

# Implementation of a Lean Manufacturing plant to reduce cost Overruns in the Footwear company Rosalia Full Moda S.A.

Trisha Blas<sup>1</sup>, Sharon Juarez<sup>1</sup> and Teodoro Geldres-Marchena, Master's Industrial Engineering<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Students of Industrial Engineering of Universidad Privada del Norte, Peru,  
[flormartineztoribio@gmail.com](mailto:flormartineztoribio@gmail.com), [sharonjh13@gmail.com](mailto:sharonjh13@gmail.com)

<sup>2</sup>Industrial Engineering Professor at the University Private del Norte, Peru, [teodoro.geldres@upn.pe](mailto:teodoro.geldres@upn.pe)

*Abstract– The present work has the objective of determining by how much cost overruns are reduced through the implementation of a Lean Manufacturing plan in the footwear company Rosalia Full Moda S.A. This company is dedicated to the manufacture of women's footwear and presents several problems related to production, including 10% of defective product, musculoskeletal diseases in workers, waste of square meters of leather, reprocessed products, poor distribution of the clothing workshop and non-fulfillment of orders. The total monetized loss from these six root causes amounts to S/. 19,748.30.*

*To address these problems, the following tools were chosen: OWAS (Observational Walk-through Analysis System), TQM (Total Quality Management), SLP (Systematic Layout Planning) and SRM (Supplier Relationship Management). In addition, specific software and simulators were included to support the implementation of these tools, such as Promodel, Ergoniza, Tecnomatix Plant Simulation and Stella.*

*The results of the implementation of the Lean Manufacturing plan showed significant benefits, reflected in economic indicators such as the Net Present Value (NPV) of S/ 409,927.30 and an Internal Rate of Return (IRR) of 688%. These indicators highlight the viability and profitability of the project, showing a considerable reduction in cost overruns and an improvement in the company's operating efficiency.*

*Keywords: Simulation, Capstone Project, Tecnomatix plant simulation, Ergoniza, Stella, Promodel.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).  
**DO NOT REMOVE**

# Implementación de un plan de Lean Manufacturing para reducir sobre costos en la Empresa de Calzado Rosalía Full Moda S.A.

Trisha Blas<sup>1</sup>, Sharon Juárez<sup>1</sup> y Teodoro Geldres-Marchena, Maestro en Ingeniería Industrial<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, Perú,  
[flormartineztoribio@gmail.com](mailto:flormartineztoribio@gmail.com), [sharonjh13@gmail.com](mailto:sharonjh13@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesor de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, Perú, [teodoro.geldres@upn.pe](mailto:teodoro.geldres@upn.pe)

**Abstract**– *El presente trabajo tiene como objetivo determinar en qué porcentaje se reducen los sobrecostos mediante la implementación de un plan de Lean Manufacturing en la empresa de calzado Rosalía Full Moda S.A. Esta empresa se dedica a la fabricación de calzado para dama y presenta varios problemas relacionados con la producción, incluyendo un 10% de producto defectuoso, enfermedades musculoesqueléticas en los trabajadores, desperdicio de metros cuadrados de cuero, productos reprocesados, mala distribución del taller de confección e incumplimiento de pedidos. La pérdida total monetizada de estas seis causas raíz asciende a S/19,748.30.*

*Para abordar estos problemas, se optaron las siguientes herramientas: OWAS (Observational Walk-through Analysis System), TQM (Total Quality Management), SLP (Systematic Layout Planning) y SRM (Supplier Relationship Management). Además, se incluyeron software y simuladores específicos para apoyar la implementación de estas herramientas, tales como Promodel, Ergoniza, Tecnomatix Plant Simulation y Stella.*

*Los resultados de la implementación del plan de Lean Manufacturing mostraron beneficios significativos, reflejados en indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN) de S/409,927.30 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 688%. Estos indicadores destacan la viabilidad y rentabilidad del proyecto, evidenciando una reducción considerable de los sobrecostos y una mejora en la eficiencia operativa de la empresa*

**Palabras clave:** Simulación, Capstone Project, Tecnomatix plant simulation, Ergoniza, Stella, Promodel.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas de calzado vienen cobrando vital importancia y posición en el mercado nacional e internacional, con ello van creciendo sus oportunidades de crecimiento y su rentabilidad se ve incrementada. La necesidad de mejora de las empresas de calzado va directamente en sus procesos lo que los lleva a dos caminos, el de la rentabilidad esperada o de la pérdida económica o sobre costos. Tal como es el caso de la empresa de calzado Rosalía Full Moda S.A. que es un negocio dedicado a la fabricación y venta al por mayor y menor de zapatos para dama en sus diferentes modelos siendo el insumo principal de producción el cuero sintético PU. Esta empresa cuenta con clientes locales y nacionales, así mismo debido a su calidad y acabado está expandiendo su comercialización hasta el país vecino Bolivia. Al ser una

microempresa no cuenta con un plan de control de calidad en sus procesos, así mismo no cuentan con un registro de sus pérdidas lo cual les impide notar las pérdidas económicas que están teniendo. Por este motivo es necesario realizar un diagnóstico integral a los problemas presentes e implementar herramientas de lean Manufacturing en sus procesos para obtener los resultados satisfactorios.

La empresa ha presentado problemas en distintas áreas de producción, luego de realizar un estudio de diagnóstico integral, se lograron identificar 6 problemas a mejorar, ya que afectan significativamente, estas relacionadas a la producción, seguridad en el trabajo, distribución de planta y relaciones con los proveedores. Por lo cual se seleccionaron distintas herramientas para la mejora de los problemas ya identificados, el TQM, a través de la recolección de datos y el análisis de los valores promedio obtenidos permitirá mejorar los niveles de producción dentro de la empresa [1] para el siguiente problema el método Owass, el uso de esta herramienta permitirá realizar un análisis de los riesgos y ergonomía para mitigar factores negativos y reducir los accidentes [2], la herramienta SLP, se utilizó como parte de una estrategia de Lean Manufacturing para optimizar el diseño de una planta de producción, ya que al proponer un nuevo diseño de Layout, se busca eliminar los tiempos de espera y los transportes innecesarios [3], finalmente el SRM, herramienta que busca establecer relaciones con los proveedores de manera fundamentadas en la eficiencia, la alineación de principios y una perspectiva orientada hacia la rentabilidad con calidad [4]. Estas herramientas son fundamentales para la mejora y reducción de costos dentro de la empresa.

