

Lean Manufacturing techniques to increase productivity and quality in a clothing company jean pants

C. Díaz Llerena, Bachiller, J. Rau Álvarez, Magíster

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, cluber.diaz@pucp.pe, jrau@pucp.edu.pe

Abstract– The main problem of the company is the volume of lost sales of products, causing a high level of non-fulfillment and customer dissatisfaction. Taking this precedent into account, it is proposed to increase productivity and reduce defective products in the pants manufacturing process, through the implementation of an adapted model of lean manufacturing and SLP, with the aim of minimizing the impact of problems. present in the company of the clothing subsector.

Keywords-- Lean Manufacturing, SLP, 5S's.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.513>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Técnicas Lean Manufacturing para incrementar la productividad y calidad en una empresa de confección de pantalones jean

C. Díaz Llerena, Bachiller, J. Rau Álvarez, Magíster

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, cluber.diaz@pucp.pe, jrau@pucp.edu.pe

Abstract— *The main problem of the company is the volume of lost sales of products, causing a high level of non- fulfillment and customer dissatisfaction. Taking this precedent into account, it is proposed to increase productivity and reduce defective products in the pants manufacturing process, through the implementation of an adapted model of lean manufacturing and SLP, with the aim of minimizing the impact of problems. present in the company of the clothing subsector.*

Keywords-- *Lean Manufacturing, SLP, 5S's.*

Resumen— *La empresa presenta como problema principal el volumen de ventas perdidas de sus productos, ocasionando un nivel elevado de incumplimiento e insatisfacción de los clientes. Tomando en cuenta este precedente, se propone el aumento de la productividad y la reducción de productos defectuosos en el proceso de fabricación de pantalones, mediante la implementación de un modelo adaptado de manufactura esbelta y SLP, con el objetivo de minimizar el impacto de los problemas presentes en la empresa del subsector confecciones.*

Palabras Clave—*Manufactura Esbelta, SLP, Kanban, 5S's.*

I. INTRODUCCIÓN

El contexto del sector industrial en este siglo se distingue por factores como la flexibilidad, competitividad y, en los últimos años, la gran variabilidad de la demanda. Acorde a datos de la Cámara de Comercio de Lima, el sector manufactura ha presentado un crecimiento del 17.9% en relación al 2020 y 3% respecto al 2019; así mismo, su contribución en el PBI nacional ascendería a 13%. Dentro de los principales rubros que impulsaron a su desarrollo se encuentra la confección de prendas de vestir con un incremento del 22.3% frente al 2020 [1].

Por lo detallado, las empresas deben establecer estrategias competitivas con el objetivo de satisfacer los requerimientos de sus clientes, quienes solicitan productos de alta calidad a precios competitivos con despachos a tiempo y en la cantidad correcta. En este sentido, el cometido del presente estudio es brindar una contribución respecto al análisis, diagnóstico y propuestas para la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* y SLP en una pequeña empresa, dedicada a la confección de pantalones. Para ello se aplican las herramientas como Estudio de Tiempos, Producto Patrón, Balance de Línea, SLP, 5S's y Kanban (Díaz, 2022).

Las ventajas de la implementación del modelo planteado es el balance de la línea de producción, eliminación de desperdicios, estandarización de buenas prácticas de trabajo, mejora en la condición de las estaciones de trabajo, reducción de inventario en proceso y minimización de los costos por ventas perdidas.

II. ASPECTOS GENERALES

A. Manufactura Esbelta.

Según Rajadell & Sanchez (2010) se define la manufactura esbelta como una filosofía que prioriza la optimización del sistema de producción, mediante la eliminación los desperdicios (mudas). En este sentido, se entiende como desperdicio a cualquier cosa que no sea lo mínimo absolutamente necesario de equipos, materiales, espacio y esfuerzo para aportar valor al producto.

B. Principios de la Manufactura Esbelta.

Se detallan los cinco principios de filosofía:

1) *Determinar el Valor*: Se establece desde la óptica del cliente, también es valorado como importante solo cuando se formula en base a un producto particular (bien o servicio), el cual cumple las expectativas del consumidor a un precio fijado, en el momento acordado.

2) *Delimitar el Valor*: Precisar el flujo de valor para los productos y servicios indicados, con la finalidad de eliminar los desperdicios en el flujo de valor. Esta etapa puede diagramarse con el mapa de flujo de valor de información y materiales.

3) *Flujo*: Garantizar que las actividades que agregan valor fluyan a lo largo de la cadena de valor sin interrupciones. Ello significa eliminar las actividades de no valor agregado.

4) *Pull*: El consumidor debe atraer el producto acorde a sus requerimientos, acogiendo el sistema Just in Time para mantener pequeñas cantidades de inventario y evitar la sobreproducción.

5) *Fomentar la perfección*: Cuando los cuatro pasos previos se han completado, estos se interrelacionan hasta generar un círculo virtuoso. Esta fase involucra perseguir la mejora continua y eliminar los desperdicios.

C. Desperdicios.

Según Liker (2011), existen 8 tipos de desperdicios de manufactura. Estos son cualquier elemento que no sea lo mínimo absolutamente necesario de equipos, materiales, piezas, espacio y esfuerzo, para generar valor para el cliente. En la Tabla 1 [2], se detallan cada uno de los desperdicios.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.513>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

TABLA 1
OCHO DESPERDICIOS MANUFACTURA

Desperdicio	Descripción
Sobreproducción	Hacer el producto con anticipación, más rápido o en cantidades superiores a las solicitadas por el cliente (interno o externo).
Esperas	Operarios o clientes esperando por material de información.
Exceso de inventario	Almacenamiento excesivo de materia prima, productos en proceso o productos terminados.
Transporte	Mover material en proceso o producto terminado de una locación a otra.
Defectos	Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso.
Desperdicio de procesos	Esfuerzo que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente.
Movimientos	Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agregue valor al producto o servicio.
Subutilización del personal	Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental).

D. Balance de Línea

De acuerdo a Encarnación (2017), el balance de línea es la metodología que emplea el tiempo para distribuir las actividades de un proceso, con la condición de que no superen el takt time. Ello contribuye con el aumento de la eficiencia en el uso de los recursos humanos, lo cual previene que algunos colaboradores trabajen más que otros. Se debe tener presente que los cambios en la demanda del consumidor impactarán directamente en el takt time y, en consecuencia, se debe realizar un ajuste en el balance de línea cada vez que suceda.

