

Management model for a textile microenterprise to improve production by applying Lean Manufacturing, Methods Engineering, and Circular Economy.

Karina Ponce-Begazo, Mg¹, José Velásquez-Costa, Phd², Herbert Vilchez-Baca, Mg³
^{1,2,3}Universidad Continental, Perú, kponce@continental.edu.pe, jvelasquezc@continental.edu.pe,
hvilchez@continental.edu.pe.

Abstract— *The Peruvian textile sector has been characterized by its instability. Despite a slight increase in the number of companies over recent years, micro-enterprises continue to dominate the industry, representing the vast majority and being heavily concentrated in Lima. This challenging environment presents significant obstacles for micro-enterprises, which often face limited opportunities for growth and competitiveness. The objective of this article is to propose a management model based on Lean Manufacturing, Methods Engineering, and Circular Economy to improve the different stages of production. The methodological proposal consists of four stages: planning, implementation, standardization, and flow manufacturing. The circular economy is based on four criteria: supplier selection, product design optimization, production efficiency, and reuse of scraps and waste. The model is applied in a micro-enterprise in Arequipa dedicated to the production of alpaca fiber textiles. Before implementation, the company suffered economic losses, low efficiency, and high return rates. The results show significant improvements: defect reduction (from 15% to 2%), increased on-time deliveries (from 50% to 80%), and a profit margin improvement from -15% to 1%.*

Keywords— *Lean Manufacturing; Methods Engineering; Circular Economy; Heijunka.*

Modelo de gestión para una microempresa textil para mejorar la producción aplicando Lean Manufacturing, Ingeniería de Métodos y Economía circular.

Karina Ponce-Begazo, Mg¹, José Velásquez-Costa, Phd², Herbert Vilchez-Baca, Mg³

^{1,2,3}Universidad Continental, Perú, kponce@continental.edu.pe, jvelasquezc@continental.edu.pe, hvilchez@continental.edu.pe.

Resumen— El sector textil peruano se ha caracterizado por su inestabilidad. A pesar de un ligero incremento en el número de empresas en los últimos años, las microempresas continúan dominando la industria, representando la gran mayoría y estando fuertemente concentradas en Lima. Este entorno desafiante presenta obstáculos significativos para las microempresas, que a menudo enfrentan oportunidades limitadas de crecimiento y competitividad. El objetivo de este artículo es proponer un modelo de gestión basado en el Lean Manufacturing, Ingeniería de Métodos y Economía Circular para mejorar las distintas etapas de producción. La propuesta metodológica consta de cuatro etapas: planificación, implementación, estandarización y fabricación en flujo. La economía circular se basa en cuatro criterios: selección de proveedores, optimización de diseño de productos, eficiencia en producción y reutilización de mermas y desperdicios. El modelo se aplica en una microempresa de Arequipa dedicada a la producción de textiles de fibra de alpaca. Antes de la implementación, la empresa sufría pérdidas económicas, baja eficiencia y altos niveles de devoluciones. Los resultados muestran mejoras significativas: reducción de defectos (15% a 2%), aumento en entregas puntuales (50% a 80%) y un margen de utilidad que pasó de -15% a 1%.

Palabras clave—Lean Manufacturing; Ingeniería de Métodos; Economía circular; Heijunka.

I. INTRODUCCIÓN

El sector textil se ha caracterizado por un comportamiento inestable en los últimos años en Perú. Este rubro contribuye con el 6.9% al PBI manufacturero y con el 0.8% al PBI Nacional, según estadísticas del año 2023. Sin embargo, este mismo año, cayó un 18.1%, aportando un PBI de 4,780 millones de soles frente a los 5,838 millones del año 2022. Asimismo, entre los años 2019 y 2023, el cambio del PBI en la industria disminuyó a una tasa promedio anual del 3.3% [1].

Por otro lado, entre los años 2019 y 2023, el número de empresas dedicadas a la industria textil y de confección ha experimentado un crecimiento anual promedio del 0.3%. En este periodo, la cantidad de compañías pasó de 46,093 en 2018 a 46,693 en 2023. La gran mayoría corresponde a microempresas (95.4%), seguidas por pequeñas empresas (4.0%), mientras que las medianas (0.1%) y grandes compañías (0.4%) tienen una participación mínima. En cuanto a su localización, Lima concentra el 66% de empresas, consolidándose, en definitiva, como el principal

núcleo del sector. Otras regiones con una presencia destacada, aunque menor, incluyen Puno (4.6%), Arequipa (4.4%) y Junín (3.6%), mientras que el resto de las regiones presentan una participación inferior al 3.5% [1].

En cuanto al comercio exterior, entre 2019 y 2023, las exportaciones textiles crecieron a una tasa promedio anual del 2.7%, mientras que las importaciones aumentaron a un ritmo del 1.5% anual en el mismo periodo. Sin embargo, para el año 2023, el balance comercial presentó un déficit de 348 millones de dólares, resultado del incremento en las importaciones [1].