Para implementar una mejora dentro de la investigación se hizo uso de distintos softwares de simulación, basándose en cada problema y su herramienta seleccionada. Como primera herramienta, el TQM se seleccionó debido a los problemas de defectos en la producción del calzado, para ello se implementó el simulador promodel, para simular los modelos existentes y propuestos de la empresa manufacturera, la metodología propuesta ayuda a determinar la mejor combinación a nivel de factor para cada parámetro de rendimiento [5]. Como segunda herramienta el método OWAS, el cual usa el software ergoniza, para reconocer las posturas incorrectas y evaluar el nivel de riesgo postural [6]. Como tercera herramienta el SLP, en el cual se usó el Software Tecnomatix Plan Simulation, por dos

razones principales la experiencia previa en su uso y su visualización 3D fácil de entender para la simulación del flujo de materiales [7]. Finalmente como cuarta herramienta se usó el SRM, donde se realizó una simulación usando gen Stellae-123, es un simulador pronóstico valioso para los pacientes con LMA y el reentrenamiento del modelo puede mejorar la precisión y la aplicabilidad del modelo en diferentes poblaciones [8].

En este contexto, la implementación de metodologías como Total Quality Management (TQM), Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), Supplier Relationship Management (SRM) y Systematic Layout Planning (SLP) se presenta como una estrategia integral para mejorar diversos aspectos de la cadena de valor en la empresa de calzado. Implementar TQM en la empresa zapatera permitirá reducir defectos en la producción, mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la competitividad en el mercado. Implementar OWAS contribuirá a crear un entorno de trabajo más seguro y saludable. La gestión eficaz de las relaciones con los proveedores es crucial para asegurar el suministro continuo y de alta calidad de materias primas necesarias para la fabricación de calzado. La implementación del SRM es una estrategia que optimiza la colaboración y comunicación con los proveedores, lo cual es fundamental para gestionar costos, calidad y tiempos de entrega. El SLP es un método sistemático que ayudará a planificar y mejorar el Layout de la planta, maximizando el uso del espacio y facilitando el flujo de materiales y productos. Implementar SLP en la empresa zapatera permitirá optimizar la distribución del espacio y mejorar la eficiencia operativa.

Según los problemas encontrados, se puede precisar que la empresa está generando pérdidas económicas y tienen problemas para poder producir el calzado de manera más efectiva y segura, por lo cual es importante poder implementar las herramientas de ingeniería de manera estratégica para poder contrarrestar los problemas y disminuir las pérdidas.

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

### A. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño de tipo investigación preexperimental, debido a que se ha diseñado en base a la medición de la variable dependiente en un pre - test y un post - test; es decir, se analizó la situación de los costos operativos de la empresa CALZADOS ROSALIA FULL MODA de acuerdo a un diagnóstico inicial y además se estableció la medida en que estos se minimizaron luego de haber ejecutado la variable independiente que fue la implementación simulada de las alternativas de herramientas seleccionadas.

Con el objetivo de determinar en qué porcentaje se reducen los sobrecostos mediante la implementación de un plan de Lean Manufacturing en la empresa de Calzado Rosalía Full Moda S.A.

El diseño de la investigación se presenta de la siguiente manera en la ecuación 1.

$$G: O1 \rightarrow X \rightarrow O2 \quad (1)$$

Donde:

G: Empresa CALZADOS ROSALIA FULL MODA

O1 = Costos operativos antes de la implementación del Plan de Lean Manufacturing

O2 = Costos operativos después de la implementación del Plan de Lean Manufacturing

X = Plan de Lean Manufacturing

### B. Alternativas de solución

Luego de analizar y encontrar los costos de los problemas que tiene la empresa, se presentan las propuestas de solución para poder reducir los costos en la empresa, las propuestas de solución se agruparían por alternativas y estas están compuestas por distintas herramientas y métodos de ingeniería industrial.

TABLA I

N°	Herramientas
Alternativa A	TQM (Total Quality Management)
	OWAS (Ovako Working posture Analysis System)
	Método Planificación sistemática de distribución (SLP) Metodología SRM
Alternativa B	KANBAN
	IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos)
	Distribución de instalaciones de áreas desiguales y dimensiones fijas (UA-FLP)
	AMFE (Análisis modal de fallos y efectos)

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

### C. Restricciones realistas

Para llevar a cabo la elección adecuada de la herramienta a implementar se debe considerar algunas limitaciones o condiciones que presenta la empresa, tal como se visualiza en la Tabla II.

TABLA II  
RESTRICCIONES REALISTAS

Restricciones Realistas	Descripción
Costo	La empresa de calzado cuenta con un monto de inversión de para la implementación de alguna mejora.
Tiempo	La empresa de calzado cuenta con un plazo de la herramienta de mejora.
Alcance	La empresa de calzado cuenta con una proyección de mejora estable a largo plazo.
Efectividad	La empresa de calzado espera que la mejora diseñada brinde la seguridad de mejora y sea efectiva.
Equipo	La empresa de calzado no contempla la compra de equipos nuevos ni el remplazo de los ya existentes.
Riego	La empresa de calzado no contemplará implementaciones de proyectos que requieran de un costo adicionales elevados o que produzca pérdidas

	de implementos o maquinarias durante su desarrollo.
<b>Ambiente</b>	La empresa de calzado considera prácticas y políticas implementadas para minimizar el impacto ambiental de sus operaciones.

A continuación, se muestran tablas de comparación de las alternativas propuestas, para cada problema identificado, según sus costos de inversión y las decisiones finales según las restricciones establecidas en la Tabla II.

