo disponible para su producción (Muñoz-Guevara et al., 2022) en base al autor se determinó el takt time mediante la demanda diaria ya calculada y el tiempo disponible en segundos como se muestra a continuación:

$$Takt\ Time = \frac{tiempo\ disponible}{demanda\ diaria}$$

$$Takt\ Time = \frac{28800}{1735}$$

$$Takt\ Time = 16.6\ seg/papas$$

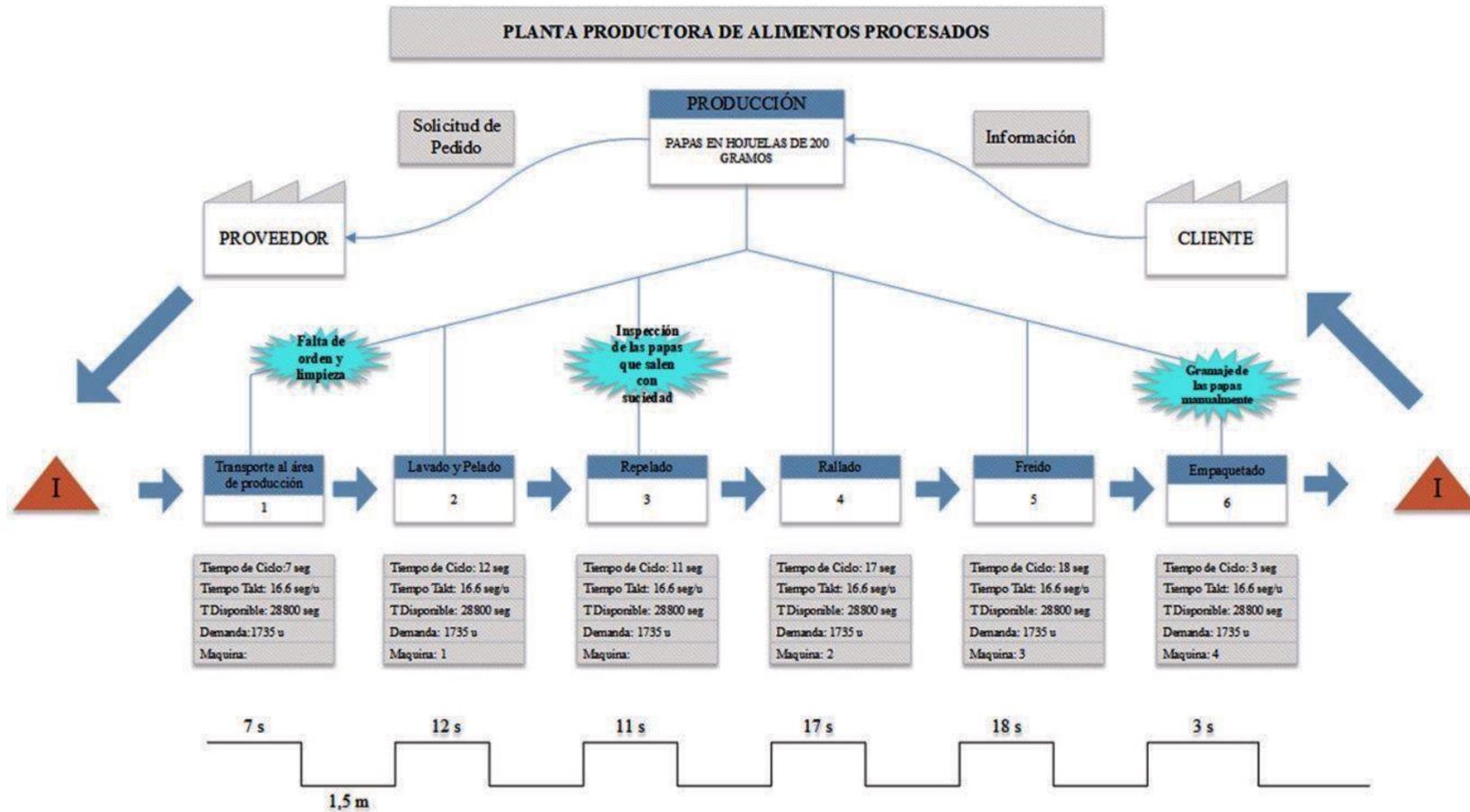
Una vez calculadas la demanda, el takt time y obtenidos los tiempos de ciclo en las fichas de observación, se procede a la fase 3 de la investigación: el establecimiento del mapa actual del flujo de valor (VSM Actual) que se presenta en la figura 15. Esto se realiza teniendo en cuenta la sección 1.2, donde, a través de la revisión de artículos y la aplicación de la toma de decisiones multicriterio, se identificaron las principales herramientas del LM, en este contexto, el VSM se destacó como la herramienta más utilizada, con un 21.57% de preferencia y una ponderación de 0.243 ocupando el primer lugar en el ranking de MCDM.

Fase 3: Establecimiento del mapa actual del flujo de valor (VSM actual)

La figura 15 presenta el diagrama de flujo de valor para la producción de papas en hojuelas de 200 gramos, en este diagrama se describen las seis operaciones necesarias para su elaboración y posterior comercialización. Además, se detallan los tiempos de ciclo de cada operación en relación con el takt time, el tiempo disponible y la demanda diaria, proporcionando un análisis más completo, a continuación, se muestra el diagrama de flujo de valor actual de la empresa.

Lo cual se describe las actividades en la empresa Indufanny para la producción que incluyen: almacenamiento, transporte al área de producción, lavado y pelado, repelado, rallado, freído y empaque, además, se analizan los tiempos de ciclo de cada actividad en relación con el takt time calculado previamente y el tiempo disponible en segundos para la fabricación diaria de unidades.

Figura 15. Mapa actual del flujo de valor de la producción de papas de 200 gr de Indufanny.



Nota: Elaborado por autor en el software Visio.

El VSM actual nos indica que el proceso de elaboración de papas en hojuelas de 200 gramos tiene un total de tiempo recorrido o Lead Time de 67 segundos y un Process Time o tiempo total necesario de 57 segundos, en la tabla 17 se detalla las actividades que agregan valor, las necesarias pero que no agregan y las que no agregan:

Tabla 17. Resumen de los tiempos del VSM Actual.

Valor agregado	tiempo (s)	%
Agrega valor	51	76%
Necesario, pero no agrega valor	6	9%
No agrega valor	10	15%
LEAD TIME	67	
PROCESS TIME	57	

Nota: Elaborado por autor con datos de Indufanny.

Con un 15% se obtiene las actividades que no aportan valor, las actividades necesarias pero que no agregan valor ocupan el 9%, mientras que las que añaden valor representan el 76%.

Mediante la elaboración y análisis detallado de los Diagramas de Flujos de Procesos y del Diagrama VSM inicial, se han identificado defectos que causan demoras, una de esas en el área de lavado y pelado en donde las papas mal lavadas o con suciedad que salen de la máquina requieren una inspección y esto genera una actividad adicional de repelado, provocando un tiempo de inactividad de 11 segundos en el resto del flujo de producción debido a la falta de mantenimiento de la máquina.

Además, se identificaron problemas de desorden y falta de limpieza en el área de almacenamiento, lo cual ocasiona un tiempo prolongado de 7 segundos en el transporte hacia el área de producción, retrasando así el inicio del procesamiento de las papas. En el área de empaquetado, se observó que el gramaje para las bolsas se realiza manualmente, es importante destacar que, aunque la situación en el área de empaquetado no representa un riesgo significativo ni un retraso extremo, la

implementación de un plan de mantenimiento podría mejorar considerablemente la eficiencia y reducir cualquier posible inactividad relacionada en el futuro.

Para abordar la solución a los defectos de la inspección de las papas mal lavadas, el desorden y falta de limpieza en el área de almacenamiento y el gramaje manualmente por la maquina no optima nos basaremos en las herramientas previamente identificadas en la sección 1.2 del LM y mediante el análisis previo realizado con MCDM, se han seleccionado las siguientes herramientas para su aplicación:

Tabla 18. *Herramientas del LM.*

Nº	Problema	Herramienta	Frecuencia	Ponderación
1	Inspección de las papas mal lavadas	TPM	25	50%
2	Desorden y falta de limpieza área almacenamiento	5S	16	32%
3	Gramaje manualmente por maquina no optima	TPM	9	18%

Nota: Elaborado por autor.

Tomando en cuenta las herramientas a implementar, podemos observar que forman parte del ranking de MCDM, el TPM ocupa el segundo lugar con una ponderación de 0.17, y las 5S se sitúan en tercer lugar, lo que confirma su validez para aplicarlas en la situación de mejora.

Fase 4: Escenario de mejora

Con respecto a lo mencionado anteriormente, se han identificado los problemas expuestos y se propondrán soluciones utilizando herramientas de manufactura esbelta, estas propuestas de mejora se detallarán en la sección 3.4 y posteriormente se desarrollará el VSM a futuro o propuesto.

Fase 5: Análisis de datos

Para finalizar con el procedimiento metodológico esta fase se detalla en el apartado de 3.4.6 donde se analizan los datos que dieron las herramientas implementadas de las anteriores fases

3.3.1 Análisis de fiabilidad de Cronbach

El coeficiente alfa de Cronbach se emplea para evaluar la confiabilidad o consistencia de una escala de medición, este indicador es útil debido a que permite analizar la interrelación entre los diversos elementos que conforman un concepto o constructo utilizando una única prueba (Basu, 2021). Los valores del coeficiente alfa pueden variar y se consideran:

Tabla 19. Rango de fiabilidad.

Descripcion	Rango de fiabilidad
Excelentes	(0,93-0,94)
Fuertes	(0,91-0,93)
Confiables	(0,84-0,90)
Robustos	0,81
Bastante altos	(0,76-0,95)
Altos	(0,73-0,95)
Buenos	(0,71-0,91)
Relativamente altos	(0,70-0,77)
Ligeramente bajos	0,68
Razonables	(0,67-0,87)
Moderados	(0,61-0,65)
Sastifactorios	(0,58-0,97)
Aceptables	(0,45-0,98)
Suficientes	(0,45-0,96)
No suficientes	(0,4-0,55)
Bajos	0,11

Nota: Elaborado por autor basado de (Taber, 2018).

La tabla 19 presenta una clasificación de la fiabilidad de escalas de medición según rangos de valores y descripciones cualitativas asociadas, estos rangos indican la consistencia y precisión de los datos obtenidos mediante mediciones cuantitativas. Las

categorías van desde "Excelentes" (0.93 - 0.94) hasta "Bajos" (0.11), cada una representando niveles decrecientes de fiabilidad.

En la tabla 20 se presentan los resultados obtenidos mediante el software SPSS durante el período de mayo, estos resultados se basan en los datos recogidos a través de nuestro instrumento de observación directa. Primero, se organizó una matriz en Excel para ingresar los 60 datos de manera vertical antes de importarlos al software, una vez cargados se identificaron las variables independientes y dependientes, posteriormente, se aplicó el análisis de Cronbach, el cual reveló una alta confiabilidad de 0.887.

Tabla 20. *Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach.*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,887	12

Nota: Elaborado por software IBM SPSS.

El análisis de los datos recopilados durante el período de enero a marzo de 2023 resultó en un coeficiente alfa de Cronbach de 0.887, este valor redondeado a dos decimales como 0.89, permite una comparación precisa con el valor de referencia de la escala previamente establecida. Dicho valor indica una consistencia interna confiable y robusta, según los estándares predefinidos.

3.3.2 Comprobación de hipótesis

La correlación de Pearson es un coeficiente estadístico utilizado para medir la fuerza y la dirección de la relación entre dos variables continuas, se aplica en diversos campos científicos, pero su interpretación adecuada requiere la verificación de supuestos matemáticos (Lalinde-Hernández et al., 2018).

Es también denominado "coeficiente producto-momento", se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra para dos variables, este coeficiente

vincula las puntuaciones de una variable con las de otra dentro de los mismos participantes o casos (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). Es un índice que mide la normalidad y la fuerza de la correlación entre las variables, aplicable exclusivamente a variables cuantitativas (Zúñiga-Apaza et al., 2022).

Como han indicado los autores, la correlación de Pearson se emplea para analizar la relación entre dos variables cuantitativas, en este estudio con datos que son normales y previamente verificados por su fiabilidad, se aplicará el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre las dos variables del análisis

Variable Independiente (VI): Tiempos de espera; **Variable Dependiente (VD):** Manufactura esbelta. Obteniendo así las hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula (H₀):

La optimización de tiempos de espera basado en la manufactura esbelta no beneficiará las actividades de la empresa Indufanny en la provincia de Tungurahua, Ecuador

Hipótesis alternativa (H_a):

La optimización de tiempos de espera basado en la manufactura esbelta beneficiará las actividades de la empresa Indufanny en la provincia de Tungurahua, Ecuador

Para comprobar y comprender la hipótesis, se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25, el análisis se basó en los resultados de las fichas de observación y en la relación entre las variables de estudio mediante el método del coeficiente de correlación de Pearson.

Los autores (Lalinde-Hernández et al., 2018) expresan que para interpretar el coeficiente se debe tener en cuenta los valores de los siguientes rangos:

Figura 16. Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson

Rango de valores	Interpretación
$0,00 \leq xy < 0,10$	correlación nula
$0,10 \leq xy < 0,30$	correlación débil
$0,30 \leq xy < 0,50$	correlación moderada
$0,50 \leq xy < 1,00$	correlación fuerte

Nota: Realizado por autor basado en (Lalinde-Hernández et al., 2018).

En la siguiente tabla se muestra los resultados que dio la correlación de las variables de este estudio *mediante el Software SPSS*:

Tabla 21. Coeficiente de Pearson.

		Correlaciones	
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,957**
	Sig. (bilateral)		<,001
	N	60	60
VD	Correlación de Pearson	,957**	1
	Sig. (bilateral)	<,001	
	N	60	60

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Realizado por SPSS.