Entre enero y septiembre de 2024, Estados Unidos fue el principal mercado de exportación para la industria textil y de confección, concentrando el 52% del total de los envíos de estos productos. Las exportaciones hacia este país crecieron un 0.6% en comparación con el mismo periodo del año anterior. Asimismo, se registraron incrementos en los envíos hacia Colombia (+35.7%), China (+30.4%) y Brasil (+13.6%) [1].

En 2022, el 48.2% de las micro y pequeñas empresas (mypes) accedió al menos a un producto financiero formal, mientras que solo el 47% de estas empresas contó con al menos un producto financiero de ahorro. Para diciembre de ese mismo año, las mypes representaron el 14.1% del total de créditos otorgados con una cifra alarmante de 40.5% del total de deudores. En cuanto al número de deudores mypes, éste aumentó de 2.3 millones en diciembre de 2017 a 3 millones en diciembre de 2022 [2].

Se evidencian enormes retos y limitaciones del rubro siendo éstos principalmente:

- Reducción del aporte al PBI.
- Gran atomización del sector evidenciada por el alto número de microempresas.
- Centralización de actividades en la capital del país.
- Amenaza de importaciones.
- Alta dependencia de economías extranjeras.
- Dificultades para la obtención de financiamiento e incumplimiento de pagos.

La aplicación de herramientas de gestión que permitan optimizar los procesos de producción, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia en cada etapa, desde la compra de materia prima hasta la entrega del producto final, es una gran oportunidad para las compañías textiles, por lo que la

motivación de la presente investigación es establecer un modelo basado en la metodología Lean Manufacturing, la Ingeniería de Métodos y Economía Circular, que pueda contribuir en especial al desarrollo de las microempresas textiles peruanas, cuyos desafíos se acentúan aún más en un contexto retador como el actual.

Este artículo se organiza en cinco secciones. La primera corresponde a la introducción, mientras que la segunda aborda el estado del arte, donde se analizan aportes conceptuales relacionados con el contexto del problema y la propuesta de solución. La tercera sección se centra en la metodología propuesta, basada en el Lean Manufacturing, la Ingeniería de Métodos y Economía Circular. En la cuarta sección, se expone el proceso de validación en la mype objeto de estudio junto con los principales resultados. Finalmente, la quinta sección presenta las conclusiones del estudio.

II. ESTADO DEL ARTE

A. *Lean Manufacturing*

El Lean Manufacturing se define como un “proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor a un proceso, pero sí costo y trabajo” [3].

Desperdicios

Taichi Ohno, enumeró 7 tipos de desperdicio:

1. Transporte: Traslado innecesario de partes objeto de producción.
2. Inventario: Acumulación de productos en proceso a la espera de ser completados o productos terminados a la espera de ser despachados.
3. Movimiento: Desplazamiento innecesario de personal trabajando en el producto.
4. Demora: Espera innecesaria de personal para iniciar la siguiente actividad.
5. Sobre procesamiento: Elaboración del producto con pasos adicionales.
6. Sobre producción: Fabricación de productos que no son necesarios.
7. Defectos en los productos.

Se añade un octavo desperdicio de bienes y servicios que no cumplen con las necesidades del cliente y un noveno desperdicio de subutilización del personal [4].

Principios Lean

Los principios más comunes relacionados con la metodología Lean desde el enfoque de factor humano, forma de trabajo y cultura incluyen:

- a) Estar presentes en la planta y verificar los procesos directamente.
- b) Desarrollar líderes de equipo que adopten el sistema y lo transmitan a otros.

- c) Incorporar la cultura de "detener la línea" cuando sea necesario.
- d) Fomentar una organización que aprenda a través de la reflexión y la mejora continua.
- e) Involucrar a las personas para que sigan la filosofía de la empresa.
- f) Valorar y apoyar a proveedores y colaboradores, planteándoles desafíos para su desarrollo.
- g) Detectar y eliminar actividades y procesos innecesarios.
- h) Impulsar equipos y profesionales con habilidades multidisciplinarias.
- i) Distribuir la toma de decisiones en distintos niveles.
- j) Integrar funciones y sistemas de información para mayor eficiencia.
- k) Garantizar el compromiso total de la dirección con el modelo Lean [4].

Herramientas Lean

Resulta necesario mencionar las herramientas que facilitan la implementación del Lean Manufacturing:

- a) 5S: Técnica utilizada para mejorar las condiciones laborales dentro de la empresa mediante la clasificación, orden, limpieza, estandarización y sostenimiento en los lugares de trabajo.
- b) Single Minute Exchange of Die (SMED): Sistemas que se emplean para reducir los tiempos de preparación de las máquinas.
- c) Estandarización: Técnica que busca crear instrucciones escritas o gráficas que indiquen el mejor método para realizar las tareas.
- d) Mantenimiento Productivo Total (TPM): Conjunto de acciones orientadas a eliminar pérdidas causadas por tiempos de inactividad de las máquinas.
- e) Control visual: Conjunto de técnicas de control y comunicación visual diseñadas para facilitar que todos los empleados conozcan el estado del sistema y el progreso de las acciones de mejora [5].
- f) Value Stream Mapping (VSM): Utilizada para identificar y eliminar desperdicios (muda) en los procesos. Consiste en la creación de un diagrama del estado actual, un diagrama del estado futuro y un plan de acción para la implementación de mejoras [6].
- g) Kanban: Sistema de gestión visual representado mediante tarjetas, las cuales avanzan a través de distintas fases del proceso hasta su finalización. Se le conoce como un método de extracción, ya que permite arrastrar las tareas a lo largo del flujo de trabajo [7].
- h) Keep Performance Indicators (KPIs): Conocidos como indicadores clave de desempeño. Permiten obtener datos precisos y confiables sobre el desempeño de los procesos y el cumplimiento de los objetivos estratégicos establecidos a corto, mediano y largo plazo [8].