Con el objetivo que el flujo agregue valor a los procesos, los operarios deben tener la capacidad de producir dentro del takt time y optimizar el tiempo de ciclo de las actividades designadas. Una vez que se reduce el número de trabajadores en la estación, deben reasignarse a los más productivos en primer lugar.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ fabricación\ disponible}{Cantidad\ total\ demandada}$$

1) Valoración del Trabajo:

De acuerdo a García (2013, p.209), la valoración del desempeño del operario radica en la habilidad para registrar de manera imparcial el tiempo que necesita el trabajo para efectuar sus labores. Por lo tanto, el presente proyecto utiliza como metodología el sistema de valoración Westinghouse. Ver Tabla 2 [3].

TABLA 2

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE									
HABILIDAD			ESFUERZO			CONDICIONES			
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Excesivo	0.06	A	Ideales	
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Excesivo	0.04	B	Excelentes	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente	0.02	C	Buenas	
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente	0.00	D	Medianas	
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno	-0.03	E	Regulares	
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno	-0.07	F	Malas	
0.00	D	Medio	0.00	D	Medio				
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular	0.04	A	Ideales	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular	0.03	B	Excelentes	
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo	0.01	C	Buenas	
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo	0.00	D	Medianas	
						-0.02	E	Regulares	
						-0.04	F	Malas	

2) Tiempos Suplementarios

La OIT establece diferentes tipos de suplementos como los atribuibles al operario, al trabajo de estudio y no asignables tanto al método como al operario. Ver Figura 1 [3].

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidos al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
B. suplemento postura anormal			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Ligeramente incómoda	0	1	- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Incómoda inclinada	2	3	G. Tensión auditiva		
- Muy incómoda (echado-estrado)	7	7	- Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Estridente y fuerte	5	5
2,50	0	1	H. Tensión mental		
5,00	1	2	- Proceso bastante complejo	1	1
7,50	2	3	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
10,00	3	4	- Muy complejo	8	8
12,50	4	6	I. Monotonía mental		
15,00	6	9	- Trabajo algo monótono	0	0
17,50	8	12	- Trabajo bastante monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo monótono	4	4
22,50	12	18	J. Monotonía física		
25,00	14	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
30,00	19	---	- Trabajo aburrido	2	1
40,00	33	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
50,00	58	---			
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Fig. 1 Sistema de Suplementos

E. Kanban

Según Villaseñor y Galindo (2007, p. 75), Kanban es "...la herramienta indicada para controlar la información y regular el transporte de materiales entre los procesos de producción. Kanban es el corazón del sistema jalar. Kanban son tarjetas adheridas a los contenedores que almacenan lotes de tamaño estándar. Cuando se tiene un inventario, éste tiene una tarjeta que actúa como una señal para indicar qué cantidad se requiere de él. De esta manera el inventario solamente cuenta con lo que se requiere, las cantidades exactas".

Es preciso tomar en cuenta seis reglas fundamentales para la correcta implementación de la metodología [4].

1) *Restringir el flujo de productos defectuosos a los procesos subsiguientes*: Si se identifica algún desperfecto, debe tomarse las acciones necesarias para evitar que se suscite nuevamente.

2) *Los procesos posteriores solicitarán lo indispensable al proceso precedente*: Es clave que los pedidos sean atendidos en la cantidad y momento oportuno.

3) *Fabricar únicamente la cantidad solicitada por el proceso subsiguiente*: No se admiten piezas extra o menor a la cantidad requerida; así mismo, la producción se realiza en el orden que las tarjetas son recibidas.

4) *Balancear la producción*: En el escenario que el proceso subsiguiente requiera materiales de forma intermitente referente al tiempo y la cantidad. Ello ocasionará variabilidad en la cantidad de operarios y máquinas requeridas.

5) *Ajustar el número de tarjetas, acorde al volumen de producción*: La programación de la producción tiene un impacto directo en la cantidad de tarjetas Kanban, considerando la actualización de las solicitudes de producción.

6) *Usar el Kanban para identificar las oportunidades de mejora*: Si se reduce progresivamente la cantidad de tarjetas, entonces se identificará con mayor simpleza los materiales faltantes y los problemas que originan paradas en la línea.

F. Metodología 5S's.

De acuerdo a George (2002) indica que la metodología se focaliza en la instauración, luego el mantenimiento de las áreas de trabajo más limpias, estructuradas y seguras. La figura 6, permite comprender el concepto de las 5S, tanto como los objetivos a efectuar con la metodología. Tal como se evidencia, la meta de la metodología está en alcanzar bajos costos, alta calidad, mayor seguridad, altos indicadores de utilización y variedad de productos. Este compuesto por 5 fases: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.

G. Metodología SLP

La metodología de Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP) cuenta con la mayor aprobación y aplicación para la optimización en problemas de distribución de planta tomando en cuenta criterios cualitativos, fue creado para el diseño de cualquier tipo de distribución de planta independiente a su naturaleza. Esta es una metodología sistemática multicriterio tanto para distribuciones totalmente nuevas y distribución de plantas establecidas [5]. Consta de los siguientes pasos [6]:

1) *Análisis PQRS*: Se realiza la evaluación para todas las actividades de producción, incluyendo las dimensiones de producto (P), cantidad (Q), ruta (R), soporte (S) y tiempo (T).

2) *Análisis del Flujo de materiales*: Se centra en representar el flujo determinando la secuencia y cantidad de movimientos de los materiales entre los diversos procesos. Para ello, se utiliza el diagrama de operaciones, diagrama de actividades y diagrama de recorridos.

3) *Análisis de relación de actividades*: Determina la clase, la intensidad de las relaciones entre las actividades.

4) *Diagrama Relacional de Actividades*: Apoya la decisión del posicionamiento relativo entre las áreas. Pretende encontrar la distribución donde las actividades de mayor intensidad de flujo de materiales estén lo más próximas.

5) *Requerimiento y disponibilidad de espacio*: Se designa la cantidad de espacio asignado para cada actividad.

6) *Diagrama Relacional de Espacios*: Permite transformar el Diagrama Relacional de Actividades en un diseño que contempla la escala proporcional a la superficie requerida.

III. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La metodología adaptada por Díaz (2022) para el diagnóstico consta de cinco fases. Ver Figura 2 [6].