El análisis de la correlación de Pearson arrojó un coeficiente de 0.957, indicando una relación positiva y fuerte entre las variables. Además, el valor de significancia obtenido fue $p = 0.001$, siendo menor a 0.05, lo que evidencia estadísticamente una correlación significativa entre las variables.

De acuerdo con los resultados, se evidencia una correlación sustancial entre las variables en estudio respaldada por un nivel de confianza estadísticamente significativo en la autenticidad de esta correlación. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a) siendo esta “*La optimización de tiempos de espera basado en la manufactura esbelta beneficiará las*

actividades de la empresa Indufanny en la provincia de Tungurahua, Ecuador” y dando paso a elaborar la propuesta para la situación de mejora.

3.4 Elaboración de propuesta

3.4.1 Tema de la propuesta

Propuesta de optimización de tiempos de espera basado en la manufactura esbelta en la empresa "Indufanny" Ambato-Ecuador.

3.4.2 Evaluación 5s

Las 5S corresponden a las iniciales de cinco términos japoneses que designan las etapas de una metodología estructurada para mejorar la eficiencia y el orden en el entorno laboral (Muñoz-Guevara et al., 2022). Siendo el primer paso para implementar la manufactura esbelta y reducir desperdicios en los procesos de producción y fundamental para el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el objetivo de esta metodología es la optimización del uso y la limpieza de los espacios de trabajo, mejorando la satisfacción de los operarios, facilitando la comunicación y disminuyendo los errores repetitivos (Quiroz-Flores & Vega-Alvites, 2022).

Para validar los resultados esperados de la metodología 5S, se inicia con la coordinación con la alta dirección, cuya participación y compromiso son fundamentales para el éxito de la metodología propuesta, posteriormente, se llevó a cabo un análisis de la situación actual del área mediante una revisión interna como se muestra en el anexo H. La tabla 22 se ilustra los resultados de esta evaluación.

Tabla 22. *Resumen de la evaluación inicial 5S.*

Clasificar	56%
Ordenar	58%
Limpiar	53%
Estandarizar	42%
Disciplina	58%
Promedio	53%

Nota: Realizado por autor.

La evaluación inicial de la metodología 5S indica que el área presenta condiciones subóptimas, cumpliendo solo con el 53% de los ítems evaluados, mostrando que la estandarización es el aspecto más deficiente evidenciado por la puntuación más baja.

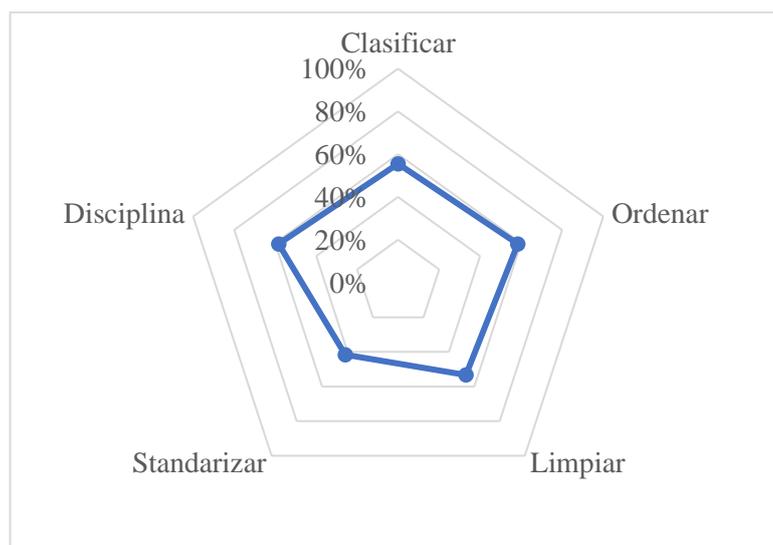
Tabla 23. *Indicadores de la evaluación inicial 5S.*

Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
≥10	≥30	≥50	≥70	≥90

Nota: Realizado por autor.

En el estado actual, la categoría del resultado se clasifica como "regular" proporcionando una base sólida para entender el estado inicial de las prácticas 5S en la empresa. La Figura 17 complementa la información presentada en la Tabla 23 mediante un gráfico radial que ilustra de manera efectiva el nivel inicial de implementación de las 5S en la empresa, esta representación visual proporciona una perspectiva clara y concisa de los indicadores evaluados, facilitando su interpretación y análisis.

Figura 17. *Representación visual de la evaluación inicial de las 5S.*



Nota: Realizado por autor.

La combinación de la tabla 22 de resumen de indicadores y la representación gráfica 17 tipo radar ha fortalecido la comprensión del estado actual de las prácticas 5S en lo que establece una plataforma sólida para las siguientes etapas del proceso de mejora continua en Indufanny.

3.4.3 Propuesta 5s

En la planta Indufanny, se evidencian desplazamientos prolongados desde el área de almacenamiento hacia la de producción, generando tiempos de espera significativos, por consiguiente, se presenta la propuesta de la metodología de las 5S.

3.4.3.1 Clasificar / Seiri

En el área de almacenamiento de Indufanny, la primera "S" se enfoca en eliminar el material innecesario. Se clasificarán y retirarán los objetos que no son esenciales para los procesos, lo cual optimizará el uso del espacio y el tiempo, mejorando la eficiencia del trabajo.

Se debe de identificar los movimientos y objetos innecesarios utilizando una técnica que brinda la información esencial para tomar decisiones informadas y corregir errores en los puestos de trabajo, la tabla 24 presenta el modelo propuesto de la tarjeta roja, que debe ser aplicado por el encargado.

El responsable del uso de la tarjeta roja debe monitorear de manera continua las actividades en las distintas áreas de trabajo dentro de los procesos productivos, su objetivo es identificar y registrar movimientos u objetos innecesarios que puedan estar presentes. Posteriormente, debe coordinar la eliminación de estos elementos para optimizar los tiempos de inactividad y mantener un entorno de trabajo ordenado y productivo.

Tabla 24. Tarjeta Roja.

Tarjeta Roja				
			N°	
Fecha		Cantidad	Responsable de área	
Área			Planta	
Ítem			Descripción del artículo	
Razón de tarjeta roja			Categoría	
Innecesario			Herramienta	
Dañado			Materia Prima	
Obsoleto			Material	
Otros			Maquinaria	
			Producto Terminado	
			EPP	
			Desecho	
Acción sugerida				
Agrupar por separado			Reubicar	
Eliminar			Reparar	
Comentario			Fecha concluir acción	

Nota: Realizado por autor.

Una vez identificados los artículos no necesarios, el encargado del puesto de trabajo los marcara con una tarjeta roja, siguiendo las indicaciones detalladas en la tabla 25. Luego, se procederá a evaluar los artículos marcados y se determina si serán eliminados, inspeccionados o transferidos a otras áreas, según corresponda.

Tabla 25. Cuadro de disposición preliminar.

N°	Artículo	Cantidad	Disposición preliminar
1	Pallets	3	Inspeccionar
2	Gavetas	4	Inspeccionar
3	Tanques	2	Transferir
4	Lonas	5	Eliminar

Nota: Realizado por autor.

En la tabla 26 se enumeran los elementos observados en el área de almacenamiento, que consta la presencia de tres pallets que contienen sacos de papas, considerados necesarios y sujetos únicamente a inspección, las gavetas también se consideran esenciales y serán sometidas a inspección. Respecto a los tanques de plástico, se ha identificado que obstaculizan el paso de los operarios, por lo que se ha decidido trasladarlos al área de mantenimiento o al depósito de herramientas tras completar su uso, por último, se han encontrado lonas vacías de papas en el suelo, clasificadas como desechos, y se procederá a su eliminación.

Tabla 26. Cuadro de disposición final.

N°	Artículo	Cantidad	Disposición final
1	Pallets	3	Ordenar
2	Gavetas	4	Ordenar
3	Tanques	2	Colocar en otra área
4	Lonas	5	Eliminar

Nota: Realizado por autor.

Después de identificar los elementos innecesarios y etiquetarlos con tarjetas rojas, se procederá a analizar el cuadro de disposición preliminar para determinar la disposición final de cada artículo. Es esencial realizar un seguimiento meticuloso de todos los elementos identificados con tarjetas rojas, garantizando su traslado o eliminación adecuados según lo requerido, de lo contrario, la efectividad en la reducción de elementos no esenciales en el área no será perceptible.

3.4.3.2 Ordenar / Seiton

Tras la clasificación de los artículos, se procederá a su identificación en el área de trabajo o almacenamiento para facilitar su rápida y fácil disposición, este proceso implica los siguientes puntos:

- Evaluar la frecuencia de movimiento de cada artículo, determinando si se utiliza diariamente, semanalmente o con menor frecuencia.

- Asignar un lugar específico para cada objeto de acuerdo con su frecuencia de uso, estableciendo divisiones y cantidades necesarias.
- Monitorear la disponibilidad de los objetos para evitar la falta de suministros, organizando todos los elementos necesarios, como repuestos, herramientas, etc.

Tabla 27. *Criterios para ordenar objetos del área de almacenamiento.*

Frecuencia de uso	Colocar
Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible
Varias veces al día	Colocar cerca del usuario
Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en almacén o en archivos
No se usa, pero podría usarse	Guardar etiquetado en archivo muerto

Nota: Realizado por autor.

Tras la eliminación de los elementos no esenciales del área, se procederá a determinar la ubicación de los elementos necesarios, estos se deben colocar en un área accesible, asegurando un flujo productivo ininterrumpido para minimizar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al lugar de origen una vez utilizados, para lograr esto, se debe llevar a cabo la organización de los artículos.

Tabla 28. *Destino de objetos necesarios según su uso.*

N°	Artículo	Frecuencia de uso	Destino
1	Pallets	Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
2	Gavetas	Varias veces al día	Colocar cerca del usuario
3	Tanques	Varias veces al día	Colocar cerca del usuario

Nota: Realizado por autor.

Tomando en cuenta lo mencionado, se procederá a clasificar los artículos necesarios, esta organización de datos contribuye a optimizar el flujo de trabajo y a mantener un ambiente laboral ordenado y eficiente.

3.4.3.3 Limpiar / Seiso

La tercera "S" se enfoca en la limpieza en los puestos de trabajo, lo cual es crucial para mantener un ambiente laboral ordenado y eficiente. Se requiere capacitación e inspección del personal para fomentar la cultura de la limpieza en el entorno laboral, asegurando la calidad de los procesos y promoviendo un ambiente tranquilo y la reducción de desperdicios.

Tabla 29. Tarjeta de mantenimiento.

Tarjeta de mantenimiento				
Área	Fecha	Responsable	Frecuencia	Código
Descripción de las actividades			Si	No
Las herramientas se encuentran limpias				
Los pisos se encuentran limpios				
Las gavetas se encuentran limpios				
Las maquinas se encuentran limpias				
Se realizan planes de limpieza				
Los EPP se encuentran limpios				

Nota: Realizado por autor.

Limpiar todos los artículos y el área de trabajo, mantener las áreas de trabajo, equipos y herramientas en condiciones óptimas para su uso inmediato, también mantener limpios y presentables los espacios de contacto con el cliente y utilizar tarjetas de mantenimiento para definir los responsables, la frecuencia y la descripción de las actividades a realizar. Como complemento a las acciones mencionadas, se buscará fomentar una cultura de limpieza entre los operarios, promoviendo la responsabilidad individual en sus puestos de trabajo. Para ello, se implementaron las siguientes prácticas diarias:

Inicio de la Jornada: Antes de comenzar, cada operario debe verificar y asegurar que su área esté limpia y lista para la producción, eliminando cualquier residuo visible.

Durante el Proceso: Los operarios deben eliminar constantemente los residuos generados durante sus actividades para mantener un entorno ordenado y eficiente.

Final de la Jornada: Al finalizar el día, cada operario es responsable de dejar su área de trabajo en condiciones óptimas, realizando una limpieza final, asegurando que todo esté en su lugar y completando la tarjeta de mantenimiento.

3.4.3.4 Estandarizar / Seiketsu

La cuarta "S" implicó la creación de estándares para alcanzar los objetivos de las tres primeras "S" en donde se establecieron los siguientes estándares:

Primer estándar: Se deben llevar a cabo charlas informativas para educar al personal sobre el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP), proporcionando ejemplos prácticos y asignando responsabilidades específicas para promover una cultura de seguridad y responsabilidad.

Segundo estándar: Se debe socializar la norma de que todas las máquinas deben tener una tarjeta de operación y un formato de mantenimiento actualizado, asegurando que las herramientas esenciales se mantengan en óptimas condiciones.

Tercer estándar: Debe introducirse controles visuales diarios para evaluar la limpieza, el orden y la organización en todas las áreas de trabajo, estableciendo un procedimiento para corregir irregularidades.

Cuarto estándar: Se debe requerir el llenado de formatos de registro para documentar las actividades de mantenimiento y limpieza, asegurando la trazabilidad y el cumplimiento de los procedimientos, se presenta en el anexo J el registro a llevar.

Estos estándares proporcionaran un marco estructurado que guio las actividades diarias en el área de almacenamiento de la planta Indufanny, fomentando

la importancia de la limpieza y el orden en la cultura laboral y consolidando un entorno organizado y productivo.

3.4.3.5 Disciplina / Shitsuke

La quinta "S", se integró con la estandarización para su implementación en las actividades diarias de la planta, enfatizando la importancia de las 5S. Este último pilar se centró en un cambio cultural, buscando que la clasificación, el orden y la limpieza se convirtieran en hábitos arraigados para los trabajadores, considerándolos como necesidades esenciales en el entorno laboral. La disciplina se basó en el compromiso del personal con el cambio, la participación de todos los empleados y el fomento de una cultura de responsabilidad.