### Productos defectuosos, metros de cuero mermado y productos reprocesados.

TABLA III  
COSTOS DE INVERSIÓN TQM Y KANBAN

Alternativa	TQM	KANBAN
Descripción	Costo	Costo
2 elaboradores	S/ 200,00	S/ 250,00
Preparación de plantillas y ejecución del estudio	S/ 200,00	S/ 200,00
Evaluación y análisis del estudio	S/ 200,00	S/ 150,00
Elaboración del manual de procesos	S/ 200,00	S/ 200,00
Capacitación en manual de procesos	S/ 200,00	S/ 100,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1 250,00</b>	<b>S/ 1 100,00</b>

TQM y KANBAN son enfoques diferentes para mejorar la calidad y eficiencia. TQM se enfoca en la calidad en cada etapa del proceso mediante la estandarización, mientras KANBAN busca la mejora continua en procesos específicos. Ambos cumplen normativas ambientales y son elegibles para implementación, pero la capacidad de TQM para involucrar a toda la organización lo hace la opción preferida, por ello es necesario comparar costos y tiempo de implementación con un presupuesto máximo de S/ 1 300.

### Pérdidas en la empresa a causa de las enfermedades y accidentes ocupacionales

TABLA IV  
COSTO DE INVERSIÓN IPERC Y OWAS

Alternativa	OWAS	IPERC
Descripción	Costo	Costo
Un elaborador	S/ 140,00	S/ 150,00
Preparación de plantillas y ejecución	S/ 150,00	S/ 180,00
Evaluación y análisis de la empresa	S/ 110,00	S/ 100,00
Cálculo de costos	S/ 100,00	S/ 100,00
Diseño de indicadores	S/ 100,00	S/ 120,00
Capacitación de la aplicación	S/ 130,00	S/ 100,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 730,00</b>	<b>S/ 750,00</b>

IPERC y OWAS son herramientas diagnósticas diferentes para identificar y prevenir riesgos laborales. IPERC se enfoca en controlar peligros durante las actividades para prevenir lesiones y enfermedades, mientras que OWAS evalúa posturas en el trabajo para mejorar la ergonomía. El presupuesto para este problema es de S/. 900. OWAS presenta bajo riesgo de costos elevados al reducir gastos por enfermedades y accidentes laborales. Ambas cumplen normativas ambientales, pero

OWAS ofrece beneficios adicionales en sostenibilidad al optimizar la interacción de los trabajadores con su entorno laboral, sin comprometer las prácticas sostenibles de la empresa.

### Ineficiente distribución de taller de confección

TABLA V  
COSTO DE INVERSIÓN SLP Y UA-FLP

Alternativa	SLP	UA-FLP
Descripción	Costo	Costo
1 estudiantes curso CAPSTONE	S/ 400,00	S/ 500,00
Identificación de problema de localización de áreas	S/ 200,00	
Identificación de áreas desiguales y de dimensiones fijas de acuerdo con procesos de confección		S/ 350,00
Organización y planteamiento de áreas de trabajo de confección	S/ 350,00	
Relación de cercanías de áreas de trabajo de confección		S/ 600,00
Instalación detallada de equipos en cada área	S/ 450,00	
Acomodamiento espacial de acuerdo con métodos espiral o abanico		S/ 450,00
Referencia de instancias de áreas de trabajo adecuadas		S/ 600,00
Capacitación de la aplicación de SLP	S/ 150,00	S/ 300,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/1 550,00</b>	<b>S/ 2 300,00</b>

El enfoque de Planificación Sistemática de Distribución (SLP) y Distribución de Instalaciones de Áreas Desiguales y Dimensiones Fijas (UA-FLP) varía en cuanto al alcance temporal y costo. SLP es aplicable a corto plazo, mientras que UA-FLP se extiende a largo plazo. Ambas herramientas son efectivas para todo el personal del taller y se enfocan en mejorar la eficiencia operativa sin necesidad de equipos costosos. La implementación de SLP toma una semana, mientras que UA-FLP requiere tres semanas. SLP tiene un costo de S/ 1 550, dentro del presupuesto establecido de S/ 1 600, lo que lo hace más viable económicamente que UA-FLP, que cuesta S/ 2 300.

### Incumplimiento de pedidos

TABLA VI  
COSTO DE INVERSIÓN SRM Y AMFE

Alternativa	SRM	AMFE
Descripción	Costo	Costo
Un estudiante curso CAPSTONE	S/ 400,00	S/ 400,00
Identificación de problema de abastecimiento de materia prima	S/ 50,00	S/ 50,00
Evaluación de diferentes proveedores por criterios SRM	S/ 150,00	S/ 250,00
Selección y contrato de proveedor	S/ 400,00	S/ 400,00
Evaluar el cumplimiento	S/ 100,00	S/ 100,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/1 100,00</b>	<b>S/ 1 200,00</b>

SRM (Gestión de Relaciones con Proveedores) y AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) son dos enfoques para optimizar la producción, aunque desde perspectivas diferentes.

SRM se enfoca en mejorar la colaboración con proveedores para reducir incumplimientos de pedidos, con un costo de S/ 1,100. Por otro lado, AMFE identifica posibles errores y sus efectos, priorizando riesgos y dedicando recursos a la prevención, con un costo de S/ 1,200. SRM tarda un mes en implementarse, mientras que AMFE solo 25 días. Ambos enfoques son apropiados para proyectos a mediano plazo, sin necesidad de comprar equipos adicionales. SRM destaca al mejorar relaciones y prevenir incumplimientos desde la cadena de suministro.

Se optó por la alternativa A por cumplir con las restricciones de la empresa, ser eficiente, requerir menos inversión y contar con mayor alcance y recursos humanos. Luego, se elabora un cronograma detallando tiempos, actividades, costos y responsables de su ejecución.

LOGO DE LA EMPRESA		CRONOGRAMA INICIAL - TQM					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	MONTO	FECHA DE INICIO	DIAS	FECHA FIN	
1	Recursos humanos	Realizar análisis completo de calidad	S/ 400,00	01/06/2024	2	03/06/2024	
2	Director de operaciones	Diseñar programa de capacitación	S/ 400,00	03/06/2024	4	07/06/2024	
3	Equipo de control de la calidad	Implementar programa de capacitación	S/ 300,00	07/06/2024	5	12/06/2024	
4	Equipo de control de la calidad	Evaluación y seguimiento de cumplimiento	S/ 150,00	12/06/2024	6	18/06/2024	