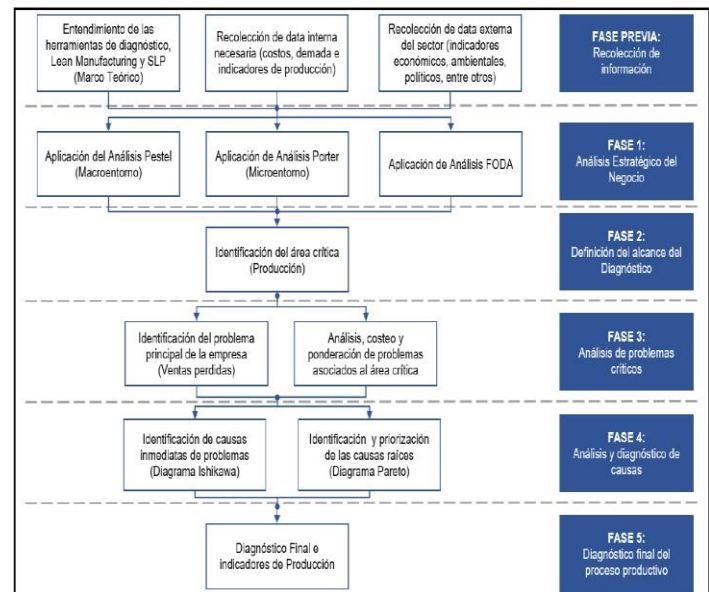


Fig. 2 Metodología de diagnóstico

Fase 1: Análisis Estratégico del Negocio

En primer lugar, se realiza un análisis estratégico del negocio tomando en cuenta el macroentorno (análisis PESTEL), microentorno (análisis Porter). Entre los hallazgos más relevantes está la tendencia de crecimiento del sector manufactura en 16.1% en el primer trimestre del año 2021 [7]; así mismo, el 35% de los encuestados por EY Parthenon (2020) tienen predilección por las marcas de precios bajos [8]. Además, el Estado y empresas plantean una mayor inversión en materia de Investigación, Desarrollo e Innovación para reactivar el sector textil y confecciones [9]. Por otro lado, existe incertidumbre política [10], la cuarentena provocó una contracción de la economía de -11.12% en el año 2020 [11], devaluación de la moneda local frente al dólar [7] y rigurosidad de la legislación laboral por la pandemia [12]. Tomando en cuenta los factores que afectan el macroentorno y microentorno, se muestra el FODA de la empresa y las estrategias planteadas. Ver Tabla 3 [13].

TABLA 3
MATRIZ FODA

MATRIZ FODA Y ESTRATEGIAS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	1. Poseen conocimiento del mercado actual de los clientes. 2. Personal con años de experiencia en el sector (know-how). 3. Cuenta con el control total de los procesos clave de la cadena productiva. 4. La cartera de clientes tiene un alto grado de fidelización. 5. Oferta de precios competitivos al mercado.	1. Deficiente control del uso de recursos para la producción. 2. Falta de estandarización y procedimientos de trabajo. 3. Capital limitado para la inversión en mejora continua de los procesos. 4. Falta de capacitación y entrenamiento a los operarios. 5. Desorganización y desorden en las áreas productivas. 6. Baja productividad en la empresa.
	OPORTUNIDADES	Estrategias F-O
	1. Inversión e iniciativas del Estado en materia de Investigación, Desarrollo e Innovación. 2. Tendencia al crecimiento del sector en el presente año. 3. Predilección por marcas de precios más bajos. 4. Incremento de las compras de la línea de pantalones en el canal online. 5. Entidades e institutos que brindan conocimiento al personal técnico. 6. Oportunidad de ahorro para las empresas al mitigar efectos medioambientales y sociales. 7. Promoción de la competitividad, formalización y el desarrollo de las MIPYME.	E1. (F1.5 y O3.4) Aprovechar el conocimiento del mercado y bajos precios para ofrecer los productos a empresas del canal tradicional y canal online. E2. (F2.3 y O1) Realizar mejoras los procesos críticos de la cadena productiva incorporando estrategias de I+D+I, lo cual generará ahorros. E3. (F1.4.5 y O2.7) Posicionarse en el mercado nacional como una empresa competitiva en el rubro de las MIPYME. E4. (F1.2 y O5.6) Participar constantemente en foros respecto a desarrollo tecnológico y sostenibilidad, con el objetivo de aplicarlo en la empresa.
	AMENAZAS	Estrategias F-A
	1. Incertidumbre política. 2. Desaceleración del PBI nacional. 3. Incremento de las importaciones y reducción de las exportaciones respecto al primer trimestre del año 2020. 4. Devaluación de la moneda local con respecto al dólar. 5. Preferencia de los clientes por productos eco amigables. 6. Rigurosidad de la legislación laboral por el covid-19.	E7. (F1.4 y A3) Posicionarse frente a nuestros clientes como socio estratégico con experiencia en el mercado de prendas de vestir. E8. (F2.3 y A6) Aumentar la eficiencia en el uso de recursos, utilizando buenas prácticas en la producción.
		Estrategias D-O
		E5. (D1.4 y O1.5) Capacitar a los colaboradores con el objetivo de implementar una cultura de mejora continua con la aplicación de herramientas enfocadas a la mejora de procesos. E6. (D3.6.7 y O2.3.5) Identificar las oportunidades de mejora en la empresa y optimizar los procesos, lo cual permitirá generar ahorros a la empresa e incrementar el margen bruto.

Fase 2: Definición del Alcance

El presente proyecto enfoca en el análisis del área de producción donde se puede evidenciar que acumula el mayor porcentaje del gasto anual (48.6%). En consecuencia, existe mayor cantidad de oportunidades de mejora. Ver Figura 3 [13].

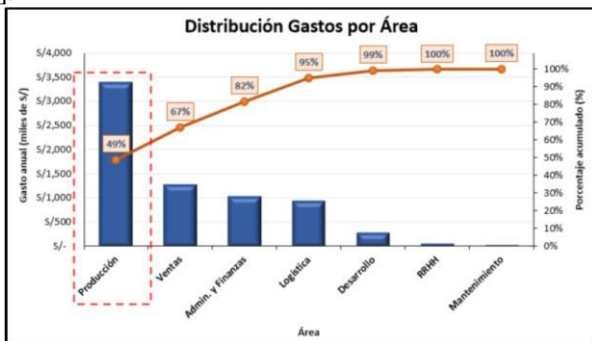


Fig. 3 Pareto de Distribución anual de Gastos por área funcional

Fase 3: Análisis de Problemas Críticos

El mayor problema se encuentra en la cantidad de ventas perdidas. El porcentaje de cumplimiento ascendió a 91.7% en el año 2019. Lo cual generó un gran efecto negativo en los ingresos de la empresa, porque el costo de oportunidad por las ventas perdidas fue S/ 758,744 en el mismo periodo, adicionalmente causó insatisfacción en los consumidores por no cumplir al cien por ciento con los pedidos. Ver Tabla 4 [13].