El objetivo de esta etapa final fue asegurar la permanencia y la mejora continua de los cambios, para evaluar los resultados, se llevó a cabo una auditoría al concluir el plan de implementación de las 5S, en línea con la búsqueda constante de mejoras y la coherencia con las etapas anteriores.

3.4.3.6 Evaluación final

Una vez concluida la revisión final en el área de almacén de Indufanny se ha compilado un resumen detallado, el cual se presenta en la tabla 30, este resumen proporciona una visión integral de las diversas modificaciones y mejoras observadas en los aspectos evaluados durante la revisión.

Tabla 30. *Resumen de evaluación final 5s.*

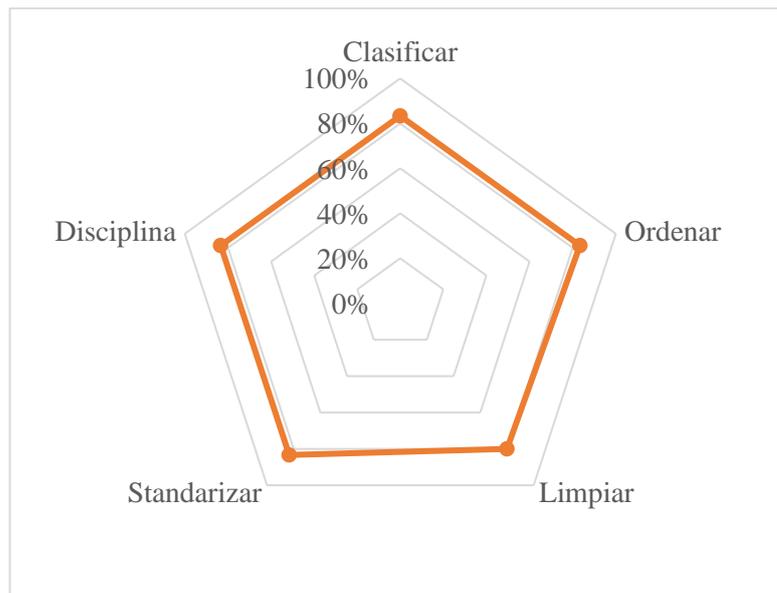
Clasificar	83%
Ordenar	83%
Limpiar	80%
Estandarizar	83%
Disciplina	83%
Promedio	83%

Nota: Realizado por autor.

Finalmente, los porcentajes obtenidos tras la auditoría final muestran una estabilización y un incremento en el cumplimiento de los ítems, alcanzando un promedio del 83%. Como se muestra en la Tabla 23, la categoría del resultado de la revisión final se clasifica como "bueno", lo que indica que la propuesta de la metodología 5S ha representado una mejora significativa.

En la Figura 18 se presenta una representación radar que complementa la información de la Tabla 30 del resumen de la evaluación final, este enfoque visual proporciona una perspectiva clara y concisa de los resultados que se obtendrán, facilitando la interpretación de los indicadores evaluados.

Figura 18. Representación visual de la evaluación final de las 5S.



Nota: Realizado por autor.

3.4.3.7 Cronograma de futuras evaluaciones

Para concluir, se incorporó una matriz destinada a programar futuras evaluaciones de la metodología 5S, estableciendo su realización a mitad de cada semana, esta planificación permitirá un monitoreo continuo y sistemático de las mejoras en el orden y la limpieza en el área de almacenamiento.

Tabla 31. *Matriz de evaluaciones futuras.*

Auditoria	Fecha inicio	Fecha final	Auditor
1	8-may		
2	15-may		
3	22-may		
4	29-may		
5	5-jun		
6	12-jun		
7	19-jun		

Nota: Realizado por autor.

3.4.4 Evaluación TPM

El Mantenimiento Total Productivo busca eliminar los fallos en la maquinaria y equipos para maximizar su disponibilidad y eficiencia, esta metodología requiere la colaboración de toda la organización para transformar la cultura y mentalidad hacia una excelencia operativa, complementando el LM (Muñoz-Guevara et al., 2022).

El enfoque se dio en la maquinaria de la planta de Indufanny, con el objetivo de promover una cultura compartida entre todos los participantes, resaltando la importancia de mantener cada componente de la maquinaria en condiciones operativas óptimas. Para ejecutar esta propuesta, se llevó a cabo un análisis de la situación actual de las máquinas.

3.4.4.1 OEE Inicial

La Eficiencia Global de la Planta, se compone de tres subindicadores: Disponibilidad, Desempeño y Calidad. El OEE es el indicador principal para la medición y análisis en un Proyecto Lean, donde los esfuerzos se centran en la mejora continua de este indicador (Muñoz-Guevara et al., 2022).

La evaluación inicial del OEE proporcionó una visión global del desempeño de la máquina en términos de tiempo efectivo, rendimiento real y calidad de la

producción. Este análisis estableció una línea base para medir la eficiencia actual de las máquinas en el proceso de producción, permitiendo la realización de los cálculos necesarios para identificar áreas de mejora.

Índice de Disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de producción}}{\text{Tiempo programado de operación}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{6 \text{ h}}{8 \text{ h}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 75 \%$$

Índice de Rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento estándar}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1675 \text{ u}}{1750 \text{ u}}$$

$$\text{Rendimiento} = 95 \%$$

Índice de Calidad:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Productos buenos}}{\text{Producción total}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{1525 \text{ u}}{1675 \text{ u}}$$

$$\text{Calidad} = 91 \%$$

Para calcular el OEE, se multiplicaron los tres valores determinados previamente.

$$\text{OEE} = 75\% * 95\% * 91\% = 64\%$$

El OEE resultante fue del 64%, clasificándose como "Regular" según la métrica de calificación, como se indica en la Tabla 32, esta categorización sugiere que el rendimiento es aceptable únicamente si se está trabajando en su mejora continua.

Tabla 32. Métrica de calificación para valores de OEE

OEE	Métrica de calificación
< 65%	Inaceptable
$65\% \leq \text{OEE} < 75\%$	Regular
$75\% \leq \text{OEE} < 85\%$	Aceptable
$85\% \leq \text{OEE} < 95\%$	Buena
$\geq 95\%$	Excelente

Nota: Realizado por autor.

Los datos revelan que el mayor desafío se encuentra en el subindicador de Disponibilidad, el cual registra el valor más bajo del 75%, por lo tanto, las estrategias futuras se enfocarán en abordar la problemática una vez obtenido el OEE inicial mediante un análisis de la matriz AMFE.

3.4.5 Propuesta TPM

3.4.5.1 Matriz AMFE

Una vez obtenido la evaluación inicial de las maquinas se busca identificar y comprender posibles fallos, asignando niveles de severidad, ocurrencia y detección a las causas raíz, en donde se priorizará las acciones correctivas para mejorar la calidad y confiabilidad del producto final. A continuación, se mostrará en la tabla 33 la matriz de Análisis Modal de Fallos y Efectos "AMFE" reconocida por su capacidad para prevenir problemas y mejorar continuamente los procesos industriales.

Tabla 33. Matriz AMFE de las máquinas de la producción de papas en hijuelas.

Artículo:													
Proyecto:													
Proceso:													
MATRIZ AMFE													
Nº	Maquina	Falla Potencial	Efecto Potencial	Causa Potencial	Severidad (SEV)	Ocurrencia (OCC)	Detección (DET)	Número prioridad de Riesgo RPNº	Acciones Propuestas	SEV	OCC	DET	RPN
1	Lavado y Pelado	Mal funcionamiento del sistema de pelado.	Residuos de piel en las papas	Cuchillas desgastadas	7	5	4	140	Implementar un mantenimiento preventivo regular de las cuchillas	7	2	3	48
2	Máquina de Rallado	Obstrucción del sistema de rallado	Papas ralladas de manera inconsistente	Acumulación de residuos	5	4	3	60	Implementar limpieza y mantenimiento regular	5	2	2	20
3	Maquina Freído	Variación de temperatura de aceite	Papas fritas sobre cocidas	Fallo en el sistema de control de temperatura	4	3	2	24	Realizar calibraciones periódicas del sistema de control de temperatura	4	2	2	24
4	Maquina Empaquetadora	Falla en el sellado de las bolsas	Bolsas mal selladas	Problemas con el sellador térmico	6	5	4	120	Implementar mantenimiento de la maquina	6	2	2	28

Nota: Realizado por autor.

En la matriz AMFE, se consideró utilizar una escala de 1 a 10 para ponderar severidad, ocurrencia y detección. Un valor de 1 en severidad indica un impacto insignificante en la calidad o seguridad del producto, mientras que un valor de 10 representa un impacto catastrófico, para la ocurrencia, un valor de 1 sugiere que la falla es extremadamente rara, y un valor de 10 indica que la falla es casi inevitable. En detección, un valor de 1 significa que la falla es casi siempre detectada antes de causar problemas, mientras que un valor de 10 indica que es muy difícil detectarla antes de que afecte el producto final. Estos valores se multiplican para calcular el Número de Prioridad de Riesgo (RPN), utilizado para identificar y priorizar las fallas más críticas del proceso.

El mal funcionamiento del sistema de pelado, causado por cuchillas desgastadas, resulta en residuos de piel en las papas y sacarlas mal lavadas, representando en la matriz un RPN inicial de 140, indicando un alto riesgo. La obstrucción del sistema de rallado debido a la acumulación de residuos puede provocar que las papas se rallan de manera inconsistente, con un RPN inicial de 60 se identificó la necesidad de implementar una limpieza y mantenimiento regular a la máquina de rallado. Así mismo la variación de temperatura del aceite, causada por fallos en el sistema de control de temperatura puede llevar a que las papas fritas se sobren cocinen obteniendo este problema un RPN de 24, para mitigarlo, se propuso realizar calibraciones periódicas del sistema de control de temperatura. Y por último el fallo en el sellado de las bolsas, debido a problemas con el sellador térmico y la falta de mantenimiento de la máquina para el gramaje de las bolsas, resulta en bolsas mal selladas y con operarios haciendo el gramaje manualmente con un RPN inicial de 120

3.4.5.2 Plan de mantenimiento de las maquinas

Una vez completada la matriz AMFE, se identificaron las fallas potenciales de las máquinas de la línea de producción de las papas en hojuelas y se propusieron acciones para mitigar los riesgos asociados, dada la importancia de los problemas encontrados, se optó por un enfoque integral abarcando diversos tipos de mantenimiento como resultado, se decidió estratégicamente iniciar con la propuesta del Plan de Mantenimiento Productivo Total en las máquinas de la producción de las papas en Indufanny así como se presenta en la Tabla 34.

Posteriormente al plan de mantenimiento, se crearán una matriz para realizar los seguimientos correspondientes de los mantenimientos, con el fin de asegurar la mejora continua.

Tabla 34. *Plan de Mantenimiento de Maquinarias.*

N°	Descripción	Cantidad	Tipo de mantenimiento	Actividad	Frecuencia	Responsable
1	Lavado y Pelado	1	Autónomo	Limpieza y lubricación	Diario	Operador
			Preventivo	Revisión de cuchillas y motor	Trimestral	Operador
2	Máquina de Rallado	1	Autónomo	Limpieza de cuchillas	Diario	Operador
			Proactivo	Monitoreo de Vibraciones	Mensual	Operador
			Preventivo	Afilado de cuchillas	Trimestral	Operador
3	Maquina Freído	1	Autónomo	Limpieza de residuos	Diario	Operador
			Proactivo	Análisis de aceite	Mensual	Operador
			Preventivo	Inspección de controladores de temperatura	Trimestral	Operador
			Autónomo	Limpieza y ajuste de componentes	Diario	Operador

4	Maquina Empaquetadora	1	Proactivo	Inspección de sensores	Mensual	Operador
			Preventivo	Revisión de sistemas de sellado	Trimestral	Operador

Nota: Realizado por autor.

En el marco del Plan de Mantenimiento Productivo Total, se implementará una estrategia integral para asegurar la eficiencia y confiabilidad de las maquinarias, abarcando tres tipos principales de mantenimiento:

Mantenimiento autónomo: Se capacitará a los operarios para que asuman el mantenimiento básico de sus máquinas, previniendo problemas menores y prolongando la vida útil del equipo.

Mantenimiento preventivo: Se realizarán tareas de mantenimiento y corrección antes de que ocurra un fallo, siguiendo programas establecidos por los fabricantes y coordinando todas las áreas para minimizar el tiempo de inactividad.

Mantenimiento proactivo: Se enfocará en identificar y corregir las causas raíz de los problemas antes de que se conviertan en fallos. Este enfoque permitirá determinar el momento exacto para realizar cambios en las piezas, evitando fallos inesperados y optimizando el rendimiento de las máquinas.

El plan de mantenimiento garantiza que todas las máquinas reciban el cuidado necesario para reducir al mínimo el tiempo de inactividad y optimizar la eficiencia operativa, dado que los operadores serán responsables de todas las tareas de mantenimiento, es fundamental que reciban formación continua en técnicas de mantenimiento y en el manejo de equipos de monitoreo. Además, se considerará la implementación de un sistema de seguimiento para asegurar que todas las actividades

mantenimiento, asegurando un seguimiento riguroso y una clara asignación de responsabilidades en todo el proceso.

3.4.5.3 Cronograma de mantenimientos propuestos

La propuesta del mantenimiento ha incentivado prácticas operativas más responsables, optimizando el rendimiento de las maquinas, en conjunto estas estrategias de mantenimiento han reforzado la resiliencia del proceso de producción, contribuyendo de manera significativa a la optimización del sistema de producción de papas en hojuelas de 200 gramos.

Como se observa en la Figura 19, se ha diseñado un plan de mantenimiento destinado a mejorar las máquinas del área de lavado y pelado, así como la empaquetadora. Este plan no solo se enfoca en estas máquinas específicas, sino que también se extiende a todas las demás máquinas de la planta con el fin de mantenerlas en óptimas condiciones y prevenir posibles daños futuros.