Casa Toyota

La estructura del sistema Lean se representa como una casa, donde el techo simboliza los objetivos clave: alcanzar la mejor calidad, minimizar costos y reducir el tiempo de entrega o Lead Time.

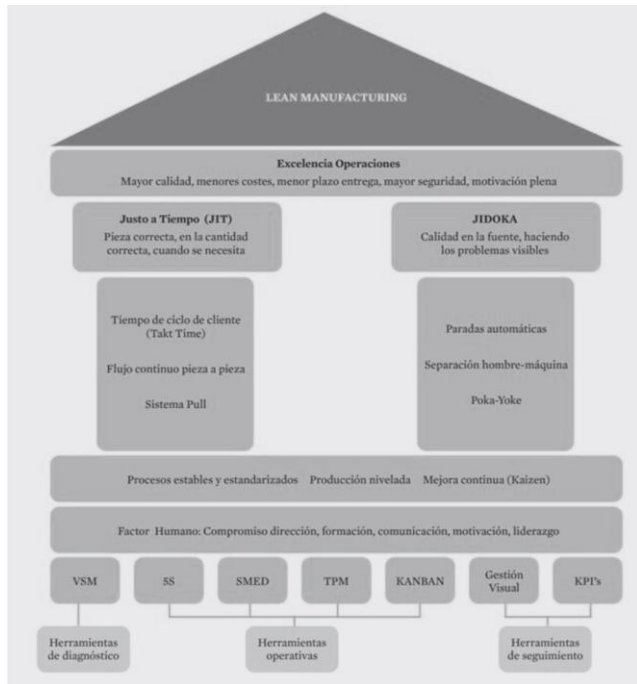


Fig. 1 Casa Toyota [4]

Esta estructura se sustenta en dos pilares esenciales: Just In Time (JIT), una de las metodologías más representativas del Sistema Toyota, que busca producir solo lo necesario, en el momento adecuado y en la cantidad exacta; y Jidoka, que otorga a las máquinas y operadores la capacidad de detectar anomalías y detener el proceso de inmediato, permitiendo identificar y eliminar la causa raíz de los problemas para prevenir defectos en etapas posteriores.

La base de este sistema está compuesta por la estandarización y estabilidad de los procesos, incluyendo el Heijunka (nivelación de la producción) y la mejora continua.

Además de estos principios tradicionales, el factor humano ha cobrado un papel fundamental en la implementación efectiva de Lean. Esto se refleja en el compromiso de la alta dirección, la formación de equipos con liderazgo sólido, la capacitación del personal, la implementación de mecanismos de motivación y el desarrollo de sistemas de recompensa [9].

B. Ingeniería de Métodos

“La Ingeniería de Métodos se ocupa de la investigación del ser humano dentro del proceso de producción. También puede describirse como el diseño del proceso productivo en lo que se refiere al ser humano. La tarea consiste en decidir

dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en producto terminado y decidir cómo puede el hombre desempeñar más efectivamente las tareas que se le asignan” [10].

Estudio de Métodos

El objetivo principal de los métodos de trabajo es la simplificación de éste mediante la economización del esfuerzo humano para reducir la fatiga innecesaria, además de ahorrar en el uso de materiales, máquinas y mano de obra. Antes de la aparición de las grandes empresas que conocemos hoy en día, la producción era limitada y no lograba satisfacer la creciente demanda de los consumidores. Con la expansión de los centros de trabajo, aumentaron las oportunidades laborales, permitiendo a más personas contribuir activamente a la sociedad. Siempre que se busque simplificar una tarea, es necesario modificar el método. Aunque un nuevo método pueda parecer más complicado al inicio, esto ocurre porque requiere una adaptación en las habilidades del trabajador, hasta que este se acostumbre y logre desarrollar su labor con normalidad [11].