TABLA 4

VOLUMEN DE VENTAS Y NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN EL AÑO 2019

Mes	Vol. requerido (unid.)	Vol. vendido (unid.)	Ventas Perdidas (unid.)	Ventas Perdidas (\$)	Cumplimiento (%)
Ene	11,110	9,663	1,447	63,011	87
Feb	5,540	5,540	0	0	100
Mar	10,550	9,499	1,051	45,767	90
Abr	12,240	10,523	1,717	74,768	86
May	13,430	12,220	1,210	52,691	91
Jun	33,640	30,948	2,692	117,226	92
Jul	10,790	9,386	1,404	61,138	87
Ago	14,470	13,748	722	31,440	95
Set	13,610	13,610	0	0	100
Oct	17,490	15,218	2,272	98,936	87
Nov	26,880	25,531	1,349	58,743	95
Dic	39,510	35,950	3,560	155,023	91
Total	209,260	191,836	17,424	758,744	91.7

En base al problema principal de ventas perdidas, se identifica que los problemas asociados al área de producción son la baja productividad, productos defectuosos, desabastecimiento de materia prima y paradas de máquina. Ver Figura 4 [13].

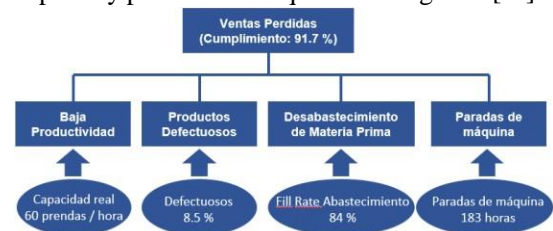


Fig. 4 Problemas asociados a las ventas perdidas

Se prioriza cada uno en base al impacto económico generado. Mediante el diagrama Pareto se concluye que el 82% del impacto económico es generado por la baja productividad y productos defectuosos. Ver Figura 5 [13].

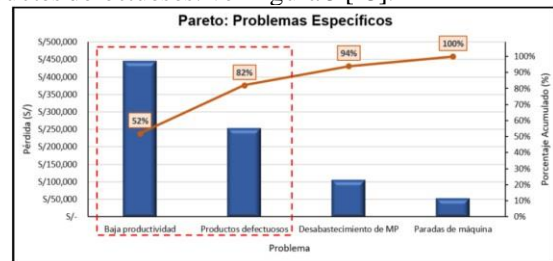


Fig. 5 Diagrama Pareto de los costos ligados a la problemática

Fase 4: Análisis y Diagnóstico de Causas

Tomando como base la definición y priorización de los dos principales problemas se encontrarán las causas raíces críticas que obstaculizan la producción de las prendas de vestir en la empresa. Para dicho propósito se utiliza el diagrama causa-efecto. Ver Figuras 6 y 7 [13].

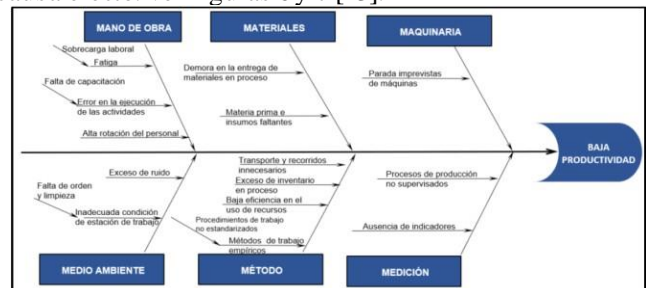


Fig. 6 Diagrama Ishikawa de baja productividad

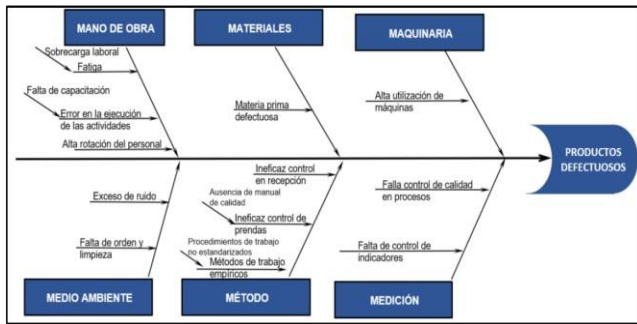


Fig. 7 Diagrama Ishikawa de productos defectuosos

En base a las causas identificadas en los diagramas Ishikawa, se aplica la técnica de los 5 porqués para identificar las causas raíz asociadas a los dos problemas con mayor relevancia en la empresa. A partir de ello, se evalúan los criterios de severidad (S), ocurrencia (O) y detectabilidad (D) para cuantificar aquellas causas raíz con mayor impacto. Ver Tabla 5 [13].

TABLA 5
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE CAUSAS RAÍZ

Código Causa	Causa Raíz	Criterios			Impacto (S*O*D)	Frec.	Frec. Acum.
		S	O	D			
C-1	Desbalance en la línea de producción	10	9	10	900	24%	24%
C-2	Mala distribución de las estaciones de trabajo	9	8	8	576	16%	40%
C-3	Ausencia de buenas prácticas de trabajo	9	10	5	450	12%	52%
C-4	Procedimientos de trabajo no estandarizados	9	8	5	360	10%	62%
C-5	Falta de orden y limpieza en estaciones de trabajo	6	9	6	324	9%	70%
C-6	Lotes grandes de producción	7	9	5	315	9%	79%
C-7	Lotes grandes de compra	7	8	4	224	6%	85%
C-8	Falta de mantenimiento preventivo	6	5	4	120	3%	88%
C-9	Materia prima defectuosa	7	4	4	112	3%	91%
C-10	Falla en control de inventarios	6	3	5	90	2%	93%
C-11	Falta de herramientas de trabajo	5	5	3	75	2%	95%
C-12	Postura ergonómica no adecuada	5	5	2	50	1%	97%
C-13	Falta de disciplina	4	3	3	36	1%	98%
C-14	Falta de reutilización y reciclaje	3	5	2	30	1%	98%
C-15	Falta de incentivo y motivación	5	4	1	20	1%	99%
C-17	Falta de control de indicadores	3	3	2	18	1%	99%
C-16	Exceso de ruido	3	5	1	15	0%	100%
Total		3	5	1	3,715	100%	

Fase 5: Diagnóstico Final e Indicadores de Producción

Con la consigna de medir el efecto de la implementación de las mejoras, se utiliza el indicador el OEE (Overall Equipment Effectiveness) que ayuda a medir la eficiencia productiva en las áreas y se cuantifica como la multiplicación entre los índices de disponibilidad, la eficiencia y la calidad. El resultado nos indica que se encuentra entre 75% y 80%, lo cual caracteriza a la performance un estadio aceptable y competitividad ligeramente baja [14]. Ver Tabla 6 [13].