Figura 19. Cronograma de futuros mantenimientos

PLAN TPM		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
Descripción	Tipo de Mantenimiento	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Todas las Maquinas	Autónomo	[Yellow]																																															
Lavado y Pelado	Preventivo	[Blue]												[Blue]																[Blue]																			
Máquina de Rallado	Proactivo		[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]						
	Preventivo	[Blue]								[Blue]												[Blue]								[Blue]																			
Maquina Freído	Proactivo			[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]					
	Preventivo	[Blue]								[Blue]												[Blue]								[Blue]																			
Maquina Empaquetadora	Proactivo			[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]				[Green]					
	Preventivo	[Blue]								[Blue]												[Blue]								[Blue]																			

Nota: Realizado por autor.

Tras la propuesta del Plan de TPM y AMFE, es crucial desarrollar un cronograma de mantenimientos futuros que consolide las mejoras alcanzadas y asegure la continuidad operativa y la eficiencia en la planta. La figura ilustra la estructuración de estos planes de mantenimiento centrados en la prevención de fallos, la optimización del rendimiento y la prolongación de la vida útil de las maquinarias.

3.4.5.4 Evaluación OEE final

Después de la propuesta del TPM y la utilización de formatos específicos para la recopilación de datos sobre las causas de fallos en las maquinarias y sus soluciones, se logró una mayor rapidez y eficiencia en la actuación del personal de mantenimiento. Se llevó a cabo una reevaluación del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) para verificar las mejoras derivadas de las propuestas implementadas, los resultados obtenidos de esta evaluación proporcionaron una visión clara y actualizada del desempeño operativo en la planta embotelladora de agua, para lo cual se realizaron nuevamente los cálculos pertinentes.

Índice de Disponibilidad:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ real\ de\ producción}{Tiempo\ programado\ de\ operación}$$

$$Disponibilidad = \frac{7.4\ h}{8\ h}$$

$$Disponibilidad = 92\ \%$$

Índice de Rendimiento:

$$Rendimiento = \frac{Rendimiento\ real}{Rendimiento\ estándar}$$

$$Rendimiento = \frac{1735\ u}{1750\ u}$$

$$Rendimiento = 99\ \%$$

Índice de Calidad

$$Calidad = \frac{Productos\ buenos}{Produccion\ total}$$

$$Calidad = \frac{1700\ u}{1735\ u}$$

$$Calidad = 97\ \%$$

$$OEE = 92\% * 99\% * \% = 88\%$$

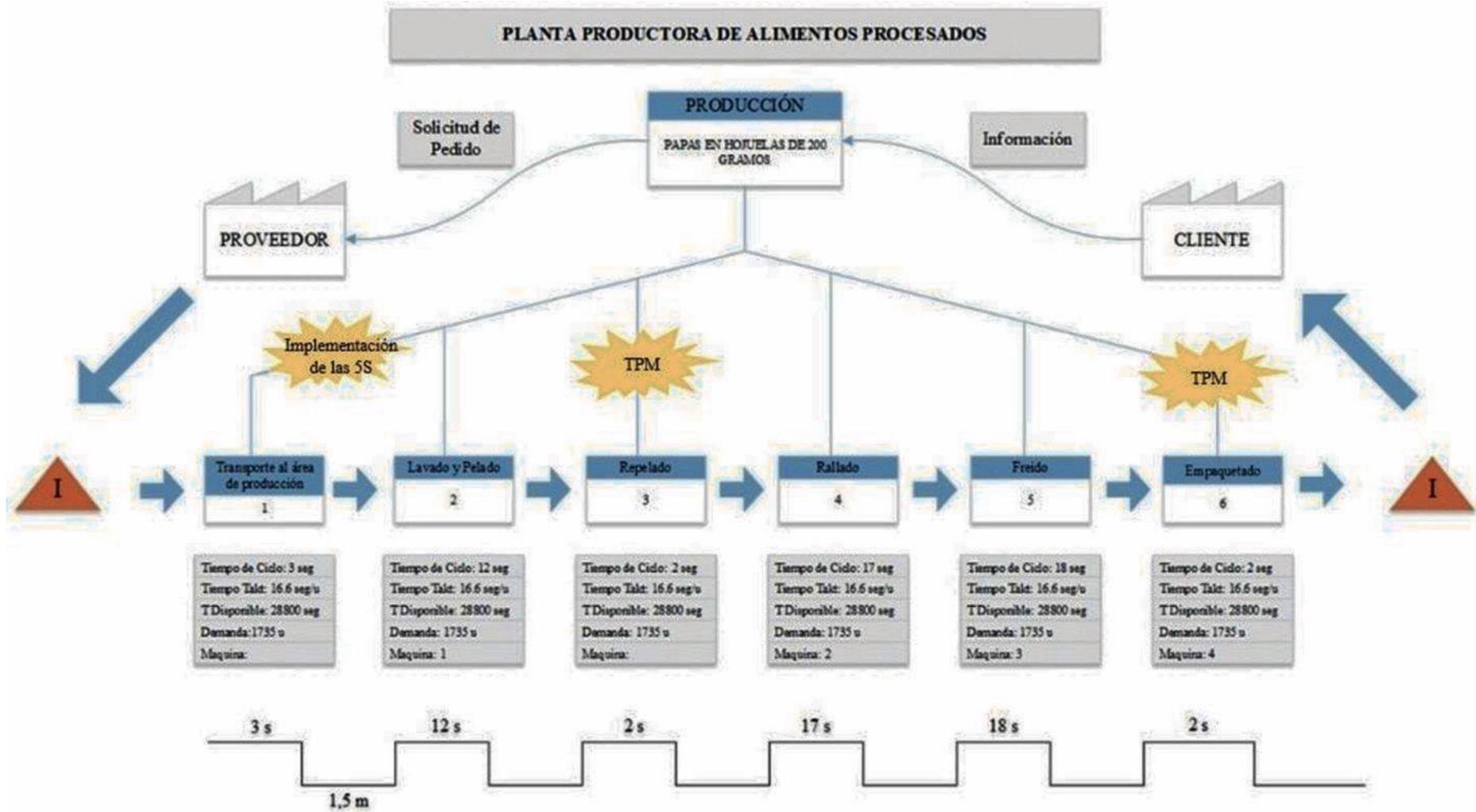
El Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) obtenido en la evaluación final fue del 88%, clasificándose como "Buena" según la métrica de calificación especificada en la Tabla 32, esta categorización indica que el rendimiento es satisfactorio y refleja las mejoras implementadas en la propuesta.

Los resultados calculados indican una mejora del 24% en el rendimiento, disponibilidad y calidad de las máquinas, estos incrementos se observaron al aplicar un mantenimiento preventivo en una situación de mejora, se anticipa que, con un mayor tiempo y la implementación de la propuesta, la aplicación de herramientas de manufactura esbelta resultará en mejoras aún más significativas.

3.4.6 VSM Propuesto (a futuro)

Una vez implementadas las propuestas, se procede a retomar una muestra de los tiempos mejorados en cada actividad, como resultado, en la figura 20 se presenta el VSM reflejando la situación mejorada.

Figura 20. VSM a futuro (propuesto).



Ahora el VSM de la situación de mejora nos indica un total de tiempo recorrido o Lead Time de 55 segundos y un Process Time de 53 segundos, teniendo una nueva matriz en la tabla 36:

Tabla 36. Resumen de los tiempos del VSM propuesto.

Valor agregado	tiempo (s)	%
Agrega valor	50	0,91
Necesario, pero no agrega valor	3	0,05
No agrega valor	2	0,04
LEAD TIME	55	
PROCESS TIME	53	

Nota: Elaborado por autor.

Se ha logrado alcanzar un 91% en actividades que agregan valor, reduciendo las actividades que no agregan valor a un 4%, y destinando el 5% restante a actividades necesarias pero que no aportan valor.

3.4.7 Resultados de la propuesta

3.4.7.1 VSM

Una vez presentada la propuesta del VSM, se procede a analizar el VSM de la situación actual comparándolo con el VSM de la situación mejorada para evaluar los resultados, en la tabla 37 se resumen los resultados de ambos análisis.

Tabla 37. Resultados propuesta VSM.

	Vsm actual	Vsm propuesto
Lead Time	67 seg	55 seg
Process Time	57 seg	53 seg

Nota: Elaborado por autor.

Tras la propuesta del VSM, se desarrollaron dos escenarios: el primero corresponde a la situación actual del proceso de producción de papas, cuyos resultados se muestran en la tabla. En esta situación, se obtuvo un lead time de 67 segundos que representa el tiempo total para la producción de una unidad y un process time de 57 segundos que incluye tanto los tiempos de valor agregado como los tiempos necesarios que no agregan valor. Luego de implementar las herramientas de mejora, se alcanzó la

situación propuesta, en la cual los nuevos resultados muestran un lead time de 55 segundos y un process time de 53 segundos. Con esta información, es posible calcular las variaciones en ambas situaciones.

$$\Delta \text{Lead Time} = 55 \text{ seg} - 67 \text{ seg} = -12 \text{ seg}$$

$$\Delta \text{Process Time} = 53 \text{ seg} - 57 \text{ seg} = -4 \text{ seg}$$

Obteniendo así la disminución del Lead Time de 12 segundos donde refleja una mejora sustancial en la eficiencia global del proceso y la reducción del Process Time indica a 4 segundos que indican que las iniciativas de optimización se han dirigido eficazmente a maximizar las actividades que aportan valor al producto final. Estos resultados evidencian una evolución positiva en la eficacia del proceso, respaldando la efectividad de las medidas implementadas para reducir los tiempos de espera en la línea de producción de papas en Indufanny.

3.4.7.2 5S

Para la propuesta de las 5S, se obtuvieron dos escenarios: la auditoría de la situación inicial y la auditoría final tras la implementación de las 5S, la tabla 38 resume los resultados de ambas auditorías.

Tabla 38. Resultado propuesto de las 5S

	INICIAL	PROPUESTO
5S	53%	83%
Diagnostico	Regular	Bueno

Nota: Elaborado por autor.

Tras la implementación de las 5S se puede observar que ha producido un cambio sustancial en el entorno de trabajo, como se evidencia en la comparación de los indicadores iniciales y finales. En la situación inicial, el Nivel 5S se encontraba en un 53%, clasificado como "regular", sin embargo, tras la aplicación de las propuestas

de mejora se ha logrado una transformación significativa, elevando el Nivel al 83%, ahora categorizado como "bueno".

Para entrar a detalle de estos indicadores en la tabla 39 se mostrará el resultado de las etapas de la metodología en ambas situaciones:

Tabla 39. Resultado detalla de la propuesta 5S.

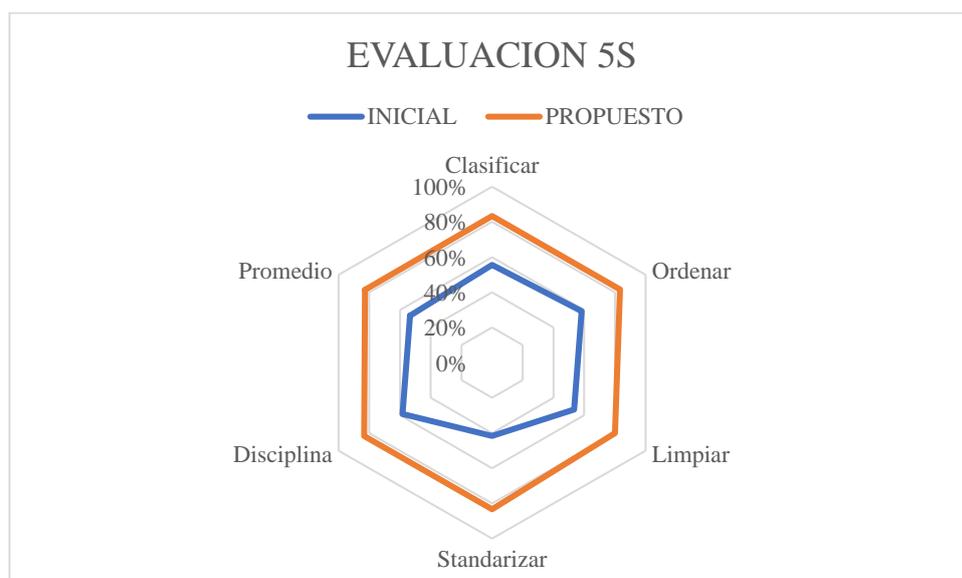
	INICIAL	PROPUESTO
Selección	56%	83%
Orden	58%	83%
Limpieza	53%	80%
Estandarización	42%	83%
Disciplina	58%	83%

Nota: Elaborado por autor.

Al analizar cada componente de las 5S, se observa una mejora significativa en todas las áreas, teniendo así la selección que inicialmente estaba en un 56% ha subido al 83%, el orden ha tenido un incremento notable pasando del 58% al 83%, la estandarización ha alcanzado un impresionante 83% en comparación con el 42% inicial, de igual manera, la limpieza ha mejorado considerablemente aumentando del 53% al 83%., por último, la disciplina ha alcanzado un 83%. Estos resultados reflejan una transformación significativa en la cultura organizacional hacia prácticas más ordenadas, limpias y estandarizadas.

Así mismo se da a conocer la gráfica de radar donde se visualiza la mejora en los niveles de las 5S indicando una mayor eficiencia operativa y un entorno de trabajo más seguro y productivo, en la Figura 21 se presenta un gráfico radial que compara la evaluación inicial y final de las 5S, cada uno con sus fases y los porcentajes que arrojaron tanto como en la auditoria inicial como en la final para tener una visualización detallada de la mejoría.

Figura 21. Evaluación de la propuesta de las 5s.



Nota: Elaborado por autor.

Se complementa la figura con los resultados ya expuestos anteriormente en donde se visualiza de una manera amplia ambas situaciones y la mejora que ha obtenido la situación inicial luego de la aplicación de la metodología 5s concluyendo con el objetivo de optimizar tiempos de espera con un área más limpio y ordenado.