Dentro de las técnicas a aplicarse en un Estudio de Métodos destacan las siguientes:

- Diagrama de operaciones de proceso: Incluye las operaciones, inspecciones y operaciones combinadas ordenadas de forma secuencial y unidas a través de líneas rectas.
- Diagrama de actividades de proceso: Incluye las operaciones, inspecciones, operaciones combinadas, transportes, demoras y almacenamientos necesarios ordenados de forma secuencial y unidos a través de líneas rectas.
- Diagrama analítico de proceso: Detalla en forma de tabla las operaciones, inspecciones, operaciones combinadas, transportes, demoras y almacenamientos que componen un proceso.
- Diagrama de recorrido: Plano a escala en el que se evidencia el flujo y lugar en el que se ejecutan todas las actividades del diagrama de actividades de proceso.
- Diagrama de hilos: Plano a escala en el que mediante un hilo de distancia conocida se evidencia el movimiento de un objeto de estudio (hombre, máquina o material).
- Diagrama de actividades múltiples: Diagrama en el que, a través de una escala común de tiempos, se muestran las actividades realizadas por varios objetos de estudio de forma simultánea.
- Diagrama bimanual: Gráfico en el cual se muestra, a través de una común escala de tiempos, las acciones ejecutadas por la mano izquierda y derecha de una persona objeto de estudio.
- Diagrama hombre-máquina: Gráfico mediante el cual se analiza una estación de trabajo conformada por trabajador y máquina. Mediante una escala común de tiempos, se evidencian las actividades realizadas simultáneamente.

C. Economía circular

“La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. de esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende” [12].

Principios de la economía circular

Principio 1: *Conservar y fortalecer el capital natural mediante la gestión de recursos finitos y el equilibrio en el uso de los recursos renovables.* En un sistema circular, los recursos se seleccionan estratégicamente, priorizando tecnologías y procesos que empleen materiales renovables o de mayor eficiencia. Además, se impulsa la regeneración del suelo y la circulación de nutrientes dentro del sistema.

Principio 2: *Maximizar el aprovechamiento de los recursos asegurando que productos, componentes y materiales mantengan su utilidad en los ciclos técnicos y biológicos.* Esto requiere un diseño enfocado en la reparación, renovación y reciclaje para prolongar la vida útil de los productos y mantener los materiales dentro de la economía. Los sistemas circulares favorecen estrategias como el mantenimiento sobre el reciclaje, preservando la energía incorporada y otros valores, además de fomentar el uso compartido para optimizar la utilización de los productos.

Principio 3: *Mejorar la eficiencia del sistema eliminando externalidades negativas.* Esto implica minimizar el impacto ambiental y social en áreas clave como alimentación, movilidad, vivienda, educación, salud y entretenimiento. También abarca la gestión de factores como la contaminación del aire, agua y suelo, el ruido, las emisiones tóxicas y el cambio climático [13].

Economía circular en las empresas

En cuanto a las compañías, la economía circular sugiere cinco aspectos clave para su integración en el proceso productivo. Estos son:

- Abandonar la propiedad del producto y ofrecer acceso pago a los clientes, lo que permite a las empresas mantener los beneficios de la productividad de los recursos circulares.
- Conectar a los usuarios del producto entre sí y promover el uso compartido, el acceso o la propiedad conjunta.
- Utilizar fuentes de energía renovables y materiales completamente reciclables o de origen biológico.
- Recuperar recursos valiosos de materiales, subproductos o residuos.
- Ampliar la vida útil de los productos mediante su reparación, actualización y venta, además de fomentar la innovación y el diseño del producto [14].

III. APOORTE

El modelo propuesto busca optimizar la gestión de la cadena de suministro en una microempresa textil mediante la aplicación del Lean Manufacturing, la Ingeniería de Métodos y Economía Circular.

El objetivo es replantear las actividades que generan desperdicios dentro del proceso productivo, así como la aplicación de herramientas y mejores prácticas que permitan optimizar las tareas de abastecimiento de materiales, producción y despacho. La Fig. 2 muestra el esquema de la propuesta general.

A. Vista general

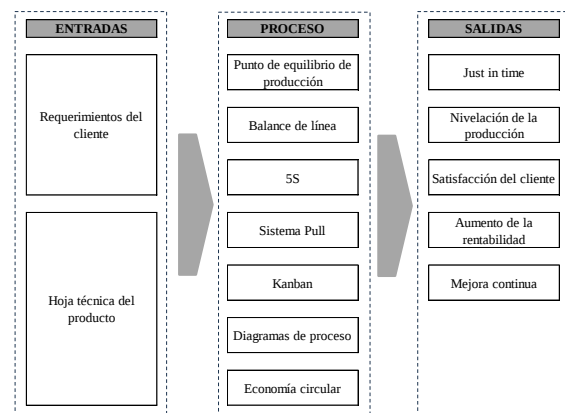


Fig. 2 Modelo propuesto

B. Vista de detalle

La metodología propuesta consta de 4 etapas fundamentales: planificación, implementación, estandarización y finalmente, la fabricación en flujo. En la Fig. 3 se puede observar el esquema de la propuesta detallada.

Etapa 1 – Planificación: Esta fase inicia con la conformación del equipo de trabajo, siendo necesaria la identificación del personal que liderará el proceso de mejora. Posteriormente, se definen las responsabilidades mediante la asignación de roles para cada actividad. De igual manera, se define un cronograma con actividades, tiempos y entregables como parte de la elaboración de planes de trabajo. En esta primera etapa, se deberá llevar a cabo la formación del personal que incluye la instrucción a los colaboradores sobre la metodología Lean Manufacturing así como herramientas y prácticas de Ingeniería de Métodos.