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Operativo}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Tiempo Operativo} * \text{Capacidad nominal}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción sin defectos}}{\text{Producción real}}$$

TABLA 6
OEE DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN EN EL AÑO 2019

Área	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Calidad (%)	OEE (%)
Corte	93.41%	92.53%	89.63%	77.46%
Confección	96.88%	84.85%	91.84%	75.49%
Lavado	91.50%	94.22%	94.22%	81.23%
Acabado	97.42%	84.36%	93.23%	76.61%

Se muestra la matriz de contramedidas con herramientas propias de Manufactura Esbelta y la metodología SLP, en aras de eliminar las siete causas raíces que acumulan aproximadamente el 80% del impacto. Ver Tabla 7 [13].

TABLA 7
MATRIZ DE CONTRAMEDIDAS

Causa Raíz	Código	Contramedida
Desbalance de línea de producción	S-1	Aplicación <i>Lean Manufacturing</i> para balancear la línea de producción y aportar al flujo continuo de materiales.
Mala distribución de estaciones de trabajo	S-2	Aplicación de metodología SLP para optimizar la distribución de las estaciones.
Ausencia de buenas prácticas	S-3	Aplicación de <i>Lean Manufacturing</i> para estandarizar el trabajo en producción.
Procedimientos no estandarizados	S-3	Aplicación de <i>Lean Manufacturing</i> para estandarizar el trabajo en producción.
Falta de orden y limpieza en estaciones	S-4	Aplicación de las 5S para mejorar las condiciones de organización, orden, limpieza y disciplina.
Lotes grandes de producción	S-5	Aplicación de <i>Lean Manufacturing</i> para reducir el tamaño de lote de transferencia (<i>Kanban</i>).
Lotes grandes de compra	S-6	Aplicación de un Sistema de Reposición de inventario de materia prima para optimizar el lote de compra.

Se utiliza la matriz FACTIS con el objetivo de elegir la propuesta más factible. Cabe indicar que en las reuniones participaron la gerencia de Administración y Finanzas y los supervisores de producción [16]. Ver Tabla 8 [13].

TABLA 8
MATRIZ FACTIS

Criterios		DETERMINACIÓN DE SOLUCIÓN																		
		S-1				S-2			S-3			S-4			S-5			S-6		
		FP	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total	C	P	Total
F	5	Fácil	3	15	Medio	2	10	Fácil	3	15	Medio	2	10	Fácil	3	15	Difícil	1	5	
A	4	3 a más	3	12	3 a más	3	12	Solo 1	1	4	3 a más	3	12	3 a más	3	12	3 a más	3	12	
C	2	Baja	1	2	Baja	1	2	Media	2	4	Media	2	4	Alta	3	6	Baja	1	2	
T	3	Medio	2	6	Medio	2	6	Medio	2	6	Medio	2	6	Corto	3	9	Largo	1	3	
I	4	Baja	3	12	Baja	3	12	Media	2	8	Baja	3	12	Media	2	8	Media	2	8	
S	3	Medio	2	6	Mucho	3	9	Medio	2	6	Mucho	3	9	Medio	2	6	Poco	1	3	
		53				51			43			53			56			33		

IV. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA Y SLP

La metodología adaptada por Díaz (2022) para la implementación de las mejoras. Ver Figura 8 [13].

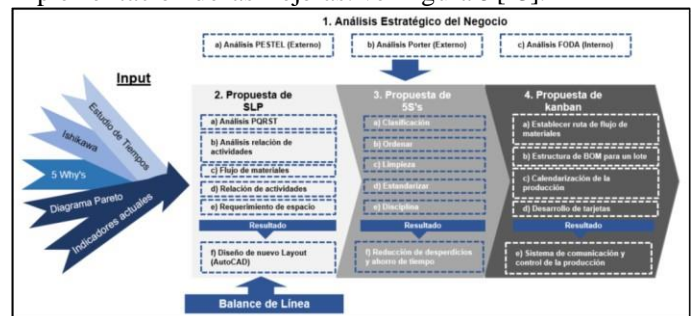


Fig. 8 Metodología de implementación

Fase 1: Implementación de Balance de Línea

Para enfocar las mejoras en los productos más relevantes de la empresa se realizó la clasificación ABC en base al margen de contribución. Se trabaja con aquellas líneas en las categorías A y B. Ver Tabla 9 [13].

TABLA 9

CLASIFICACIÓN ABC BASADO EN EL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN

Código	Descripción	Margen de Contrib. unitario (\$/)	Producción (unid.)	Margen de Contrib. total (\$/)	Particip. %	Acum. %	Clasif.
P001	Pantalón caballero cross clásico	15.5	64,816	1,004,648	30.8	30.8	A
P003	Pantalón caballero denim moda	19.0	33,473	635,987	19.5	50.3	A
P006	Bermuda caballero cross clásico	12.0	27,255	327,060	10.0	60.3	A
P002	Pantalón caballero denim clásico	16.8	23,855	400,764	12.3	72.6	A
P004	Pantalón caballero cross moda	17.3	13,684	236,733	7.3	79.9	A
P007	Bermuda caballero denim clásico	13.3	13,879	184,591	5.7	85.5	B
P008	Bermuda caballero denim moda	13.9	12,465	173,264	5.3	90.8	B
P005	Pantalón dama denim moda	18.1	5,558	100,600	3.1	93.9	B
P009	Bermuda dama denim moda	14.1	4,849	68,371	2.1	96.0	B
P011	Torero caballero denim moda	16.6	2,969	49,285	1.5	97.5	C
P012	Torero dama denim moda	15.7	2,960	46,472	1.4	98.9	C
P010	Bermuda dama denim clásico	14.5	2,491	36,120	1.1	100.0	C
Total			208,254	3,263,894	100		

Posteriormente se agrupan las líneas de productos en seis categorías más generales. Considerando la variedad de categorías que son parte del análisis, es apropiado establecer

como artículo patrón al pantalón caballero clásico como medida estándar para determinar las equivalencias de los análisis subsecuentes en base a una única unidad, cuyo tiempo estándar para la producción de una unidad es 23.28 minutos. Ello sirve para determinar los índices de equivalencia para las otras 5 categorías de prendas. Ver Tabla 10 [13].