3.4.7.3 TPM

En la última etapa de la propuesta, se introdujo la herramienta TPM. Se realizaron dos análisis para evaluar su efectividad. Los resultados del OEE inicial y final después de la aplicación del TPM se resumen en la tabla correspondiente.

Tabla 40. Resultado propuesto de las 5S.

	INICIAL	FINAL
OEE	64%	88%
Diagnostico	Regular	Bueno

Nota: Elaborado por autor.

La ejecución del TPM ha generado una mejora notable en los indicadores del OEE, obteniendo así la situación inicial, el OEE se encontraba en un 64%, clasificado

como "Regular", sin embargo, tras la aplicación del plan TPM, se ha observado una mejoría significativa, aumentando el OEE al 88%, ahora clasificado como "Buena".

Para hacer la comparación de los subindicadores de la OEE se procede a mostrar en la siguiente tabla un resumen detallado de cada subindicador para el análisis

Tabla 41. Resultados detallados del nivel de OEE.

	Inicial	Final
Disponibilidad	75%	92%
Rendimiento	95%	99%
Calidad	91%	97%

Nota: Elaborado por autor.

Al analizar cada componente del OEE, se observa una mejora en todas las áreas, la disponibilidad ha aumentado del 74% al 92%, indicando una reducción en los tiempos de inactividad y una mayor eficiencia de la maquinaria, el rendimiento ha mejorado pasando del 95% al 99%, lo que refleja una optimización en la productividad., por último, la calidad ha mantenido un alto nivel, incrementando del 91% al 97 %. Estos resultados indican que la aplicación del plan TPM ha tenido un impacto positivo en la eficiencia operativa, reduciendo los tiempos de inactividad y mejorando la calidad del proceso productivo, el incremento del 24 % en el OEE demuestra una mayor eficiencia global en la línea de producción, contribuyendo a un rendimiento general clasificado como "Bueno".

3.4.7.4 Productividad

Para finalizar, se evaluará la producción final después de la aplicación de la propuesta para confirmar la optimización de los tiempos de espera en la línea de producción. Primero, se calculará el tiempo inicial utilizado para toda la producción, teniendo en cuenta la situación actual de la empresa, en la cual se producían 1750 unidades al día con un tiempo de ciclo de 67 segundos por unidad.

$$\text{Tiempo inicial utilizado} = 1750 u \frac{67 \text{ seg}}{1 u} = 117250 \text{ seg}$$

Una vez obtenido el tiempo inicial se procede a calcular la producción final con los resultados de la situación de mejora en donde el nuevo tiempo de ciclo es de 55 segundos por unidad.

$$\text{Producción final} = 117250 \text{ seg} \frac{1 u}{55 \text{ seg}} = 2132 u$$

Posteriormente, al reducir el tiempo de ciclo a 55 segundos por unidad, se proyecta una producción de 2132 unidades en el mismo período de 117,250 segundos. Esta mejora representa un aumento significativo de 382 unidades adicionales en la producción. En consecuencia, se procederá a calcular el índice de productividad antes y después de la implementación de la propuesta.

Considerando que la producción de las papas en hojuelas de 200 gramos requiere 6 operarios, con un tiempo de trabajo disponible de 8 horas al día, 5 días a la semana y 4 semanas al mes, se obtiene un total mensual de 960 horas-hombre.

$$\text{Producción } h - h \text{ (inicial)} = \frac{1750 u}{960h - h} = 1.82u/h - h$$

$$\text{Producción } h - h \text{ (final)} = \frac{2132 u}{960h - h} = 2.22u/h - h$$

$$\Delta \text{Producción } h - h = \frac{2.22 - 1.82}{1.82} * 100 = 21.97\%$$

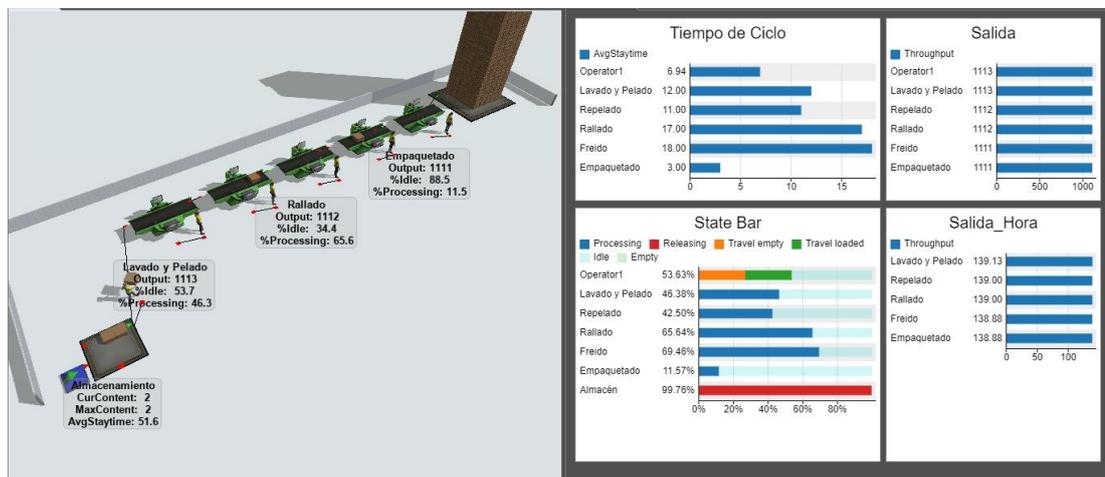
Usando la fórmula mencionada previamente, podemos calcular la productividad tanto al inicio como al final del periodo en términos de horas-hombre, lo que revela un incremento del 21.97% en la productividad.

La eficiencia ganada mediante la reducción del tiempo de ciclo se traduce directamente en la optimización de los tiempos de espera en el flujo productivo de la

línea de producción de papas en hojuelas., además, la propuesta no solo ha beneficiado las actividades de la empresa al optimizar los tiempos de inactividad, sino que también ha aumentado la productividad de la producción, esto se debe a que la reducción del tiempo disponible ha posibilitado la fabricación de un volumen mayor de papas en el mismo período.

3.4.8 Simulación de la situación de mejora

Figura 22. Modelado situación actual.

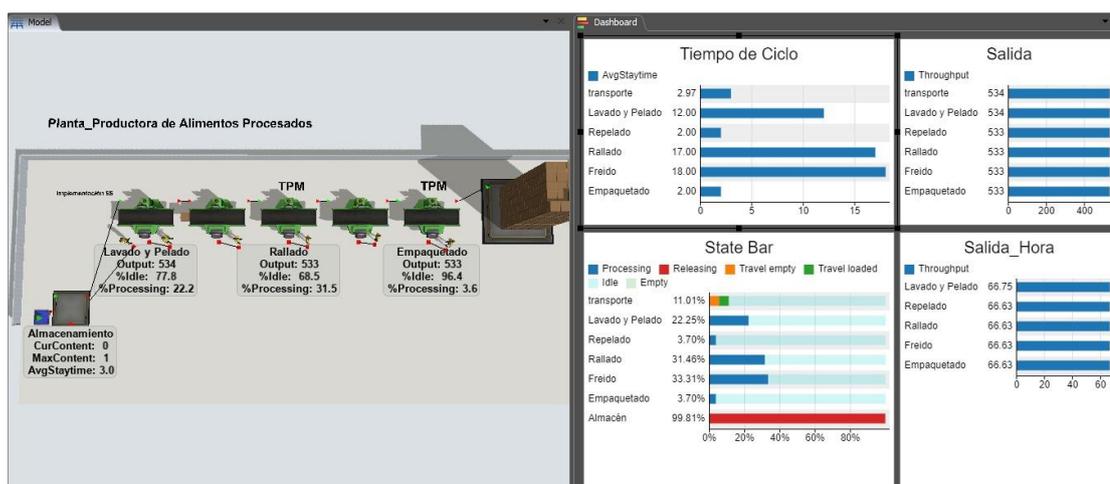


Nota: Elaborado por autor en software Flexim.

La Figura 22 presenta una simulación del flujo productivo de papas en hojuelas de 200 gramos en la planta de Indufanny, realizada con el software FlexSim. Esta figura muestra las distintas etapas del proceso productivo, junto con gráficos que proporcionan información detallada sobre el tiempo de ciclo, el throughput (salida), el estado de las máquinas y la salida por hora.

Por otro lado, la Figura 23 ilustra la simulación del mismo proceso tras la implementación de herramientas de manufactura esbelta, específicamente las metodologías 5S y TPM. Esta figura mantiene las mismas etapas del proceso, pero con ajustes en los porcentajes de utilización y tiempos de ciclo, reflejando una mejora en la eficiencia operativa.

Figura 23. Modelado situación propuesta.



Nota: Elaborado por autor.

Al comparar ambas figuras, se observa que la implementación de las 5S y TPM ha resultado en una mejora significativa en la eficiencia del procesamiento en varias etapas del flujo productivo, los tiempos de ciclo han mejorado considerablemente, demostrando la optimización del desperdicio de tiempos de espera y mejorando las actividades del proceso productivo de Indufanny.

En el anexo N, se presenta la elaboración de la simulación del flujo productivo de papas en hojuelas de 200 gramos en la planta de Indufanny, así como las estadísticas correspondientes.

3.4.9 Presupuesto de la propuesta

Para desarrollar el presupuesto, se ha estimado un valor para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas para optimizar los tiempos de espera en la empresa Indufanny.

A continuación, en la tabla 42 se presentan los costos de implementación de cada herramienta de manufactura esbelta, con su respectivo cálculo.

Tabla 42. Presupuesto de herramientas de la manufactura esbelta.

Presupuesto del Proyecto					
Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total	
METODOLOGIA 5S	Capacitación del personal	1	\$700,00	\$700,00	
	Suministros de Limpieza	1	\$100,00	\$100,00	
	Herramientas de limpieza y mantenimiento	1	\$100,00	\$100,00	
	Materiales de etiquetado y señalización	1	\$200,00	\$200,00	
	Contenedores de almacenamiento	4	\$20,00	\$80,00	
	Contenedores para residuos	4	\$20,00	\$80,00	
TPM	Capacitación del personal de la metodología	1	\$2.500,00	\$2.500,00	
	Documentación y software para el seguimiento del mantenimiento	1	\$1.500,00	\$1.500,00	
	Máquina de Lavado y Pelado				
	Limpieza y lubricación de la maquina	1	\$1.400,00	\$1.400,00	
	Revisión de cuchillos y motor	1	\$2.500,00	\$2.500,00	
	Materiales de mantenimiento (lubricantes, detergentes)	1	\$650,00	\$650,00	
	Máquina Empaquetadora				
	Inspección de sensores	1	\$1.500,00	\$1.500,00	
	Revisión del sistema de sellado	1	\$2.500,00	\$2.500,00	
	Materiales de mantenimiento (sensores y componentes de sellado)	1	\$750,00	\$750,00	
	Herramientas del mantenimiento (calibración y ajuste)	1	\$480,00	\$480,00	
Subtotal				\$15.040,00	
			10% de imprevistos	\$1.504,00	
			15% de reajuste	\$2.256,00	
TOTAL			\$18.800,00		

Nota: Elaborado por autor.

En la Tabla 42 se desglosan los elementos esenciales para implementar la propuesta, para la metodología 5S se prevé una inversión de \$1,260.00, que cubre la

capacitación del personal, suministros, herramientas de limpieza y contenedores para almacenamiento y residuos. En cuanto al TPM, se asigna un presupuesto de \$13,780.00, que incluye la capacitación y documentación para el mantenimiento, el mantenimiento de la máquina de pelado y lavado con un costo de \$4,550.00, abarcando la limpieza y lubricación de la máquina, revisión de los cuchillos y materiales a utilizar, y el mantenimiento de la máquina empaquetadora, valorado en \$5,230.00, que incluye la inspección de sensores, revisión del sistema de sellado y los materiales y herramientas necesarios. Además, se ha incluido un 10% para imprevistos y un 15% para reajustes, lo que eleva el total a \$18,800.00 dólares estadounidenses.

En este contexto, se realizaron cálculos financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PR) para validar la viabilidad del proyecto en comparación con la inversión inicial. La Tabla 43 presenta un desglose para evaluar estas métricas financieras.

Tabla 43. *Cálculo del flujo de fondo.*

CALCULOS DEL FLUJO DE FONDO						
	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	-\$18.800,00	\$6.392,00	\$6.392,00	\$6.392,00	\$6.392,00	\$6.392,00
Saldo Actual de 10%	-\$18.800,00	\$5.810,91	\$5.282,64	\$4.802,40	\$4.365,82	\$3.968,93
Saldo Actualizado Acumulado	-\$18.800,00	-\$12.989,09	-\$7.706,45	-\$2.904,04	\$1.461,78	\$5.430,71

Nota: Elaborado por autor.

Donde

$$Tasa (\%) = Valor \text{ por } definicion$$

$$Tasa (\%) = 10\%$$

$$VNA (\$) = VNA(Interes; flujo \text{ de } caja) + desombolso \text{ inicial}$$

$$VNA (\$) = \$24.230,71$$

$$VAN (\$) = \text{Beneficio Neto Actualizado} + \text{Inversion inicial}$$

$$VAN (\$) = \$5.430,71$$

$$TIR (\%) = 20,76\%$$

$$PR (t) = \frac{\text{Inversion inicial}}{\text{flujo de efectivo por periodo}}$$

$$PR (t) = \text{año anterior de recuperacion} + \frac{\text{Inversion}}{\text{Ingreso año de recuperacion}}$$

$$PR (t) = 3.67 \text{ años ; } 7.98 \text{ meses ; } 29.46 \text{ dias}$$

$$PR (t) = 3 \text{ años con } 7 \text{ meses y } 29 \text{ dias}$$

El Valor Neto Actual (VNA) de \$24.230,71 demuestra la recuperación de la inversión inicial del proyecto, incluso al considerar una tasa de descuento del 10%, además, al aplicar una tasa de retorno del 15%, se observó un incremento en comparación con la tasa de descuento, indicando que la Tasa Interna de Retorno (TIR) supera la tasa esperada. Por último, el periodo de recuperación de la inversión se determinó en 3 años con 7 meses y 29 días, evidenciando que el proyecto recuperó la inversión inicial en los primeros 5 años.