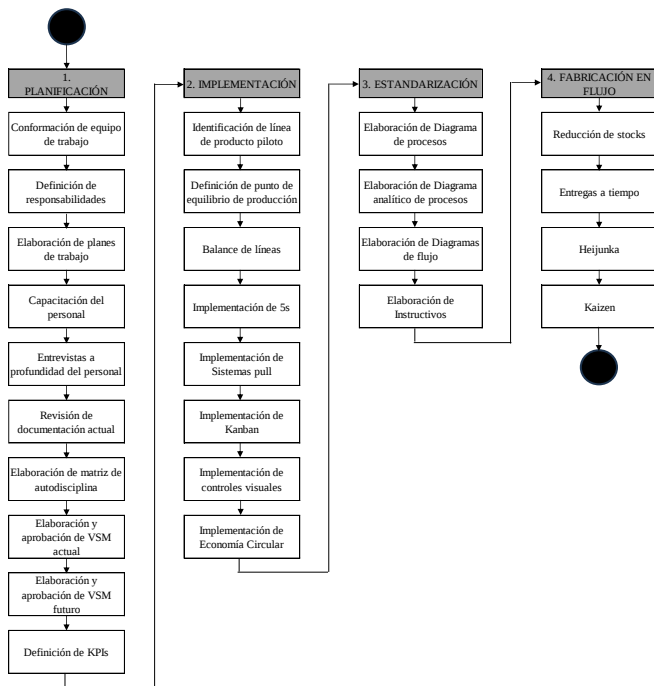


Fig. 3 Metodología propuesta

Posteriormente, se entrevistará a personal de diferentes rangos jerárquicos y se revisará la documentación actual incluyendo políticas, manuales, procedimientos, instructivos y registros para la determinación de falencias y puntos de mejora. Asimismo, a través de la matriz de auto calidad, se identificarán los puntos del proceso donde se originan los defectos y hasta qué etapa se propagan como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de auto calidad [4].

		Fase donde se genera el defecto						
		Proveedor externo	Proveedor interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	...	Fase n
Fase donde se detecta el defecto	Fase 1							
	Fase 2							
	Fase 3							
	...							
	Fase n							
	Cliente interno							
	Cliente externo							
	Total ppm							

Con base a la información anterior, se construirá tanto el Value Stream Map actual como el Value Stream Map futuro. Por último, en esta primera fase se definirán los

Keep Performance Indicators que serán utilizados como herramienta de seguimiento y control.

Etapa 2 – Implementación: Esta fase inicia con la selección de la línea de producto que será utilizada como piloto para la aplicación de la metodología propuesta. Se deberá calcular el punto de equilibrio de producción definido como el nivel de producción en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, en este punto los costos fijos y variables están completamente cubiertos con las ventas realizadas:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Precio de Venta por Unidad} - \text{Costo Variable por Unidad}}$$

De igual manera, se deberá realizar el balance de líneas, mediante el establecimiento de:

a) Tiempo de ciclo

$$\frac{\text{Tiempo disponible por turno}}{\text{Demanda por turno}}$$

b) Número mínimo de estaciones de trabajo

$$\frac{\sum \text{Tiempos de tarea}}{\text{Tiempo del ciclo}}$$

c) Asignación de tareas a las estaciones

d) Cálculo del porcentaje de eficiencia del balanceo

$$\left(\frac{\sum \text{Tiempos de tarea}}{\text{Número de estaciones} \times \text{Tiempo del ciclo}} \right) \times 100$$

Se deberá implementar la metodología 5S a través de las cinco fases: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener para mejorar la organización del área de trabajo. Asimismo, se deberá aplicar el sistema pull para ajustar el sistema de producción de tal manera que sea la demanda que determine el flujo de trabajo. El sistema Kanban y controles visuales deberán ser utilizados como soporte del flujo de producción tipo pull, mediante la aplicación de tarjetas físicas que representarán tareas, productos o pedidos en curso, así como un tablero Kanban como se puede observar en la Tabla 2

Tabla 2. Tablero Kanban

Por iniciar	En proceso	En revisión	Culminado
Tarea 1	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 7
Tarea 2		Tarea 6	
Tarea 3			

Aplicación de Economía Circular

El presente modelo propone acciones para la aplicación de la Economía Circular en el proceso de producción, como se puede observar en la Fig.4.