LOGO DE LA EMPRESA		CRONOGRAMA INICIAL - OWAS					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	MONTO	FECHA DE INICIO	DIAS	FECHA FIN	
1	Ingeniero industrial a cargo	Observar, registrar y clasificar posturas inadecuadas	S/ 220,00	01/06/2024	2	03/06/2024	
2	Ingeniero industrial a cargo	Desarrollar medidas correctivas	S/ 250,00	03/06/2024	2	05/06/2024	
3	Ingeniero industrial a cargo	Capacitar al personal en ergonomía	S/ 110,00	05/06/2024	5	10/06/2024	
4	Ingeniero industrial a cargo	Realizar seguimiento a cumplimiento	S/ 150,00	10/06/2024	4	14/06/2024	

LOGO DE LA EMPRESA		CRONOGRAMA - SLP					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	MONTO	FECHA DE INICIO	DIAS	FECHA FIN	
1	Director de operaciones	Analizar distribución actual de planta	S/ 350,00	01/06/2024	3	04/06/2024	
2	Director de operaciones	Diseñar distribución de planta mejorada	S/ 350,00	03/06/2024	3	06/06/2024	
3	Ingeniero de proceso	Simular nueva distribución de planta	S/ 450,00	07/06/2024	6	13/06/2024	
4	Análisis de simulación	Simular resultados de mejora	S/ 400,00	13/06/2024	5	18/06/2024	

LOGO DE LA EMPRESA		CRONOGRAMA - SRM					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	MONTO	FECHA DE INICIO	DIAS	FECHA FIN	
1	Director de operaciones	Análisis de ambiente de trabajo	S/ 350,00	01/06/2024	1	02/06/2024	
2	Director de operaciones	Diseño de programa de capacitaciones	S/ 150,00	03/06/2024	2	05/06/2024	
3	Ingeniero de proceso	Capacitación e implementación del programa	S/ 350,00	07/06/2024	5	12/06/2024	
4	Análisis de simulación	Evaluación y seguimiento de cumplimiento	S/ 250,00	12/06/2024	4	16/06/2024	

Figura 1 Cronograma de implementación de herramientas de mejora.

#### D. Estándares de ingeniería

Las operaciones estándar son fundamentales en CALZADOS ROSALIA FULL MODA para garantizar procesos claros y precisos en la producción. Estos estándares, considerados una norma básica, deben abarcar tanto el producto final como los procesos de fabricación de manera integral, siendo esencial que los operadores respeten estas normas para mejorar la eficiencia y calidad de la empresa. La presencia de estándares indica el compromiso con la excelencia en la empresa.

La normativa ISO 45001, proporciona un marco para que las organizaciones evalúen los riesgos y oportunidades de seguridad, monitoreen y revisen sus operaciones y promuevan un ambiente de trabajo más seguro para reducir los accidentes y mejorar la protección de los trabajadores.

La normativa ISO 9001, se basa en procesos e implica ver a toda la organización como un conjunto de procesos interrelacionados diseñados para mejorar la eficiencia y eficacia organizacional y centrarse en la satisfacción del cliente identificando y satisfaciendo sus necesidades y expectativas.

La normativa ISO 14001, se basa en el ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), este enfoque permite a las organizaciones establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente sus sistemas de gestión ambiental, asegurando que se identifiquen los impactos ambientales y contribuyendo a la sostenibilidad de sus operaciones.

La normativa ISO 28000, su enfoque principal está en la identificación y evaluación de riesgos de la cadena de suministro, lo que proporciona la base para la mejora continua, el estándar está diseñado para garantizar que todas las partes involucradas en el proceso comprendan y desarrollen estrategias para gestionar eficazmente los riesgos de seguridad.

TABLA VII  
ESTÁNDARES DE INGENIERÍA VS HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN

Diseño Alternativa	Estándares de la Ingeniería			
Herramienta	ISO 9001- Sistema de Gestión de Calidad	ISO 45001- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo	ISO 14001- Sistema de Gestión Ambiental	ISO 28000- Gestión de Seguridad de Cadena de Suministro
OWAS		X		
TQM	X		X	
SLP	X		X	
SRM	X			X

Posterior a la determinación de la relación de los estándares de ingeniería con las herramientas de solución, se procede a determinar las modificaciones que se generarán en dichas herramientas con una integración en normativa internacional.

A continuación, se describen los cambios aplicados en cada herramienta:

OWAS – ISO 45001: Se plantea crear una política ergonómica integral junto con el estándar de ingeniería seleccionado, que abarque la elaboración de manuales detallados sobre las posturas correctas para los trabajadores en las distintas áreas de producción. Además, se implementarán capacitaciones exhaustivas en seguridad y salud ocupacional, con el objetivo de promover las mejores prácticas laborales y reducir el riesgo de lesiones.

TQM - ISO 9001 e ISO 14001: se implementa un diseño centrado en adoptar una política de control de residuos según las normas ISO, con la creación de manuales y capacitaciones exhaustivas para todos los empleados. Este proceso asegura que cada aspecto del control de residuos cumpla con estándares internacionales, fomentando la conciencia ambiental y mejorando las prácticas operativas. Se establece un sistema de indicadores para garantizar el cumplimiento de políticas y procedimientos, promoviendo la mejora continua de la calidad en la empresa.

SLP – ISO 9001 e ISO 14001: El diseño implementado inició con un estudio detallado de toda la planta, evaluando cada área de trabajo en profundidad. Se crearon documentos

detallados siguiendo estándares de ingeniería, que ofrecieron un análisis minucioso de la distribución actual y áreas de mejora. Se propusieron varias opciones de distribución, cada una diseñada para optimizar la eficiencia operativa y mejorar el rendimiento general de la planta. Estos diseños se enfocaron en mejorar el flujo de trabajo, reducir los tiempos de traslado y asegurar una ubicación estratégica para maximizar la productividad en cada área de la planta.

SRM – ISO 9001 e ISO 28000: Según los estándares de ingeniería seleccionados, se buscó realizar pronósticos de demanda detallados y, siguiendo un manual, identificar los posibles riesgos de incumplimiento. Posteriormente, se seleccionó a los proveedores más confiables para garantizar el suministro del material necesario para la elaboración del calzado, asegurando así la continuidad y calidad de la producción.