3.5 Marco de discusiones

El análisis actual de la empresa se llevó a cabo mediante un Mapa de Flujo de Valor (VSM), el cual detalló los tiempos empleados en cada proceso, así como aquellos que no generan valor al producto. Este análisis permitió identificar los desperdicios presentes y sus causas. Para abordar estos problemas, se propuso una solución utilizando herramientas de manufactura esbelta como las 5S y el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Una vez implementadas estas soluciones, se creará un VSM futuro que mostrará los tiempos mejorados y el aumento en la productividad.

La implementación de herramientas de manufactura esbelta resultó en una optimización significativa de los tiempos de espera en la cadena de valor del proceso de elaboración de papas en hojuelas de 200 gramos. Tras la aplicación del método 5S, se observó una mejora en los resultados de la auditoría final, pasando del 53% al 83%, lo cual creó un entorno de trabajo más ordenado y limpio. Posteriormente, se implementó el TPM; en la evaluación inicial se obtuvo un OEE del 64%, categorizado como regular. Luego de la aplicación de la matriz AMFE y la optimización de los mantenimientos en las máquinas de lavado y empaquetado, el OEE incrementó al 88%, indicando mejoras en rendimiento, disponibilidad y calidad.

Finalmente, se desarrolló un VSM futuro que mostró una reducción en el tiempo de ciclo de 67 segundos a 55 segundos. Esta mejora evidenció una optimización de los tiempos de espera basada en la manufactura esbelta, resultando en un incremento de la productividad del 21.92%

CONCLUSIONES

Mediante una revisión de alcance, se recopiló información relevante para la investigación estructurada en cinco etapas definidas bajo criterios pertinentes para la selección de artículos. Se priorizó el acceso abierto para asegurar la fidelidad de la información y se consideró el idioma inglés predominante en las bases de datos académicas. Utilizando criterios de elegibilidad, se seleccionaron 28 artículos centrados en las variables de estudio "tiempos de espera" y "manufactura esbelta". Posteriormente, se empleó el método FAHP, el cual determinó que el Mapa de Flujo de Valor (VSM) es la herramienta más relevante en la jerarquía, seguido por las 5S y el TPM.

Bajo este contexto, se definió que el estudio tiene un diseño no experimental con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo correlacional. Se identificó el procedimiento metodológico adecuado basado en dos artículos que abordaban herramientas y problemáticas similares. La recolección de datos se realizó mediante observación directa, alineándose con la necesidad de obtener muestras de tiempos para análisis. Para complementar, se implementó una herramienta de ingeniería de métodos: el diagrama de flujo de operaciones, que permitió visualizar detalladamente cada operación y su tiempo correspondiente.

Finalmente, la aplicación de la propuesta se dio por fases, utilizando herramientas de manufactura esbelta desde la situación inicial con el VSM hasta la situación de mejora con las herramientas 5S y TPM. La implementación mostró una mejora significativa en la productividad, evidenciada por una reducción del tiempo de ciclo de 67 segundos a 55 segundos y un incremento del 21.92%. Además, se estimó un presupuesto de \$18,800 con una recuperación en 3 años, 7 meses y 29 días.

RECOMENDACIONES

Es crucial adoptar nuevas metodologías y sistemas de bases de datos para mantenerse al día con los avances en el ámbito de la investigación. Explorar en profundidad las técnicas para llevar a cabo una revisión de alcance efectiva en el área de la ingeniería ampliará considerablemente el abanico de estudios disponibles para el investigador, garantizando un acceso ilimitado para el análisis y desarrollo de la investigación.

El marco metodológico juega un papel crucial en el desarrollo de la investigación. Por lo tanto, es aconsejable establecer con precisión el procedimiento metodológico para obtener información pertinente y adecuada para el estudio. También es recomendable seleccionar cuidadosamente artículos científicos de confianza con el fin de alcanzar los objetivos de la investigación de manera efectiva.

Para asegurar la sostenibilidad de la propuesta a implementar, se sugiere establecer un sistema de monitoreo periódico que incorpore indicadores clave de rendimiento diseñados para evaluar el impacto de las mejoras a lo largo del tiempo. Mantener una vigilancia continua sobre estos indicadores permitirá realizar ajustes cuando sea necesario, garantizando que los avances perduren y se adapten a los cambios en las dinámicas del mercado.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Alcántara, V. (2022). Retos y oportunidades al implementar manufactura lean. Recuperado de <https://www.plastico.com/es/noticias/retos-y-oportunidades-al-implementar-manufactura-lean>
- ANFAB. (2021). El sector de alimentos y bebidas traza hoja de ruta para el nuevo año. *Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas*. Recuperado de <https://anfab.com/el-sector-de-alimentos-y-bebidas-traza-hoja-de-ruta-para-el-nuevo-ano/>
- Angulo-Arizala, J., Nemocón-Cobos, A., Barragán-Hernández, W. A., Gallo-Marín, J., & Mahecha-Ledesma, L. (2022). Food industry waste (snacks) as feedstuff in a Highland Colombian dairy. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 23(1). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL23_NUM1_ART:2055
- Arias-González, J. L. (2012). Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, X(28), 42–56. <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>
- Basu, A. (2021). Open Peer Review on Qeios Cronbach's alpha. <https://doi.org/10.32388/3XOD6Z>
- Cabrera, O., Tejada, J., Llontop, J., Mendoza, P., Alvarez, J. C., & Demirkesen, S. (2023). A validation model to reduce non-contributory time based on Lean tools: Case of a construction company in Perú. *Cogent Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2236838>
- Carrillo, A. M., Muñoz, O. M., & Porta, R. M. D. (2023). Application of the Lean Principles of the Toyota Production System for the Improvement of the Emergency Service Attention Times of a High Complexity Hospital. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 22. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps22.alpt>
- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpfu, 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). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>

- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). Investigación. Fundamentos y metodología (*Segunda edición*).
- Dini, M., & Stumpo, G. (2020). MIPYMES en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento.
- EMR. (2023). Mercado Latinoamericano de Papas Fritas, Tamaño. *Expert Market Research*. Recuperado de <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-latinoamericano-de-papas-fritas>
- Ewnetu, M., & Gzate, Y. (2023). Assembly operation productivity improvement for garment production industry through the integration of lean and work-study, a case study on Bahir Dar textile share company in garment, Bahir Dar, Ethiopia. *Heliyon*, 9(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17917>
- Figueredo, A. L. F., Aguilar, R. F. L., & Roselló, M. M. M. (2019). Procedure for the processing of scientific information in the DPI of the Forest Engineering programme. *Biblios*, 75, 46–61. <https://doi.org/10.5195/biblios.2019.473>
- Fitriadi, F., & Ayob, A. F. M. (2022). Identifying the Shipyard Waste: An Application of the Lean Manufacturing Approach. *International Journal of Global Optimization and Its Application*, 1(2), 100–110. <https://doi.org/10.56225/ijgoia.v1i2.19>
- Fitriadi, F., & Ayob, A. F. M. (2023). Optimizing Traditional Shipyard Industry: Enhancing Manufacturing Cycle Efficiency for Enhanced Production Process Performance. *International Journal of Industrial Engineering, Technology & Operations Management*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/10.62157/ijietom.v1i1.15>
- Garcia-Garcia, G., Singh, Y., & Jagtap, S. (2022). Optimising Changeover through Lean-Manufacturing Principles: A Case Study in a Food Factory. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148279>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>

- Gompf, K., Traverso, M., & Hetterich, J. (2021). Using analytical hierarchy process (AHP) to introduce weights to social life cycle assessment of mobility services. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/su13031258>
- Guamán, C. A. V., Morán, A. E. V., Moreno, J. P. N., Sánchez, M. A. J., & Briones, M. C. M. (2023). Modelo de cálculo de costos logísticos, mediante la representación de diagramas de flujo para las microempresas ecuatorianas. *South Florida Journal of Development*, *4*(1), 313–322. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n1-022>
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, *17*. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Hemalatha, C., Sankaranarayanan, K., & Durairaj, N. (2021). Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials Today: Proceedings*, *46*, 10334–10338. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Editorial Mc Graw Hill Education*. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Hinojosa-Donoso, C. M., & Cabrera-Armijos, R. A. (2022). Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, *4*(9), 1–13. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id223>
- Huang, C. Y., Lee, D., Chen, S. C., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, *10*(5). <https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- Huilcapi, S. I., & Gallegos, D. N. (2020). *Importancia del diagnóstico situacional de la empresa Importance of the situational diagnosis of the company*. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com>
- Iyamu, I., Gómez-Ramírez, O., Xu, A. X. T., Chang, H. J., Haag, D., Watt, S., & Gilbert, M. (2021). Defining the scope of digital public health and its implications for policy, practice, and research: Protocol for a scoping review. En *JMIR*

Research Protocols (Vol. 10, Número 6). JMIR Publications Inc.
<https://doi.org/10.2196/27686>

- Jiménez, J., & Gisbert-Soler, V. (2018). Guía metodológica de la gestión de desperdicios en una pyme. *3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 6(5), 57–63. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.57-63>
- Konrad, K., Sommer, M., & Shareef, I. (2023). Manufacturing Letters Crate consolidation and standardization using lean manufacturing systems-NC-ND license. Peer-review under the responsibility of the Scientific Committee of the NAMRI/SME. En *Manufacturing Letters* (Vol. 35). www.sciencedirect.com
- Kukhan, S., & Bhuvanesh-Kumar, K. (2021). Implementation of lean tools and techniques in an ethical papers production industry. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 5(2), 63–73. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v5i2.3611>
- Lalinde-Hernández, J. D., Castro-Espinosa, Rangel, C., Gerardo, J., Sierra, T., Andrés, C., Torrado, A., Karina, M., Sierra, C., Milena, S., Pirela, B., & José, V. (2018). *Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa>
- Law, C., Green, R., Kadiyala, S., Shankar, B., Knai, C., Brown, K. A., Dangour, A. D., & Cornelsen, L. (2019). Purchase trends of processed foods and beverages in urban India. *Global Food Security*, 23, 191–204. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.05.007>
- Levac, D., Colquhoun, H., & O'brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. Recuperado de <http://www.cihir-irsc.ca>
- Lie, S. R., & Kusumastuti, R. D. (2021). Process improvement using value stream mapping and lean methodology: a case study application in batch chemical process industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1072/1/012015>
- López-López, A. D. (2021). La administración como herramienta clave. Estudio de caso en la gestión empresarial en Tingo María. *Gaceta Científica*, 7(2), 59–69. <https://doi.org/10.46794/gacien.7.2.1102>

- López-Serrano, S. C., Chung-Alonso, P., & Ramírez-Rivera, M. del P. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 315–358. <https://doi.org/10.22136/EST20211583>
- Masmali, M. (2021). Implementation of Lean Manufacturing in a Cement Industry. En *Technology & Applied Science Research* (Vol. 11, Número 3). Recuperado de www.etasr.com
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., Garcia, D., Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & Garcia, D. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 348–360. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>
- Mesa, J. I., & Carreño, D. A. (2020). Metodología para aplicar Lean en la gestión de la cadena de suministro Methodology to apply Lean in supply chain management. En *ISSN* (Vol. 41).
- MME. (2022, junio 29). El sector de alimentos y bebidas, un mercado que sigue creciendo en el Ecuador. *Mucho Mejor Ecuador*. Recuperado de <https://muchomejorecuador.org.ec/elementor-26163/>
- Munn, Z., Pollock, D., Khalil, H., Alexander, L., McLnerney, P., Godfrey, C. M., Peters, M., & Tricco, A. C. (2022). What are scoping reviews? Providing a formal definition of scoping reviews as a type of evidence synthesis. En *JBI Evidence Synthesis* (Vol. 20, Número 4, pp. 950–952). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.11124/JBIES-21-00483>
- Muñoz-Guevara, J. A., Zapata-Urquijo, C. A., & Medina-Varela, P. D. (2022). Lean Manufacturing Modelos y herramientas. *1(1)*, 16-140. <https://doi.org/10.22517/9789587226362>.
- Muyulema-Allaica, J., Muñoz-Arcenales, J., Balón-Ramos, I., & Reyes-Soriano, F. (2022). Manufactura esbelta para eliminación de desperdicios en PyMEs: Una revisión sistemática de la literatura. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4–2), 483–495. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1279>

- Nantes, E. (2019). El método analytic hierarchy process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 27(46).
- Nita-Pratiwi, D., & Salfudin. (2021). Penerapan metode analisis abc dalam pengendalian persediaan bahan baku pada pt. Dyriana (Cabang Gatot Subroto). 19(1), 60–75. Recuperado de <http://journals.usm.ac.id/index.php/solusi>
- Ortega Freire, Y. M., & Vaca, S. (2018). Filosofía Lean y Gerencia de Operaciones: El caso de las empresas de Ambato, Ecuador. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, 13(1). <https://doi.org/10.24133/cctespe.v13i1.819>
- Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.12.193>
- Pant, S., Kumar, A., Ram, M., Klochkov, Y., & Sharma, H. K. (2022). Consistency Indices in Analytic Hierarchy Process: A Review. En *Mathematics* (Vol. 10, Número 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/math10081206>
- Patil, A., Pisal, M., & Suryavanshi, C. (2021). Patient opinion mining to analyze drugs satisfaction using supervised learning. *Journal of Applied Research and Technology*, 15(4), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2017.02.005>
- Peters, M. D. J., Godfrey, C., McInerney, P., Khalil, H., Larsen, P., Marnie, C., Pollock, D., Tricco, A. C., & Munn, Z. (2022). Best practice guidance and reporting items for the development of scoping review protocols. *JBI Evidence Synthesis*, 20(4), 953–968. <https://doi.org/10.11124/JBIES-21-00242>
- Pollock, D., Davies, E. L., Peters, M. D. J., Tricco, A. C., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., Khalil, H., & Munn, Z. (2021). Undertaking a scoping review: A practical guide for nursing and midwifery students, clinicians, researchers, and academics. *Journal of Advanced Nursing*, 77(4), 2102–2113. <https://doi.org/10.1111/jan.14743>
- Quiroz-Flores, J. C., & Vega-Alvites, M. L. (2022). Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(2), 143–156. <https://doi.org/10.7166/33-2-2711>