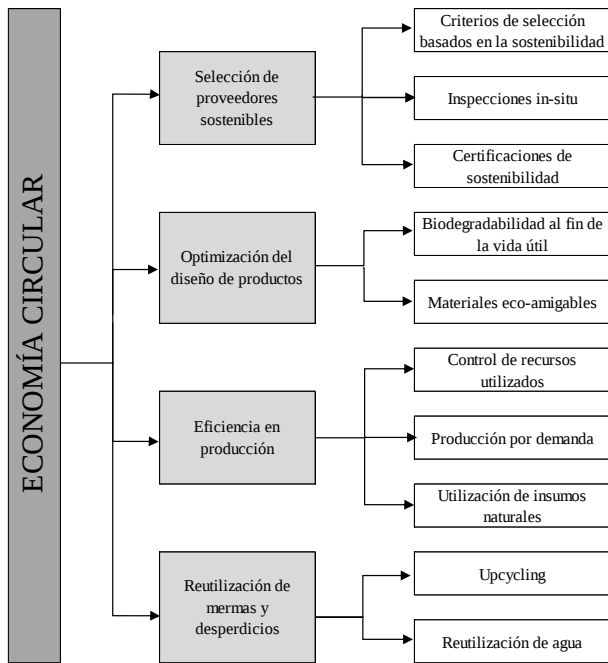


Fig. 4 Modelo de economía circular

- Selección de proveedores sostenibles:** Se propone la elección de proveedores que utilicen materiales orgánicos o biodegradables como el algodón orgánico y las fibras naturales. Asimismo, se realizarán visitas previas a la elección del proveedor para evaluar que sus procesos de producción sean eficientes en el uso de agua, energía y emisiones. Tendrán preferencia aquellos proveedores que cuenten con la certificación GOTS (Global Organic Textile Standard) o Fair Trade.
- Optimización del diseño de productos:** El diseño de los productos debe obedecer el criterio de biodegradabilidad al final de su vida útil. Asimismo, se prioriza la selección de materiales reciclables, reciclados y duraderos en línea con el slow-fashion.
- Eficiencia en producción:** Se debe llevar un control del consumo de agua y energía, haciendo un seguimiento conjunto con la cantidad producida. Mediante esta propuesta metodológica, la producción se realiza bajo demanda, reduciendo el exceso de inventario de materias primas e insumos, trabajo en proceso y producto terminado, lo cual aporta al objetivo de reducción del uso de recursos. La aplicación de tintes naturales como maíz morado, cochinilla, hojas de eucalipto, cáscara de cebolla, achiote, beterraga, etc. permite procesos de teñido y acabado más limpios, como se puede observar en la actividad 8 de la figura 6. Asimismo, hay una evidente reducción de la contaminación del agua utilizada en el proceso.
- Reutilización de mermas y desperdicios:** Se implementan estrategias como upcycling. La

merma que se genera del proceso de hilado y confección es recolectada y posteriormente utilizada como relleno de otros productos como alpaca toys. En la figura 5 se observa el ingreso de material de mermas previo a la actividad 5. De igual manera, el agua que se utiliza para la cocción del hilado sin teñir es totalmente reutilizable en otros procesos al no ser encontrarse contaminado con residuos químicos.

Etapa 3 – Estandarización: Una vez comprobada la mejora en la etapa previa de implementación, se deberán elaborar los documentos que permita la normalización del esquema de trabajo. En esta fase se utilizarán diagramas propios de la Ingeniería de Métodos como el diagrama analítico de proceso y diagrama de operaciones de proceso como se puede visualizar en las Fig. 5 y 6 respectivamente. Asimismo, se elaborarán diagramas de flujo e instructivos que formalizarán la forma de trabajo alcanzada.