### E. Formulación y Cálculo de indicadores

Para la formulación y cálculos de los indicadores se realizó teniendo en cuenta:

Indicador OWAS: Este indicador evalúa el porcentaje de enfermedades musculoesqueléticas que se genera durante tras el cumplimiento de procesos por malas posturas con respecto al total de enfermedades que presentan.

$$\frac{\#enfermedades\ musculoesqueléticas}{\#enfermedades\ registradas} * 100 \quad (2)$$

Indicador TQM: Producto defectuoso: Mide el porcentaje que se desperdicia o se pierde por defectos presentados, con respecto al total de zapatos fabricados.

$$\frac{\#Prod.\ defectuoso}{\#Producción\ total} * 100 \quad (3)$$

Producto reprocesado: Mide el porcentaje de zapatos que pasan a reproceso sobre la totalidad de producción total.

$$\frac{\#Prod.\ reprocesado}{\#Producción\ total} * 100 \quad (4)$$

Metros de cuero mermado: Mide el porcentaje de cuero sintético mermado durante el proceso de fabricación con respecto al total de cuero sintético de entrada.

$$\frac{m.\ de\ cuero\ sintético\ mermado}{m.\ de\ cuero\ sintético\ de\ entrada} * 100 \quad (5)$$

Indicador SLP: Mide el porcentaje del tiempo que se desperdicia por movimientos que no generan aporte a la producción también conocido como tiempo muerto, con respecto a la totalidad de horas laborables al mes.

$$\frac{Tiempo\ improductivo}{tiempo\ de\ jornada} * 100 \quad (6)$$

Indicador SRM: Mide el porcentaje de los pedidos que no se logran cumplir con respecto al total de pedidos que se receptionan.

$$\frac{\#Pedidos\ desatendidos}{\#Total\ de\ pedidos} * 100 \quad (7)$$

A continuación, se presentará el desarrollo de los indicadores teniendo en cuenta los datos de costos:

TABLA VIII  
RESUMEN DE CÁLCULO Y COSTEO DE INDICADORES

Problema	Nombre del Indicador	Cálculo de indicador	Costo de pérdida
Enfermedades musculoesqueléticas	% de enfermedades musculoesqueléticas	71%	S/ 874,95
Producto defectuoso	% de producto defectuoso	9%	S/ 1 117,80
Producto reprocesado	% de producto reprocesado	13%	S/ 448,50
metros de Cuero Mermado	% de m. de cuero mermado	25%	S/ 450,00
Diseño inadecuado de planta	%Tiempo improductivo	45%	S/ 6 300,00
Incumplimiento de pedidos	% Pedidos desatendidos	46%	S/ 10 557,00
Total			S/ 19 748,25

### III. RESULTADOS

Posteriormente a la modificación de cada una de las herramientas de mejora con estándares de ingeniería y haber realizado el cálculo de los indicadores para cada una de las problemáticas anteriormente detalladas, se procede a seleccionar los softwares de simulación que ayudarán a tener una visión futura de mejora posterior a la implementación de cada uno de las herramientas de mejora. Para ello es necesario tener en cuenta la importancia de la elección de cada uno de ellos, tal como se detalla en la Tabla IX.

TABLA IX  
SELECCIÓN DE SIMULADORES

Software	Descripción
PROMODEL	Software de simulación de eventos discretos para diseño y mejora de sistemas en fabricación y logística. Permite análisis y optimización con visualización mediante animaciones.
ERGONIZA	Es un software que ayuda a gestionar la ergonomía en los lugares de trabajo de la empresa, integra más de 20 herramientas que te permiten evaluar tu lugar de trabajo para descubrir factores de riesgo ergonómicos.
TECNOMATIX	Software que facilita el diseño, simulación y optimización de fábricas y líneas de producción en 3D. Ayuda a las empresas a modelar procesos y simular eventos para mejorar la eficiencia de las instalaciones.
STELLA	Herramienta de modelado que mejora la eficiencia de la cadena de suministro al permitir crear simulaciones útiles para decisiones de gestión de inventario en producción y logística.

Posteriormente se realiza la simulación en cada uno de los softwares considerando las mejoras propuestas.

Para la ejecución del simulador Ergoniza se tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Se realiza el registro de datos generales de la empresa, trabajador y evaluador.



Figura 2 Registro de datos

2. Se realiza una introducción de la información del trabajo y área donde se realizará la evaluación.



Figura 3 Información de la evaluación

3. Se adjuntan imágenes de la evaluación y capturas de video con su respectiva descripción.

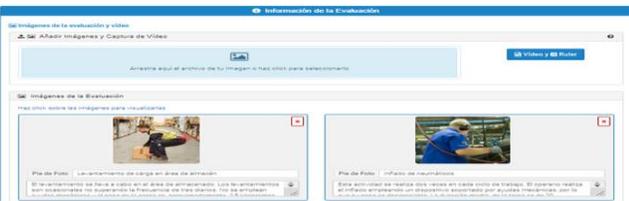


Figura 4 Imágenes y capturas de posturas

4. Se registran las posturas en 4 fases, espalda, brazos, piernas y carga.



Figura 5 Datos de las observaciones

5. En resultados está la interpretación de datos se tienen 4 niveles: Nivel de riesgo 1, nivel de riesgo 2, nivel de riesgo 3 y nivel de riesgo 4.



Figura 6 Resultados por nivel de riesgo.

6. Se genera las conclusiones de la evaluación con las recomendaciones respectivas.

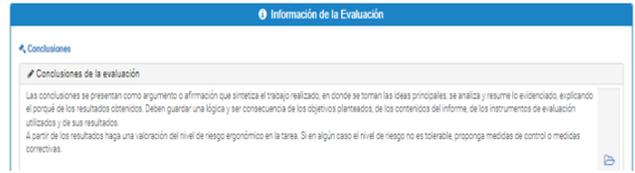


Figura 7 Conclusiones emitidas por el simulador.

Para la ejecución del simulador Promodel, se tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Como primer paso se realiza el registro de, locaciones, recepción de materia prima, corte y moldeado, perfilado, alistado, armado, insécción, empaque, almacén.

Nombre	Members	Cap.	Unidades	Titr.	Estadísticas	Reglas...
RECEPCION_MP	1000	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
CORTE_Y_MOLDEADO	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
MP_PERFILADO_1	MP_PERFILADO	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo, Primera
MP_PERFILADO_2	MP_PERFILADO	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ARMADO	MP_ARMADO	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo, Primera
INSPECCION	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
EMPAQUE	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_1	MP_ARMADO	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_2	MP_ARMADO	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_3	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_4	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_5	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_6	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_7	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_8	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_9	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_10	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_11	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_12	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_13	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_14	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_15	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_16	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_17	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_18	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_19	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo
ALISTADO_20	10	1	1	Holganga	Serie de tiempo	Más tiempo

Figura 8 Registro de locaciones.