- Ramírez-Zavala, M. R., López-Guerrero, A., Olivares-Fong, L. del C., Velázquez-Victorica, K. I., & Montoya-Alcaraz, M. (2024). Factors That Impact the Dynamics and Effectiveness of Work Teams during the Implementation of Continuous Improvement Tools in the Manufacturing Industry: A Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, *14*(3), 1017. <https://doi.org/10.3390/app14031017>
- Rathi, S. S., Sahu, M. K., & Kumar, S. (2024). Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, *11*(111), 243–256. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004>
- Rewers, P., & Diakun, J. (2021). A heijunka study for the production of standard parts included in a customized finished product. *PLoS ONE*, *16*(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260515>
- Reyes, G., & Carlos, E. (2019). Methodological strategy to develop the state of the art as a product of educative research. *Praxis Educativa*, *23*(3), 1–14. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2019-230307>
- Samad, M. A., Abdullah, J., & Rifat, Md. A. H. (2023). Reduction of Manufacturing Lead Time by Value Stream Mapping of a Selected RMG Factory in Bangladesh. *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, *12*(1), 10–17. <https://doi.org/10.51983/ajeat-2023.12.1.3578>
- Satria-Shandy, P. W., & Rahmawati, B. D. (2022). *Raw Mill Machine Effectiveness Measurement through the Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Pengukuran Efektivitas Mesin Raw Mill melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)*. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.7729>
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, *8*. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>
- Sichinsambwe, C., Simasiku, P. L., Sikombe, S., & Nyimbili, H. (2023). Kaizen practices and performance improvement in Zambian manufacturing companies. *Cogent Engineering*, *10*(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2183590>

- Silambi, Y. P., & Indiyanto, R. (2024). Lean Manufacturing Analysis to Minimize Waste on The Production Process at CV. ABC. *Indonesian Journal of Computer Science Attribution*, 13(1), 707.
- Steven, E., Chin, J., & Nadlifatin, R. (2022). Implementation of Lead Time Improvement in the Cutting Production Process using Clustering Data Mining and Lean Manufacturing. *KnE Social Sciences*, 382–391. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i10.11377>
- Suarez-Regalado, A., & Novau-Dalmau, A. (2020). Estrategia y operaciones esbeltas: Camino directo a la sobrevivencia y desarrollo de las empresas. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*. 1(2). 20-113. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11285/650257>
- Sullivan, B. P., Yazdi, P. G., Suresh, A., & Thiede, S. (2022). Digital Value Stream Mapping: Application of UWB Real Time Location Systems. *Procedia CIRP*, 107, 1186–1191. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.129>
- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Uz-Zaman, M. A., & Hosseinabad, E. R. (2021). Production flow improvement and value stream mapping in a lean manufacturing world. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 6(1), 036–050. <https://doi.org/10.30574/gjeta.2021.6.1.0125>
- Vera-Zambrano, M., Dutta, B., Mercer, D. G., MacLean, H. L., & Touchie, M. F. (2019). Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 88, pp. 484–496). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.006>
- Vinogradova-Zinkevič, I., Podvezko, V., & Zavadskas, E. K. (2021). Comparative assessment of the stability of AHP and FAHP methods. *Symmetry*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/sym13030479>

- Viveros, M. C., & Cortés, A. L. M. (2021). Estudio sobre los diagramas de flujo en la resolución de problemas matemáticos. *Revista UNIMAR*, 39(1), 45–55. <https://doi.org/10.31948/rev.unimar/unimar39-1-art3>
- Wan, P. K., & Leirimo, T. L. (2023). Human-centric zero-defect manufacturing: State-of-the-art review, perspectives, and challenges. *Computers in Industry*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103792>
- Weideman, J., Vermeulen, A., Harm, J., & Pretorius, C. (2022). *The Impact of Total Productive Maintenance on Performance in the South African Food Manufacturing Industry*.
- Widiwati, I. T. B., Liman, S. D., & Nurprihatin, F. (2024). The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>
- Xiang, Z. T., & Feng, C. J. (2021). Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 152–175. <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>
- Zambrano, L. (2022). *Los snacks recuperan ventas, pero se opta por los saludables*. Recuperado de <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/snacks-recuperan-ventas-opta-saludables-125178.html>
- Zúñiga-Apaza, E., Chambi-Cazorla, S., Carbajal-Condori, C., Meléndez-Arpasi, F., Figueroa-Tumi, I., Viveros-Yana, W., & Coaquira-Quispe, J. (2022). The Pearson or Spearman Correlation in physical and textile traits of alpaca fibre. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 33(3). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V33I3.229>

ANEXOS

Anexo A. Matriz FAHP

Herramienta	JIT	KANBAN	VSM	SMED	TPM	KAIZEN	5S	POKE YOKE	HEIJUN KA	MCE	WAM	JIDOKA
JIT	1	1	1/5	1	1/5	1/3	1/5	1	3	3	3	3
KANBAN	1	1	1/5	3	1/5	1/3	1/3	1	3	3	3	5
VSM	5	5	1	5	3	5	3	5	5	5	5	5
SMED	1	1/3	1/5	1	1/3	1	1/5	5	3	3	3	5
TPM	5	5	1/3	3	1	3	1	5	5	5	5	5
KAIZEN	3	3	1/5	1	1/3	1	1/3	1	3	3	5	3
5S	5	3	1/3	5	1	3	1	3	5	5	5	3
POKE-YOKE	1	1	1/5	1/5	1/5	1	1/3	1	1	5	3	5
HEIJUNKA	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/5	1	1	5	1	3
MCE	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1	5	5
WAM	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/5	1	3
JIDOKA	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1
TOTAL	23,33	20,53	3,47	20,40	7,07	15,87	7,33	23,73	30,53	38,40	39,33	46,00

Herramienta	Matriz Normalizada												Ponderación	Ranking	CR
JIT	0,0429	0,0487	0,0577	0,0490	0,0283	0,0210	0,0273	0,0421	0,0983	0,0781	0,0763	0,0652	0,0538	7	0,0960
KANBAN	0,0429	0,0487	0,0577	0,1471	0,0283	0,0210	0,0455	0,0421	0,0983	0,0781	0,0763	0,1087	0,0647	6	
VSM	0,2143	0,2435	0,2885	0,2451	0,4245	0,3151	0,4091	0,2107	0,1638	0,1302	0,1271	0,1087	0,2437	1	
SMED	0,0429	0,0162	0,0577	0,0490	0,0472	0,0630	0,0273	0,2107	0,0983	0,0781	0,0763	0,1087	0,0675	5	
TPM	0,2143	0,2435	0,0962	0,1471	0,1415	0,1891	0,1364	0,2107	0,1638	0,1302	0,1271	0,1087	0,1708	2	
KAIZEN	0,1286	0,1461	0,0577	0,0490	0,0472	0,0630	0,0455	0,0421	0,0983	0,0781	0,1271	0,0652	0,0810	4	
5S	0,2143	0,1461	0,0962	0,2451	0,1415	0,1891	0,1364	0,1264	0,1638	0,1302	0,1271	0,0652	0,1572	3	
POKE-YOKE	0,0429	0,0487	0,0577	0,0098	0,0283	0,0630	0,0455	0,0421	0,0328	0,1302	0,0763	0,1087	0,0531	8	
HEIJUNKA	0,0143	0,0162	0,0577	0,0163	0,0283	0,0210	0,0273	0,0421	0,0328	0,1302	0,0254	0,0652	0,0363	9	
MCE	0,0143	0,0162	0,0577	0,0163	0,0283	0,0210	0,0273	0,0084	0,0066	0,0260	0,1271	0,1087	0,0293	10	
WAM	0,0143	0,0162	0,0577	0,0163	0,0283	0,0126	0,0273	0,0140	0,0328	0,0052	0,0254	0,0652	0,0245	11	
JIDOKA	0,0143	0,0097	0,0577	0,0098	0,0283	0,0210	0,0455	0,0084	0,0109	0,0052	0,0085	0,0217	0,0181	12	

Anexo B. ABC de la demanda

PRODUCTO/MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total demanda anual	% acum. de ventas	ABC
Papas en hojuelas 200 gr	35000	33980	35780	34720	35120	33800	33600	34120	34800	35100	35380	35000	416.400	19%	A
Papas palitos 200 gr	33000	32400	32000	31200	31900	32400	32200	31600	31940	32800	32800	33200	387.440	36%	B
Chifles de dulce 200gr	30800	31000	29800	30400	30400	29800	29700	29380	29400	27000	33000	29000	359.680	53%	C
Chifles de sal 200 gr	30400	30200	29800	29600	29000	29200	33000	29000	33000	29000	29900	30600	362.700	69%	C
Cueritos 200 gr	29000	28400	29900	28720	29560	27900	27940	27120	29380	29120	29000	29100	345.140	85%	C
Mix 200gr	27000	27900	27380	26940	27300	26400	26940	27380	30000	29000	27380	27800	331.420	100%	C
													2.202.780		

Anexo C. Ficha de observación del mes de enero

		INDUFANNY																				F.Elaboracion	
		FICHA DE OBSERVACION																				F.Revision	
Departamento: Producción																						Elaborado por:	
Producto: Papas en hojuelas 200gr																						Revisado por :	
		TIEMPOS EN SEGUNDOS																				Unidad: 1 unidad	
N°	Descripción de la actividad	TIEMPO OBSERVADO EN EL MES DE ENERO 2024																				Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Transporte a area de produccion	6	4	4	4	4	4	5	5	5	8	8	8	8	8	8	9	9	9	6	6	128	6
3	Lavado	12	12	8	12	9	10	11	11	12	13	15	15	14	15	15	13	14	13	11	10	245	12
4	Repelado	10	12	13	11	10	10	11	9	13	10	13	12	13	12	12	12	14	11	12	13	233	11
5	Rallado	18	15	14	18	16	16	20	17	14	21	20	15	16	18	20	21	17	22	16	16	350	17
6	Freido	18	15	15	17	21	16	16	15	22	14	18	18	22	17	20	20	22	15	16	16	359	17
7	Empaquetado	3	3	2	2	2	4	3	2	2	3	3	4	2	4	4	3	3	3	3	3	57	3
8	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Observaciones:		Total Tiempo:																				65	

Anexo D. Ficha de observación del mes de febrero

		INDUFANNY																				F.Elaboracion	
		FICHA DE OBSERVACION																				F.Revision	
Departamento: Producción																						Elaborado por:	
Producto: Papas en hojuelas 200gr																						Revisado por :	
		TIEMPOS EN SEGUNDOS																				Unidad: 1 unidad	
N°	Descripción de la actividad	TIEMPO OBSERVADO EN EL MES DE FEBRERO 2024																				Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Transporte a area de produccion	6	6	9	6	9	9	5	4	5	6	8	8	9	8	9	9	8	8	8	7	147	7
3	Lavado	9	14	15	9	13	14	10	10	12	11	9	11	13	16	16	16	9	16	16	16	255	12
4	Repelado	11	12	12	9	10	10	8	9	11	11	12	14	11	11	10	12	9	13	12	11	218	10
5	Rallado	16	17	22	16	21	22	16	14	18	16	15	21	22	23	20	16	19	19	21	21	375	18
6	Freido	15	22	22	14	22	22	17	17	17	17	14	24	22	24	24	22	16	24	24	24	403	19
7	Empaquetado	2	3	4	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	5	4	4	4	4	4	59	3
8	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Observaciones:		Total Tiempo:																				69	

Anexo E. Ficha de observación del mes de marzo

		INDUFANNY																				F.Elaboracion	
		FICHA DE OBSERVACION																				F.Revision	
Departamento: Producción																						Elaborado por:	
Producto: Papas en hojuelas 200gr																						Revisado por :	
		TIEMPOS EN SEGUNDOS																				Unidad: 1 unidad	
N°	Descripción de la actividad	TIEMPO OBSERVADO EN EL MES DE MARZO 2024																				Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Transporte a area de produccion	8	9	8	6	7	5	5	6	5	8	7	5	8	6	5	8	8	8	8	9	139	7
3	Lavado	12	12	11	9	12	15	14	15	11	14	9	9	9	11	9	12	10	15	12	12	233	11
4	Repelado	11	11	10	9	12	13	12	13	12	12	9	9	9	9	9	12	13	12	11	10	218	10
5	Rallado	14	20	16	17	19	22	21	19	19	22	17	18	15	18	14	18	19	19	17	16	360	17
6	Freido	17	22	17	15	22	22	22	22	22	22	20	18	17	15	19	20	22	22	22	17	395	19
7	Empaquetado	2	4	3	2	4	4	3	4	4	4	2	3	2	2	2	4	4	4	4	4	65	3
8	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Observaciones:		Total Tiempo:																				67	

Anexo F. Tabla General Electric.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos que cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Anexo G. Demanda de la empresa

enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total	Promedio
35000	33980	35780	34720	35120	33800	33600	34120	34800	35100	35380	35000	416400	34700

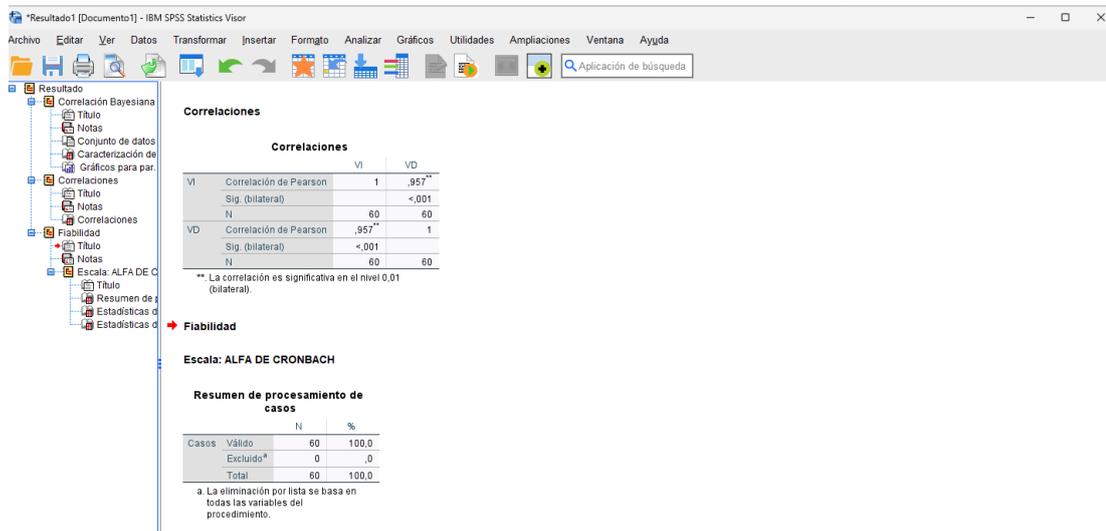
Anexo H. Revisión de las 5S inicial.