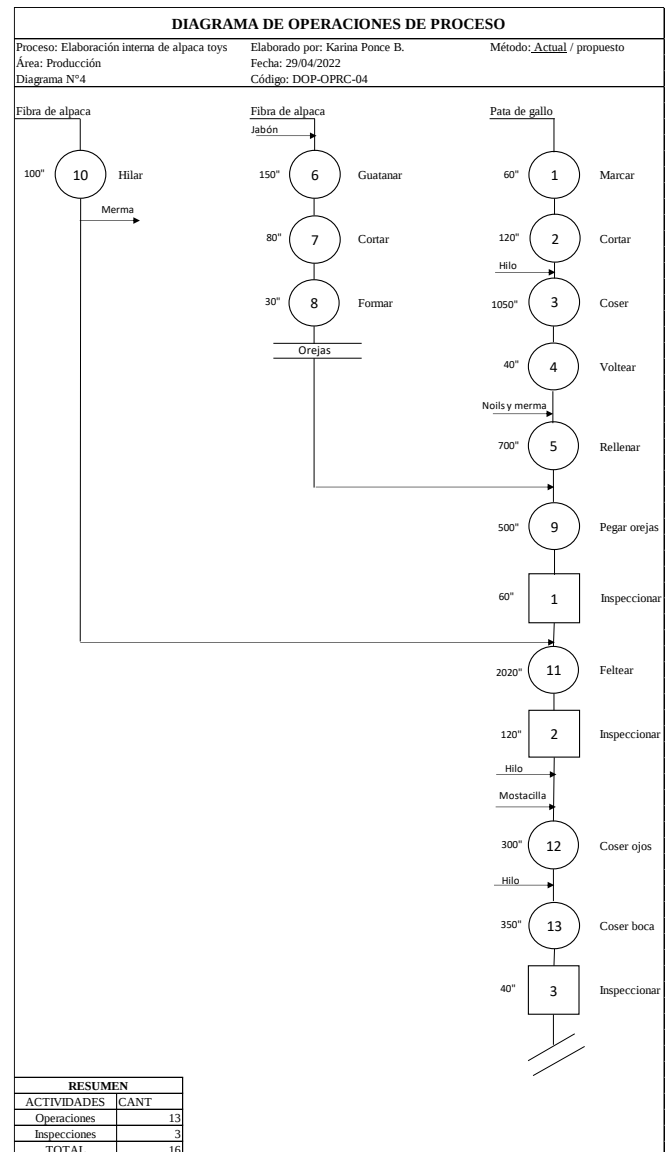


Fig. 5 Diagrama de operaciones de proceso

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO								
DIAGRAMA núm: 1 Hoja num: 1		RESUMEN								
Objeto: Prendas de alpaca		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA		ECONOMÍA			
Actividad: Elaboración de hilado teñido		Operación		8						
		Transporte		3						
		Espera		0						
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Inspección		3						
Lugar:		Almacenamiento		2						
Operarios(s): Operaria de hilado, operaria de teñido		Distancia		24						
		Tiempo		401.5						
Compuesto por: Karina Ponce										
Fecha: 29/04/2022										
DESCRIPCIÓN		C	D (m)	T (min)	SIMBOLO				Observaciones	
					○	□	D	□		▽
1. Seleccionar tops de alpaca en almacén		1.2 kg		5	●			●		
2. Trasladar tops a la zona de hilado			5	0.5		●				
3. Convertir tops en hilado		1 kg		100	●					Utilizando pushka
4. Verificar título del hilo obtenido				6				●		Según requerimiento del cliente
5. Pesar hilado		1 kg		2	●			●		Para cálculo de merma
6. Almacenar merma		0.2 kg		3					●	Merma a ser utilizada en alpaca toys
7. Trasladar hilado a zona de teñido			7	0.7		●				
8. Preparar jarabe de teñido		3 lt		23	●					Mezclando insumos naturales y agua reciclada
9. Hervir jarabe				15	●					
10. Agregar el hilado al jarabe				2	●					
11. Hervir hilado y controlar tiempo				60	●			●		
12. Secar hilado				180	●					A temperatura ambiente y bajo sombra
13. Trasladar hilado a almacén			12	1.2		●				
14. Almacenar producto terminado				3					●	
Total			24	401.4	8	3	0	3	2	

Fig. 6 Diagrama analítico de proceso

Etapa 4 – Fabricación en flujo: En la fase final de fabricación en flujo se evidencia una reducción de inventarios tanto de materia primas, insumos, producto en proceso y producto terminado. Asimismo, debido a la aplicación del sistema pull, aumenta el porcentaje de cumplimiento de las fechas de entrega comprometidas con el cliente. Se logra la nivelación de la producción, conocida como Heijunka gracias al flujo continuo de materiales y la producción ajustada al tiempo de ciclo, previamente calculado en el balance de línea. Finalmente, es imperante la práctica del Kaizen, como un concepto que engloba mejoras permanentes, así como el involucramiento de todo el personal.

IV. RESULTADOS

4.1 Caso de estudio

El modelo y metodología propuestos en líneas previas se implementó en una microempresa de la ciudad de Arequipa, Perú cuyas operaciones iniciaron en el año 2015. La empresa en mención se dedica, principalmente, a la producción y comercialización de artículos textiles de fibra de alpaca. Esta compañía busca atender a un nicho de mercado diferenciándose de sus competidores mediante la utilización de técnicas de producción artesanales con una mano de obra compuesta por mujeres de escasos recursos en su totalidad. Si bien este modelo de negocio está alineado con las tendencias de responsabilidad social, también presenta desafíos debido a la variabilidad de la producción manual.

4.2 Diagnóstico.

La empresa textil ha venido acumulando pérdidas económicas en los últimos 7 años. De igual manera, ha aumentado de forma considerable el nivel de deuda tanto con entidades financieras como no financieras en su lucha por mantenerse en el negocio. Las principales causas que han afectado su nivel de rentabilidad son:

- Aceptación de pedidos de clientes con especificaciones insuficientes.
- Bajo control de calidad de materias primas adquiridas.
- Bajo control de entradas y salidas de almacén de materias primas e insumos.
- Insuficiente control de cantidad de materiales utilizados en el proceso de producción.
- Producción totalmente empírica.
- Incorrecto costeo de los recursos utilizados en la producción con la consecuente fijación incorrecta de precios de venta.
- Devolución de productos por parte de clientes por incumplimiento de especificaciones.

4.3 Resultados

En la Tabla 3 se evidencia que la empresa ha experimentado una notable mejora en su eficiencia operativa y rentabilidad. Uno de los cambios más significativos es la reducción de las pérdidas en almacén, que pasaron del 5% al 1%. Esto sugiere una mejor gestión de inventarios, optimización en los procesos de almacenamiento y una disminución en el deterioro de productos.

Asimismo, las mermas en producción se redujeron del 8% al 2%, lo que indica un proceso de manufactura más eficiente. Esta mejora se atribuye a un mejor control de calidad, optimización en el uso de materias primas, reutilización de materiales y mejoras en los procedimientos de producción debido a un control visual que permitió un seguimiento continuo al proceso de producción.

Otro aspecto clave es la drástica reducción de defectos por orden de fabricación, que pasaron del 15% al 2%. Este cambio refleja un avance en la calidad del producto final, gracias a una mayor supervisión, capacitación del personal y la estandarización de mejores prácticas de producción.