2. Se registran las entidades como, cuero, pieza, despacho, caja, cuero mermado, zapatos defectuosos, zapato reprocesado y producto terminado.

Nombre	Members	Unidad (cm)	Estadísticas
CUERO	100	100	Serie de tiempo
PIEZA	100	100	Serie de tiempo
DESCHACO	100	100	Serie de tiempo
CAJA	100	100	Serie de tiempo
CUERO_MERMADO	100	100	Serie de tiempo
ZAPATO_DEF	100	100	Serie de tiempo
ZAPATO_REP	100	100	Serie de tiempo
P_TERMINADO	100	100	Serie de tiempo

Figura 9 Registro de entidades.

3. Luego se realiza el registro de las variables, pedido, producto en proceso, merma, producto defectuoso, producto reprocesado y producto terminado.

Nombre	ID	Tipo	Valor Inicial
PEDIDO		Integer	0
P_PROCESO		Integer	0
MERMA		Integer	0
P_DEF		Integer	0
P_REP		Integer	0
P_TERM		Integer	0

Figura 10 Registro de variables.

4. Se ingresan los arribos y a qué locación ingresan, siendo estos, cuero y cajas.

Entidad	Localización	Con. por Arribo	Primera Vec...	Discrepancia	Frecuencia
CUERO	RECEPCION_MP	1	0	inf	1
CAJA	OSLA_CAJAS	10	0	inf	1

Figura 11 Registro de arribos.

- Por último, se realiza el procesamiento detallando a qué locación ingresan las entidades y qué tiempo es necesario para cada ruta.



Figura 12 Procesamiento y enrutado.

- Para realizar una corrida con diferentes resultados se configura escenarios.

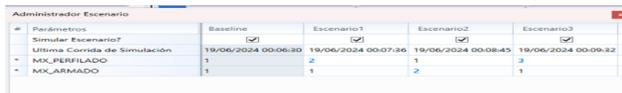


Figura 13 Administración de escenarios.

- Posteriormente al registro completado se realiza la corrida de la simulación

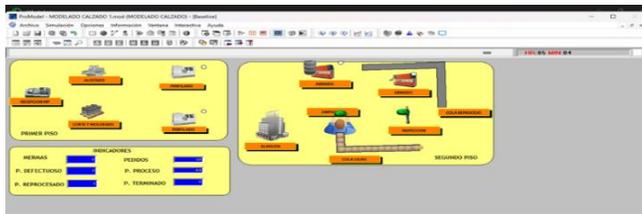


Figura 14 Corrida de la simulación.

- Finalmente se emiten los resultados de la corrida.



Figura 15 Resultados de las líneas de producción.

Para la ejecución del simulador Tecnomatix se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- Se configuran los servidores o locaciones para que la simulación contenga información más cercana a un resultado más realista.



Figura 16 Datos de la perfiladora.



Figura 17 Datos de la remalladora

- Se implementa esto para poder llegar a un porcentaje inproductivo más realista.

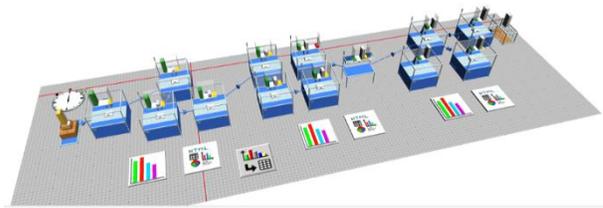


Figura 18 Lay out Tecnomatix

- Finalmente se generan los resultados, visualizando una producción más continua, con menos paradas o tiempos inproductivos.

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
Andamio para Hormacero	98.15%	0.00%	0.00%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Mesadepoyo	89.23%	0.00%	8.92%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Cuchilladecorte	80.31%	0.00%	17.85%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Mesadecorte	71.39%	0.00%	26.77%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Figura 19 Resultados de actividad

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
Mesa	27.84%	0.00%	72.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Horno1	8.84%	0.00%	91.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Horno2	8.84%	0.00%	89.83%	1.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Almacenamiento	1.33%	0.00%	98.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Figura 20 Resultados de productividad en %.

- Finalmente se muestran los resultados de la inproductividad.

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
Dobladoradetras	61.85%	0.00%	35.34%	2.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Perfiladora	53.02%	0.00%	44.18%	2.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Mesaesmeril	44.18%	0.00%	53.02%	2.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Remalladora	34.93%	0.00%	55.15%	0.00%	0.00%	9.92%	0.00%	0.00%	0.00%	

Figura 21 Resultados de horas muertas o tiempos inproductivos.

Finalmente para la ejecución del simulador Stella se tiene en cuenta los siguientes pasos:

- Se registran los convertir, Flow y stock, tal como se puede visualizar a continuación:

TABLA X  
REGISTROS INGRESADOS A SISTEMA

Convertir	Flow	Stock
Pedidos	Producción	Existencias
Pronóstico de demanda	Entrega	
Producción deseada		
Tiempo para pronosticar		
Existencias deseadas		
Cobertura deseada de existencias		
Corrector de existencias		
Tiempo para corregir		
Nuevos Pedidos		

- Finalmente se une las locaciones y recursos con las cantidades y funciones correspondientes, insertando una gráfica para visualizar los resultados de la simulación.

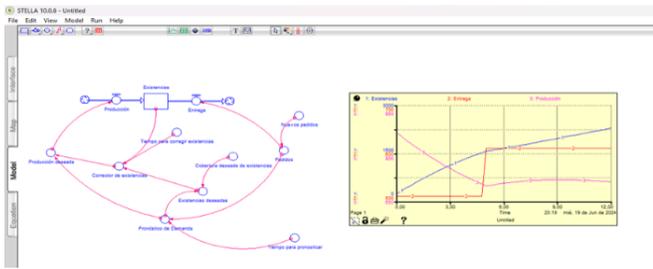


Figura 22 Simulación Stella.

Teniendo en cuenta los resultados de las simulaciones considerando las herramientas de mejora con base en estándares de ingeniería, se realiza un nuevo cálculo de indicadores.