Area	Produccion		No cumple Cumple parcialmente Si cumple	CALIFICACIÓN
Responsible	Sandoya Alban Daniela			
		Categoria		Preguntas
Clasificar SEIRE	1	El lugar se encuentra en buenas condiciones de uso.	<input type="radio"/>	56%
	2	Hay objetos sin usar en los pasillos y areas de trabajo.	<input type="radio"/>	
	3	Las areas de trabajo estan libres de objetos.	<input checked="" type="radio"/>	
	4	El area esta libre de cajas, papeles u otros objetos.	<input type="radio"/>	
	5	Existe un mecanismo de control del area con las entradas y salidas de insumo, materiales, etc.	<input checked="" type="radio"/>	
	6	Los materiales se encuentran en areas o lugares diferentes de lo	<input type="radio"/>	
Ordenar SEITON	1	Las areas estan debidamente identificadas.	<input type="radio"/>	58%
	2	Hay botes de basura en lugares designados.	<input type="radio"/>	
	3	Hay señales, etiquetas o rotulos que faciliten la ubicacion de	<input checked="" type="radio"/>	
	4	Hay identificaciones con codigo de acuerdo con su naturaleza y	<input type="radio"/>	
Limpiar SEISO	1	El area se encuentra limpio.	<input type="radio"/>	53%
	2	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias.	<input type="radio"/>	
	3	Las maquinas operativas cumplen con el mantenimiento.	<input checked="" type="radio"/>	
	4	El area de trabajo esta libre de polvo, manchas, oxidacion,	<input type="radio"/>	
	5	Se ha identificado rutinas de limpieza para el área.	<input type="radio"/>	
Standarizar SEIKETSU	1	Personal usa adecuadamente los EPP.	<input type="radio"/>	42%
	2	Maquinas cuentan con tarjeta de operacion y formato de	<input checked="" type="radio"/>	
	3	Existe controles visuales para evitar desorganizacion.	<input checked="" type="radio"/>	
	4	Correcto llenado de formato de registros.	<input type="radio"/>	
Disciplina SHITZUKE	1	Hay actitud positiva frente al cambio.	<input type="radio"/>	58%
	2	El personal esta comprometida con el cambio.	<input type="radio"/>	
	3	Se involucra a todo el personal.	<input checked="" type="radio"/>	
	4	Hay cultura de responsabilidad.	<input type="radio"/>	

Revisión Final.

Area	Produccion		No cumple Cumple parcialmente Si cumple	CALIFICACIÓN	
Responsible	Sandoya Alban Daniela				
					
Categoria	Preguntas				
Clasificar SEIRE	1	El lugar se encuentra en buenas condiciones de uso.		●	83%
	2	Hay objetos sin usar en los pasillos y areas de trabajo.	●		
	3	Las areas de trabajo estan libres de objetos.		●	
	4	El area esta libre de cajas, papeles u otros objetos.		●	
	5	Existe un mecanismo de control del area con las entradas y salidas de insumo, materiales, etc.	●		
	6	Los materiales se encuentran en areas o lugares diferentes de lo	●		
Ordenar SEITON	1	Las areas estan debidamente identificadas.		●	83%
	2	Hay botes de basura en lugares designados.		●	
	3	Hay señales, etiquetas o rotulos que faciliten la ubicación de	●		
	4	Hay identificaciones con codigo de acuerdo con su naturaleza y	●		
Limpiar SEISO	1	El area se encuentra limpio.		●	80%
	2	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias.		●	
	3	Las maquinas operativas cumplen con el mantenimiento.	●		
	4	El area de trabajo esta libre de polvo, manchas, oxidacion,	●		
	5	Se ha identificado rutinas de limpieza para el área.	●		
Standarizar SEIKETSU	1	Personal usa adecuadamente los EPP.		●	83%
	2	Maquinas cuentan con tarjeta de operación y formato de	●		
	3	Existe controles visuales para evitar desorganizacion.		●	
	4	Correcto llenado de formato de registros.	●		
Disciplina SHITZUKE	1	Hay actitud positiva frente al cambio.		●	83%
	2	El personal esta comprometida con el cambio.		●	
	3	Se involucra a todo el personal.	●		
	4	Hay cultura de responsabilidad.	●		

Anexo I. Cálculo del SPSS



The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Visor interface. The main window displays the following results:

Correlaciones

	VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	<.001
	N	60
VD	Correlación de Pearson	,957**
	Sig. (bilateral)	<.001
	N	60

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fiabilidad

Escala: ALFA DE CRONBACH

Resumen de procesamiento de casos

Casos	Válido	N	%
	Válido	60	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	60	100,0

^a La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Anexo L. Ficha de nómina de asistencia.

 Ficha de nómina de asistencia para capacitación			
Información General			
Capacitación:	Metodologías 5S y TPM		
Fecha:			
Hora de inicio:			
Hora final:			
Instructor:			
Lista de Asistencia			
Nº	Apellido y Nombres	Departamento	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Observaciones:			
Firma del instructor		Firma del coordinar	

Anexo M. Imágenes de la empresa.



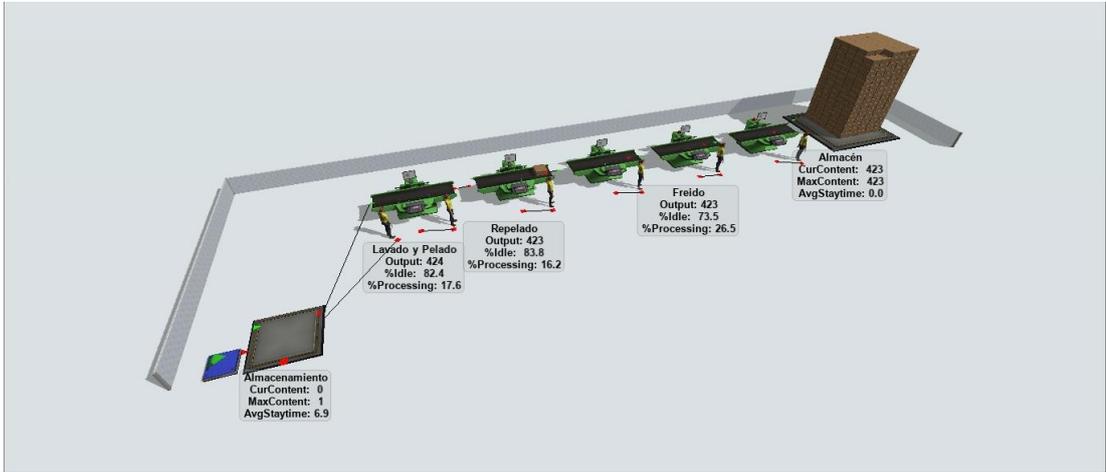


Anexo N. Modelado en el software FlexSim.

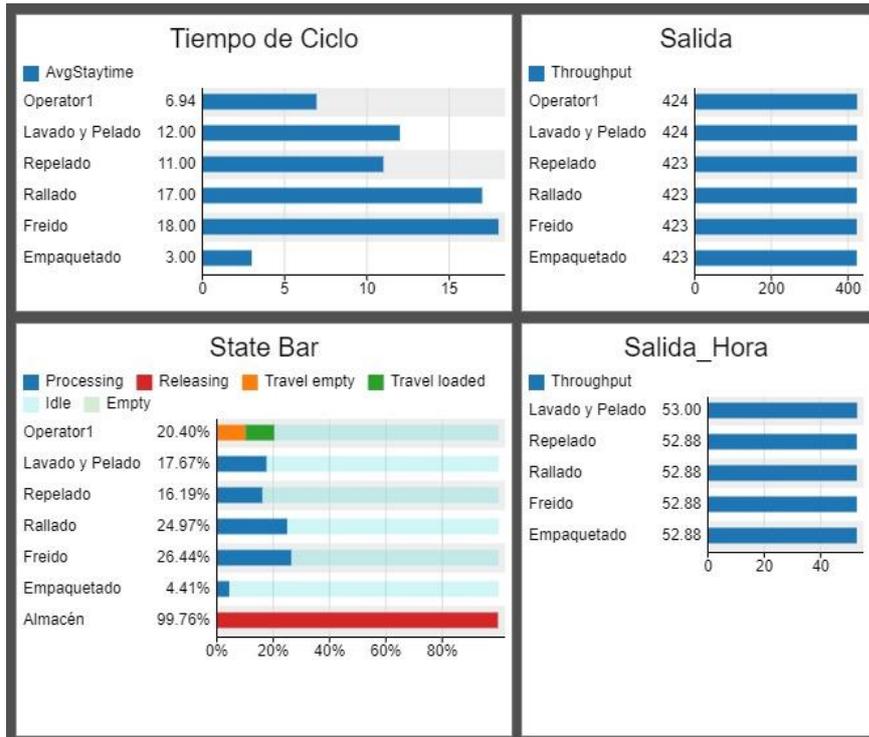
Situación Actual



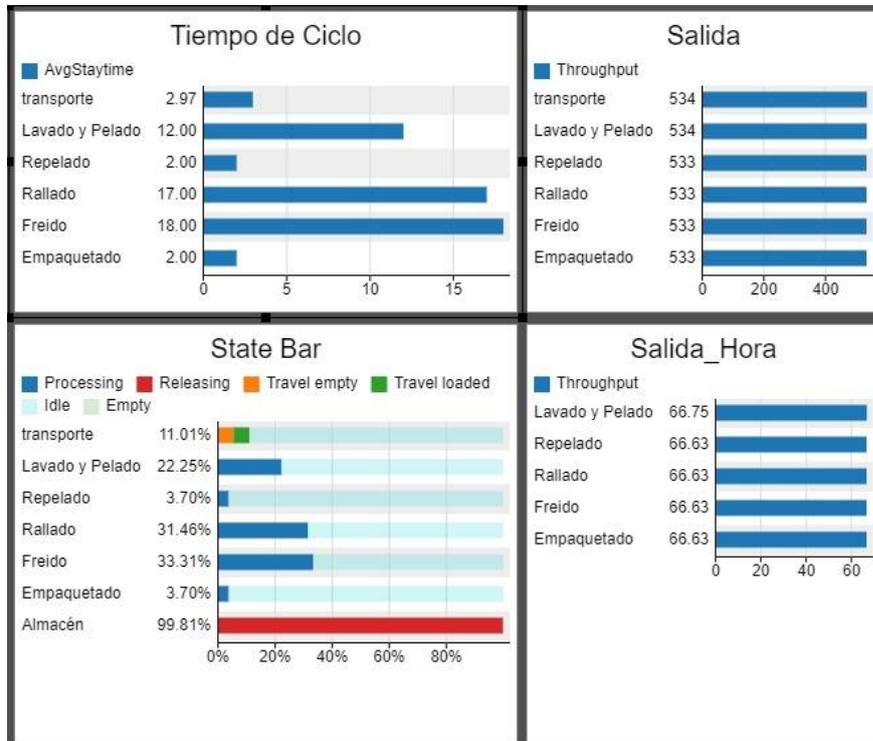
Situación Propuesta



Estadísticas situación inicial



Estadísticas situación propuesta



Anexo O. Carta de aceptación de la empresa.



"INDUFANNY"

Pasaje El Mangle y Cerval
Augusto N. Martínez
Telf. 03 2856- 689 0987463178
Ambato – Tungurahua – Ecuador

Ambato, 16 de Octubre de 2023

Ing. Franklin Reyes Soriano, Mgs
Director de la Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Presente. -

Reciba un cordial saludo, a través de la presente **INDUFANNY** tenemos el agrado de notificarle la aceptación del proyecto **"OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA BASADO EN LA MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA "INDUFANNY" AMBATO-ECUADOR."** desarrollado por la Srta. **Sandoya Alban Daniela Alexandra** con identidad **1804059747**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial.

Sin mas que agregar esperamos que el proyecto inicie según lo esperado y sea llevado a cabo con completo éxito.

ATENTAMENTE,

Econ. Franklin Basantes Ramos

GERENTE GENERAL

RUC:1801611334001