TABLA 10

ÍNDICE DE EQUIVALENCIA POR CATEGORÍA DE PRODUCTOS

Categoría	Tiempo Estándar (min.)	Índice de Equivalencia
Pantalón caballero clásico	23.28	1.00
Pantalón caballero moda	26.26	1.13
Bermuda caballero clásico	15.16	0.65
Bermuda caballero moda	16.26	0.70
Pantalón dama moda	28.14	1.21
Bermuda dama moda	16.97	0.73

De acuerdo al estudio de las perspectivas del sector textil y confecciones al año 2025 publicado por el SNI (2021), el crecimiento promedio anual sería de 12% en un escenario esperado, este índice de crecimiento considera la recuperación gradual de la crisis sanitaria [9]. A continuación, se realiza la proyección de la demanda en términos del artículo patrón. Ver Tabla 11 [13].

TABLA 11

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA AL AÑO 2025 EN UNIDADES DE PATRÓN

Categoría	Real (patrón) Demanda 2020	Pronóstico (Patrón)			
		Demanda 2021	Demanda 2022	Demanda 2023	Demanda 2025
Pantalón caballero clásico	53,713	60,159	67,379	75,465	84,521
Pantalón caballero moda	33,397	37,405	41,894	46,922	52,553
Bermuda caballero clásico	11,548	12,934	14,487	16,226	18,174
Bermuda caballero moda	6,310	7,068	7,917	8,868	9,933
Pantalón dama moda	7,643	8,561	9,589	10,740	12,029
Bermuda dama moda	884	991	1110	1244	1394
Total	113,495	127,118	142,373	159,458	178,593

Luego se calculó el takt time requerido en el año 2020 y los tiempos estándar ajustados para cada una de las estaciones de trabajo. Con esta información se realizó el balance de línea que permitió incrementar el nivel de utilización de la línea de producción de 70% a 84%, además de reducir 10 estaciones de trabajo. Ver Tabla 12. [13]

$$Takt\ time\ (2020) = \frac{108,000\ minutos}{113,495\ pantalones} = \frac{6,480,000\ segundos}{113,495\ pantalones} = 57.10\ \frac{segundos}{pantalón}$$

TABLA 12

BALANCE DE LÍNEA POR ÁREA

Balance de Línea					
Estación actual	TE (seg)	OEE	TEajust. (seg)	Estación nueva	Nuevo TEajust. (seg)
CORT-EST1	2.96	77.50%	3.82	CORT-EST1	13.01
CORT-EST2	4.53	77.50%	5.85		
CORT-EST3	2.59	77.50%	3.34		
CORT-EST4	43.96	77.50%	56.75	CORT-EST2	56.75
CORT-EST5	42.79	77.50%	55.24	CORT-EST3	55.24
CONF-EST1	44.82	75.50%	59.37	CONF-EST1	59.37
CONF-EST2	31.22	75.50%	41.36	CONF-EST2	41.36
CONF-EST3	25.68	75.50%	34.02	CONF-EST3	34.02
CONF-EST4	26.35	75.50%	34.9	CONF-EST4	34.9
CONF-EST5	32.83	75.50%	43.49	CONF-EST5	43.49
CONF-EST6	40.11	75.50%	53.13	CONF-EST6	53.13
CONF-EST7	44.27	75.50%	58.64	CONF-EST7	58.64
CONF-EST8	36.24	75.50%	48.01	CONF-EST8	48.01
CONF-EST9	39.14	75.50%	51.85	CONF-EST9	51.85
CONF-EST10	36.78	75.50%	48.72	CONF-EST10	48.72
CONF-EST11	43.01	75.50%	56.97	CONF-EST11	56.97
CONF-EST12	32.1	75.50%	42.52	CONF-EST12	42.52
CONF-EST13	38.52	75.50%	51.03	CONF-EST13	51.03
CONF-EST14	44.76	75.50%	59.29	CONF-EST14	59.29
CONF-EST15	36.18	75.50%	47.93	CONF-EST15	47.93
CONF-EST16	44.75	75.50%	59.28	CONF-EST16	59.28
CONF-EST17	41.87	75.50%	55.46	CONF-EST17	55.46
CONF-EST18	41.25	75.50%	54.64	CONF-EST18	54.64
CONF-EST19	21.16	75.50%	28.03	CONF-EST19	59.01
LAVA-EST1	43.39	81.20%	53.98	LAVA-EST2	46.51
CONF-EST21	27.08	75.50%	35.87		
CONF-EST22	41.58	75.50%	55.08		
CONF-EST23	24.68	75.50%	32.69	CONF-EST22	32.69
CONF-EST24	44.42	75.50%	58.84	CONF-EST23	58.84
CONF-EST25	44.36	75.50%	58.76	CONF-EST24	58.76
CONF-EST26	44.12	75.50%	58.44	CONF-EST25	58.44
CONF-EST27	42.3	75.50%	56.03	CONF-EST26	56.03
CONF-EST28	15.82	75.50%	20.96	CONF-EST27	55.48
CONF-EST29	26.06	75.50%	34.52	LAVA-EST3	52.75
CONF-EST30	43.92	75.50%	58.18		
CONF-EST31	37.54	75.50%	49.73		
CONF-EST32	35.41	75.50%	46.91	CONF-EST28	58.18
CONF-EST33	41.59	75.50%	55.09	CONF-EST29	49.73
CONF-EST34	41.4	75.50%	54.84	CONF-EST30	46.91
LAVA-EST1	43.35	81.20%	53.37	CONF-EST31	55.09
LAVA-EST2	26.99	81.20%	33.23	CONF-EST32	54.84
LAVA-EST3	10.79	81.20%	13.28	CONF-EST33	55.09
LAVA-EST4	42.85	81.20%	52.75	CONF-EST34	54.84
LAVA-EST5	9.64	81.20%	11.87	LAVA-EST1	53.37
LAVA-EST6	9.82	81.20%	12.09	LAVA-EST2	46.51
LAVA-EST7	9.03	81.20%	11.12	LAVA-EST3	52.75
LAVA-EST8	17.42	81.20%	21.45	LAVA-EST4	35.07
LAVA-EST9	16.63	81.20%	20.47	LAVA-EST5	21.45
LAVA-EST10	26.9	81.20%	33.12	LAVA-EST6	53.59
LAVA-EST11	38.11	81.20%	46.92	LAVA-EST7	46.92
LAVA-EST12	43.34	81.20%	53.36	LAVA-EST8	53.36
ACAB-EST1	39.49	76.60%	51.54	ACAB-EST1	51.54
ACAB-EST2	43.04	76.60%	56.18	ACAB-EST2	56.18
ACAB-EST3	42.48	76.60%	55.45	ACAB-EST3	55.45
ACAB-EST4	21.15	76.60%	27.61	ACAB-EST4	56.35
ACAB-EST5	22.02	76.60%	28.74		
ACAB-EST6	16.16	76.60%	21.09		
ACAB-EST7	26.12	76.60%	34.09	ACAB-EST5	55.19
ACAB-EST8	43.54	76.60%	56.83	ACAB-EST6	56.83