TABLA XI  
CÁLCULO DE INDICADORES POSTERIOR A LA SIMULACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

Problema	Nombre del Indicador	Cálculo de indicador	Costo de pérdida
Enfermedades musculoesqueléticas	% de enfermedades musculoesqueléticas	29%	S/ 355,20
Producto defectuoso	% de producto defectuoso	4%	S/ 450,00
Producto reprocesado	% de producto reprocesado	3%	S/ 103,50
metros de Cuero Mermado	% de m. de cuero mermado	3%	S/ 54,00
Diseño inadecuado de planta	%Tiempo improductivo	33%	S/ 4 620,20
Incumplimiento de pedidos	% Pedidos desatendidos	6%	S/ 1 377,00
<b>Total</b>			<b>S/ 6 959,90</b>

A continuación, se presenta una tabla resumen de las pérdidas antes y después de la simulación de implementación, así como la variación de pérdida.

TABLA XII  
RESUMEN DE CÁLCULO DE INDICADORES Y VARIACIÓN DE MEJORA

Herramienta	Pérdida inicial	Pérdida final	Beneficio	Varianza
OWAS	S/ 874,95	S/ 355,20	S/ 519,75	-59%
TQM	S/ 2 016,30	S/ 607,50	S/ 1 408,80	-70%
SLP	S/ 6 300,00	S/ 4 620,20	S/ 1 679,80	-27%
SRM	S/ 10 557,00	S/ 1 377,00	S/ 9 180,00	-87%
Total	S/ 19 748,25	S/ 6 959,90	S/ 12 788,35	-65%

Tal como se puede visualizar en la Tabla XII, cada herramienta tuvo un impacto positivo con respecto a la reducción de costos esperada, teniendo un beneficio de S/12 788,35 con una variación del 65%

Por último, teniendo en cuenta los resultados positivos de la simulación y la reducción de pérdidas obtenidas como parte del beneficio de la implementación de las herramientas de mejora, se procede a realizar la evaluación económica correspondiente a la implementación para validar que además

de ser eficaz, es rentable a largo plazo la posible inversión en el proyecto.

TABLA XIII  
EVALUACIÓN ECONÓMICA

AÑOS	0	1	2	3	4	5
<b>EGRESOS</b>						
Materiales y suministros	S/ 14 000	S/ 0,00	S/ 12 000,00	S/ 0,00	S/ 12 000,00	S/ 0,00
Capacitaciones	S/ 2 000,00	S/ 2 000,00	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000
Gastos administrativos	S/ 3 970	S/ 0				
Costos operativos adicionales	S/ 1 600					
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>S/ 21 570</b>	<b>S/ 3 600</b>	<b>S/ 15 600</b>	<b>S/ 3 600</b>	<b>S/ 15 600</b>	<b>S/ 3 600</b>
<b>INGRESOS</b>						
Beneficios OWAS	S/. 0	S/ 6 237				
Beneficios TQM	S/. 0	S/ 16 906				
Beneficios SLP	S/. 0	S/ 20 158				
Beneficios SRM	S/. 0	S/ 110 160				
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>S/ -</b>	<b>S/ 153 460,20</b>				
<b>FLUJO ANUAL DE CAJA</b>						
	<b>-S/ 21 570,00</b>	<b>S/ 149 860,20</b>	<b>S/ 137 860,20</b>	<b>S/ 149 860,20</b>	<b>S/ 137 860,20</b>	<b>S/ 149 860,20</b>
<b>TEA</b>						
	20,33%					
<b>Saldo Actualizado</b>	<b>-S/ 21 570</b>	S/ 124 541	S/ 95 212	S/ 86 013	S/ 65 757	S/ 59 404
<b>Saldo actualizado acumulado</b>	<b>-S/ 21 570</b>	S/ 102 971	S/ 198 183	S/ 284 196	S/ 349 953	S/ 409 357

La Financiera Compartamos justifica una tasa anual efectiva del 20,33% [18] para la empresa de calzado, buscando brindar financiamiento accesible, competitivo y sin requerir documentación adicional, compensando el perfil de riesgo y cubriendo costos operativos.

TABLA XIV  
INDICADORES DE RENTABILIDAD

VNA	S/ 430 927,30
	S/ 430 927,30
VAN	S/ 409 357,30
TIR	688%
PRI	-0,32
B/C	19,98
B/C	19,98

#### IV. DISCUSIONES

En la planta de producción, en el presente caso se registró un promedio inicial de 7 enfermedades en el año 2023 en el cual se dividió en, 5 musculoesqueléticas, 1 respiratoria y 1 visual, con ello la empresa tuvo una pérdida al año de S/ 1,224.93 y con la implementación del método OWAS se logró a reducir a S/ 758.29.

Con respecto a los productos defectuosos se generaba una pérdida al año de S/ 1,305 y con la implementación de este método se logró reducir a S/1,250; con una diferencia notable de costos, siendo parte vital el compromiso de todos los integrantes de la empresa.

La integración de SLP junto con la estrategia de Lean Manufacturing en la planta de producción ha resultado

altamente efectiva, evidenciando una reducción notable del 11.88% en los tiempos improductivos, disminuyendo significativamente del 44.88% inicial al 33.07%, también se generó un sistema de beneficio para la empresa de S/.1653.28. Este logro es comparable con los resultados reportados en estudios previos, donde las reducciones de tiempos improductivos se situaban en un rango del 30%. Este enfoque ha generado no solo una mejora cuantificable en los indicadores de rendimiento operativo, sino también un impacto positivo en la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

El uso de SRM redujo pérdidas anuales por retrasos en entrega de materia prima de S/3,455 a S/1,250, esta mejora beneficia a la empresa y a otras que implementan SRM para gestionar proveedores.

## V. CONCLUSIÓN

Gracias a las diferentes herramientas de diagnóstico se logró tener una visión general de los problemas que causan sobrecostos altos.

El diagnóstico y análisis detallado de los problemas en la empresa de calzado reveló que las principales fuentes de sobrecostos estaban relacionadas con el desperdicio de materiales, los tiempos de espera, los tiempos improductivos y problemas de seguridad.