Financieramente, la empresa ha logrado revertir su margen de utilidad negativo. En el año 0, se reportó una pérdida del 15%, mientras que en el año 1 se alcanzó un margen positivo del 1%. Este cambio sugiere una combinación de reducción de costos, optimización de recursos y un aumento en la eficiencia general del negocio.

De igual manera, se muestra una mejora importante en la puntualidad de las entregas a los clientes. Antes de la implementación, solo el 50% de las entregas se realizaban a tiempo, posteriormente este porcentaje aumentó al 80%.

Finalmente, la satisfacción del cliente también evidencia una mejora, ya que el porcentaje de devoluciones se redujo significativamente del 20% al 5%. Esta disminución indica que los productos entregados cumplen en mayor medida con las expectativas de los clientes, lo que se traduce en una mayor fidelización y una mejor percepción de la marca.

Tabla 3. Indicadores de desempeño

Indicador	Año 0	Año 1
Porcentaje de pérdidas en almacén	5%	1%
Porcentaje de mermas de producción	8%	2%
Porcentaje de defectos por orden de fabricación	15%	2%
Margen de utilidad	-15%	1%
Porcentaje de entregas a tiempo a cliente	50%	80%
Porcentaje de devoluciones de cliente	20%	5%

V. CONCLUSIONES

La implementación del modelo de gestión basado en Lean Manufacturing, Ingeniería de Métodos y Economía Circular, estructurado en cuatro etapas —planificación, implementación, estandarización y fabricación en flujo— ha demostrado ser una estrategia eficaz para optimizar la producción y mejorar la rentabilidad de una microempresa textil peruana.

La aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en la microempresa textil permitió identificar y eliminar actividades que no agregan valor dentro del proceso. A través de herramientas como el mapeo de la cadena de valor, el sistema pull, el balanceo de líneas y la metodología 5S, se optimizaron las tareas de la cadena productiva.

Las herramientas de Ingeniería de métodos demuestran ser adecuadas tanto para el diagnóstico de la forma de trabajo actual como para lograr la estandarización y normalización de procesos optimizados.

La incorporación de criterios sostenibles como la selección de proveedores con certificaciones, el diseño de productos biodegradables, la eficiencia en el consumo de recursos y la reutilización de mermas, evidencia que la economía circular puede ser aplicada exitosamente en microempresas textiles. Estas prácticas no solo reducen el impacto ambiental y optimizan el uso de materiales, sino que también generan productos con mayor valor agregado y alineados con tendencias globales como el *slow-fashion*, contribuyendo a una producción más consciente, rentable y responsable.

La investigación demuestra que la metodología propuesta es replicable en otras micro y pequeñas empresas, dado que aborda problemas estructurales comunes como bajo control de calidad en diferentes puntos de la cadena productiva, la planificación deficiente y el exceso de desperdicios.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

A la Dirección de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Produce Empresarial, *Industria Textil y Confecciones*. Disponible en: https://www.produceempresarial.pe/wp-content/uploads/2024/11/152-PPT_Industria-Textil-y-Confecciones.pdf.
- [2] Sociedad de Comercio Exterior del Perú *Avance de la inclusión financiera de las MYPEs a 2022 y retos pendientes*. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/avance-de-la-inclusion-financiera-de-las-mypes-a-2022-y-retos-pendientes>.
- [3] L. Socconini, *Lean Manufacturing, paso a paso*, 1ª ed. España: Marge Books, 2019, p. 20.
- [4] J. C. Hernández y M. A. Vizán Idoipe, *Lean manufacturing: concepto, técnicas e implantación*, Escuela de Organización Industrial, 2013. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>.
- [5] J. Sanz y V. Gisbert, "Lean manufacturing en pymes," *3C Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, Ed. Esp., pp. 101-107, 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.101-107>.
- [6] Asana, "Value Stream Mapping," *Asana Resources*, 2025. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping>.
- [7] S. Mejía y J. Rau, "Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima," en *Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*, 2019. Disponible en: <https://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/meta/FP236.html>

- [8] J. F. Rueda, Y. Garavito, y J. Calderón, "Indicadores de gestión como herramienta de diagnóstico para pymes," *I+D Revista de Investigaciones*, vol. 15, no. 2, pp. 119-134, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.33304/revinv.v15n2-2020011>.
- [9] M. P. Sarria, G. A. Fonseca, y C. C. Bocanegra, "Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing," *Revista EAN*, vol. 83, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>.
- [10] Y. A. Báez López, *Ingeniería de Métodos*. Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Disponible en: http://ing.ens.uabc.mx/docencia/apuntes/industrial/ingenieria_de_meto dos_9012.pdf
- [11] B. W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, 12ª ed. McGraw-Hill, 2010, pp. 6-7.
- [12] Parlamento Europeo, "Economía circular: definición, importancia y beneficios," 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>.
- [13] E. Cerdá y A. Khalilova, "Economía circular," *Economía Industrial*, no. 401, 2016. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932>.
- [14] L. Martínez Cerna, "Economía circular, (re)imaginando y (re)pensando los procesos productivos," *Revista Moneda*, no. 193, 2023. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-195/moneda-195.pdf>.