Fase 2: Implementación de metodología SLP

Las áreas consideradas para el rediseño del layout fueron el área de confección, ya que posee una ineficiente disposición de los puestos de trabajo, y el área de acabado, debido a que en el balance de línea se encontró la oportunidad de mejora de agrupar operaciones. Ver Figuras 9 y 10 [13].

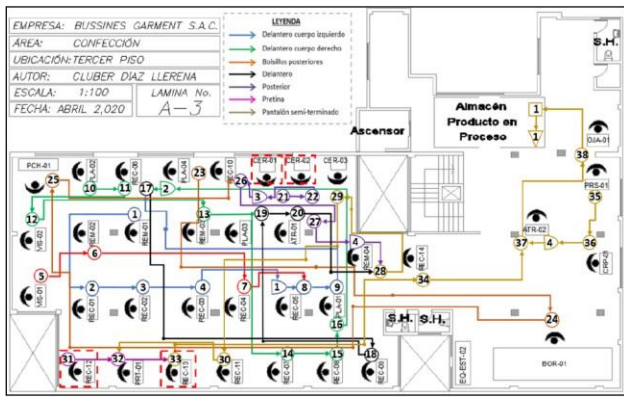


Fig. 9 DR inicial área de confección

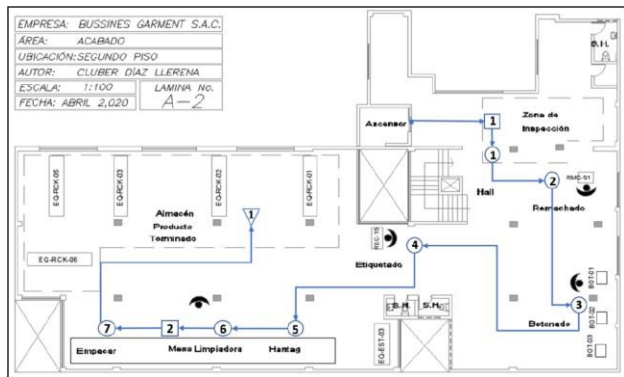


Fig. 10 DR inicial área de acabado

Aplicando la metodología y considerando un ancho mínimo de 1.4 metros para pasillos principales y 1 metro entre estaciones de trabajo. Debido al flujo constante de materiales y el uso de coche transportadores (0.95 m x 0.5 m) para movilizar el producto en proceso. Se presenta el DR mejorado del área de confección donde se visualiza que las máquinas están dispuestas de tal manera que flujo de trabajo sigue un recorrido en U. Ello redujo la cantidad de cruces y minimizó la distancia total recorrida a 225.60 metros (50% de la distancia total inicial). Ver Figura 11 [13].

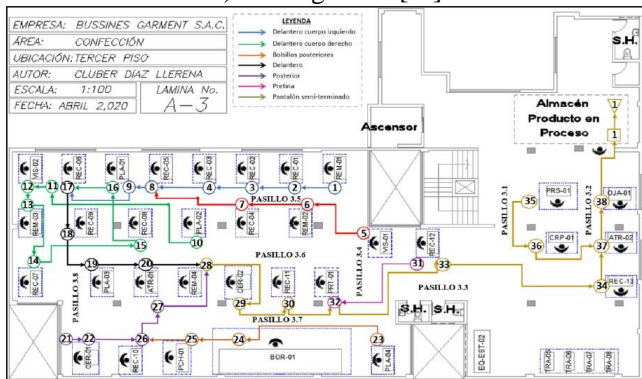


Fig. 11 DR mejorado área de confección

En otra instancia, se muestra el DR mejorado del área de acabado. En el cual se puede notar que, mediante el balance de línea, se reasignaron las actividades de colocar hantag y

limpiar las prendas a los operarios encargados del botonado y etiquetado, respectivamente. Ello permitió aumentar la utilización de la línea, reducir la distancia total recorrida a 33.70 metros (94% de la distancia total inicial) y liberar el pasillo principal para el transporte de producto en proceso y producto terminado. Ver Figura 12 [13].

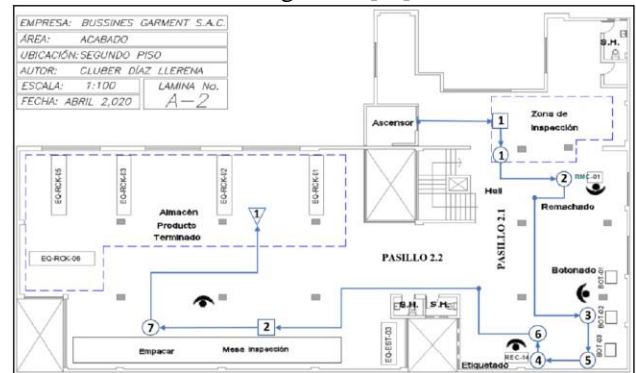


Fig. 12 DR mejorado área de acabado

En la Tabla 13 se exponen los resultados generales obtenidos por la aplicación de la metodología en términos de reducción de distancia recorrida (39%) y tiempo de transporte (38%).