Los sobrecostos iniciales detectados en el diagnóstico son de S/19 748,30 nuevos soles, una pérdida para la empresa de calzado. Se reducirán con un plan de mejora, el diseño de Lean Manufacturing permitió a Rosalía Full Moda S.A. adaptarse, hacer ajustes en tiempo real y maximizar beneficios. Las simulaciones confirmaron la viabilidad y eficacia de las estrategias Lean, resultando en mejora operativa y reducción de costos.

La implementación de estas estrategias dentro del marco de Lean Manufacturing resultó en una mejora significativa de la eficiencia operativa de Rosalía Full Moda S.A. Los principales beneficios incluyeron, reducción de costos, aumento de la productividad, mejora de seguridad y optimización de espacios. Se logró una disminución del 65% en los sobrecostos, cumpliendo y superando la hipótesis planteada de una reducción entre el 10% y el 15%.

La evaluación económica del proyecto mediante los indicadores VAN (Valor Actual Neto) de S/. 409 357.30 y TIR (Tasa Interna de Retorno) demostró la viabilidad y rentabilidad de la implementación del plan de Lean Manufacturing. Se obtuvo un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento, indicando que el proyecto no solo es rentable sino también sostenible a largo plazo.

## REFERENCIAS

[1] Eguila, A; Flores, R; Miranda, M y Zarate, E (2015). Calidad en las pequeñas empresas de la industria del calzado en Lima metropolitana. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14318/EGUILA\\_FLORES\\_CALIDAD\\_CALZADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14318/EGUILA_FLORES_CALIDAD_CALZADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2] Mendoza, L. (2015). SRM, motor para el desarrollo de la cadena de valor Supplier relationship management – SRM gestión de relaciones con los proveedores.

<https://www.publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaaero/article/view/35/135>

[3] M. Maldonado, A. Realyvásques, J. Hernández y J. García (2015). Ergonomic assessment for the task of repairing computers in a manufacturing company: A case study. Recuperado de: <https://scopus.bibliotecaupn.elogim.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84946236846&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=beef88f382f9ffcd1c4b4c317ccad8e5&sot=b&sdt=b&s=AL.L%28software+AND+ergonautas+AND+owas%29&sl=33&sessionSearchId=beef88f382f9ffcd1c4b4c317ccad8e5&relpos=1>

[4] CITECCAL (2016) Listado de Normas Técnicas de Calzado. Disponible en: <http://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Listado-de-Normas-T%C3%A9cnicas-de-Calzado.pdf>

[5] ISOTOOLS (2018) ¿Cómo se encuentra formada la familia ISO 90001. Disponible en: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/08/como-se-encuentra-formada-la-familia-iso-9000/>

[6] ISOTools (2018) Familia ISO 45000. Disponible en: <https://www.isotools.us/2022/11/22/familia-de-normas-iso-45000-para-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

[7] Yadav. A & Jayswal.C, (2019) Evaluation of batching and layout on the performance of flexible manufacturing system. <https://webofscience.bibliotecaupn.elogim.com/wos/woscc/full-record/WOS:000463240400025>

[8] Pérez, A. (2020). Análisis de los riesgos y ergonomía en los trabajadores. Universidad Politécnica de Cataluña. <http://efaidnbmnnpbpcjpcglclefindmkaj/https://upcommons.upc.edu/bitstream/2099.1/19852/1/Trabajo+final+de+master-Franco+Ardila+Perez.pdf>

[9] C. Díaz y R. Álvarez. (2022) Técnicas Lean Manufacturing para incrementar la productividad y calidad en una empresa de confección de pantalones jean. Recuperados de: [file:///C:/Users/florm/Downloads/Lean-Manufacturing-techniques-to-increase-productivity-and-quality-in-a-clothing-company-jean-pantsProceedings-of-the-LACCEI-international-Multiconference-for-Engineering-Education-and-Technology%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/florm/Downloads/Lean-Manufacturing-techniques-to-increase-productivity-and-quality-in-a-clothing-company-jean-pantsProceedings-of-the-LACCEI-international-Multiconference-for-Engineering-Education-and-Technology%20(1).pdf)

[10] Saderova y L. Ambrisko. Simulation of operations on the production line as a tool for making the production process more efficient. (2023). Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/377011646\\_Simulation\\_of\\_operations\\_on\\_the\\_production\\_line\\_as\\_a\\_tool\\_for\\_making\\_the\\_production\\_process\\_more\\_efficient](https://www.researchgate.net/publication/377011646_Simulation_of_operations_on_the_production_line_as_a_tool_for_making_the_production_process_more_efficient)

[11] INACAL (2023) Listado de Normas Técnicas Peruanas. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3241618/1515837-normas-obligatorias-2024.pdf?v=1708466397>

[12] ISO (2023) Familia ISO 14000 Gestión ambiental. Disponible en: <https://www.iso.org/es/normas/mas-comunes/familia-iso-14000>

[13] Wang, Y, Orgueira, A, Lin, C, Yao, C, Lo, M, Tsai, C. (2024) De la fuente Burguera, A, Hou, H, Chou, W & Tien, H; Stella-123 gene expresion signatura improved risk stratification in taiwanese acute myeloid leukemia patients. Disponible en: <https://scopus.bibliotecaupn.elogim.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85193205361&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=76e4b9f913c4f50f93186434dc00a6e6&sot=b&sdt=b&s=TILE-ABS-KEY%28stella%29&sl=23&sessionSearchId=76e4b9f913c4f50f93186434dc00a6e6&relpos=1>

[14] Promodel(s.f.) Software de Simulación de Sistemas, Propósitos Generales y Arquitectura Abierta. Disponible en: <https://promodel.com.mx/promodel/>

[15] Ergonautas(s.f.) Software para la gestión de la Ergonomía de puestos de trabajo. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app/land/index.html>

[16] Avantek(s.f.) Tecnomatix Plant Simulation. Disponible en: <https://avantek.es/productos/tecnomatix/tecnomatix-plant-simulation/>

[17] Software Shop (2024) Stella Architect. Disponible en: <https://www.software-shop.com/producto/stella-architect>

Compartamos Financiera. Simulador de Créditos. Disponible en: <https://www.compartamos.com.pe/wcm/connect/4bc5e35f-35e1-4845-a4a4-f0a44f719c8f/Simulador-de-Creditos.xlsm?MOD=AJPERES>.