TABLA 13
RESULTADOS DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA SLP

Mejora	Indicador	Unidad	Situación		
			Inicial	Mejorada	% Variación
Rediseño de layout	Distancia Recorrida	metros	576	349	-39%
	Tiempo de Transporte	segundo	390	244	-38%

Fase 3: Implementación de metodología 5S's

Aplicación de primera S: Clasificación

Objetivo: mantener en las zonas lo necesario para desempeñar el trabajo rutinario y retirar todos aquellos elementos que no aporten valor (innecesarios).

Como primer paso se establecieron categorías para catalogar a cada elemento. Ver Figura 13 [13].

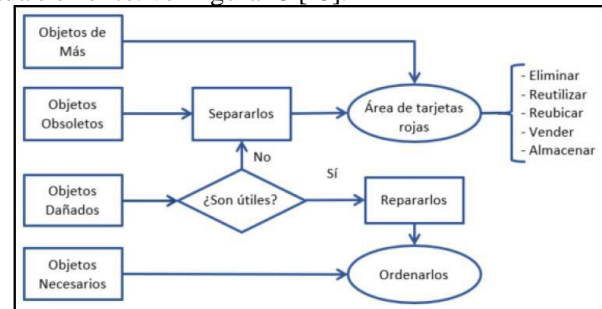


Fig. 13 Diagrama de flujo de clasificación

En segundo lugar, se realizó un censo de los objetos (máquinas, equipos y materiales), lo cual permitió identificar su necesidad y establecer el plan de acción para los artículos innecesarios, caducos o malogrados. Para este fin se utilizó la estrategia de tarjetas rojas, estas permiten advertir que en el sitio de trabajo existe algún objeto innecesario y debe realizarse alguna acción correctiva. Ver Figura 14 [13].

TARJETA ROJA 5S

Fecha:
 Área:
 Rem:
 Número de parte:
 Cantidad:
 ¿Para qué se utilizó?
 ¿Quién gestionó su salida?

ACCIÓN RECOMENDADA

☐ Eliminar
☐ Reubicar
☐ Reparar
☐ Reciclar
☐ Reutilizar
☐ Vender

Observación:
 Fecha límite:

Fig. 14 Tarjeta roja 5S's

La eliminación de los elementos innecesarios tuvo un impacto directo en la superficie liberada. En total se liberó aproximadamente 92 m², lo cual permitió desocupar los pasillos y mejorar el flujo de los materiales.

Aplicación de segunda S: Ordenar

Objetivo: establecer el lugar adecuado para todos los elementos necesarios.

Se utilizó el formato de elementos necesarios en las áreas inspeccionadas. Por otro lado, se formalizaron las fichas técnicas para la caracterización de las máquinas. Ver Tabla 14 [13].

TABLA 14
FORMATO DE FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA RECTA

FICHA TÉCNICA		Código: FR005-S-02
		Fecha:
		Revisión:
ÁREA DE CONFECCIÓN Y ACABADO		
DATOS GENERALES		
Nombre de máquina	Recta mecánica	
Ubicación	Confección	
Código	MQ-REC-01	
Marca	Juki	
Modelo	DDL-S100E	
Procedencia	Japón	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Altura máxima	767	mm
Largo x ancho	713 x 313	mm
Aguja	5	mm
Velocidad	5,000	puntadas/min.
Potencia	450	W
Peso	51	kg
Voltaje	220	Voltios
CONDICIÓN		
Estado Actual	Operativo	
Función	Confección y Acabado de prendas	
Elaborado: Cluber Diaz Llerena	Revisado y Aprobado: Richard Diaz Limay	
Fecha:	Fecha:	

Además, se señalizaron los pasillos como control visual para permitir el flujo eficiente de materiales. Ver Figura 15 [13].



Fig. 15 Control visual

Aplicación de tercera S: Limpieza

Objetivo: mantener un espacio de trabajo impecable. La limpieza permite inspeccionar e identificar fuentes de suciedad (FS) y lugares de difícil acceso (LDA) para eliminarlos desde la raíz. Así mismo, se elaboró lecciones de punto para instaurar procedimientos de limpieza de máquinas. Ver Tabla 15 [13].

TABLA 15
LECCIÓN DE PUNTO LIMPIEZA DE MÁQUINA RECTA

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS		Código	FR003-S-03
Nombre de máquina:	Recta mecánica	Fecha de formato	
Ubicación:	Confección	Marca:	Juki
Código:	MQ-REC-01	Modelo:	DDL-S100E
		Procedencia:	Japón
Conservar la máquina recta libre sin los siguientes agentes contaminantes:		Lubricación barra de aguja:	
- Pelusa - Aceite - Polvo - Óxido		Colocar gotas de aceite en el tanque de aceite. Importante: reduce el calentamiento por fricción, menor desgaste de barra y bocina	
Componentes de la máquina:		Lubricación el gancho:	
2. Barra de aguja 3. Pie de prensa-telas 4. Transporte (placa-impelente) 5. Impelente 6. Sistema de corta hilos		Retirar tapa 1 y llenar el tanque con aceite 22° 2. Nivel máximo de aceite 3. Nivel mínimo de aceite	

Aplicación de cuarta S: Estandarizar

Objetivo: estandarizar el proceso de fabricación de las prendas de vestir

El primer estándar consta de formatos de fichas técnicas para todas las etapas de producción, lo cual permitirá homogenizar las buenas prácticas. Ello permitió reducir el tiempo estándar de fabricación de una prenda de 30.24 minutos a 28.87 minutos. Ver Tabla 16 [13].

TABLA 16
FORMATO DE FICHA TÉCNICA DE CORTE

FICHA TECNICA DE CORTE										Código:	FR001-S-04			
										Versión:				
										Vigencia:				
Código producto:										Tallas:				
Descripción:										Género:				
Cliente:										Tela:				
Marca:														
Ploteo:														
Patrón:														
DESCRIPCION DEL CORTE														
Nº	Pieza	Talla									Lote de Trabajo	Cant.	Cortar	Enumerar
1		26	28	30	32	34	36	38	40	42				
2														
3														
4														
5														

Del mismo modo, se diseñó el mapa de riesgos para cada una de las áreas, resaltando los principales peligros, rutas de evacuación, señales de advertencia, obligación, salvamento y equipos de lucha contra incendios. Ver Figura 16 [13].



Fig. 16 Mapa de riesgos área de corte

Aplicación de quinta S: Disciplina

Objetivo: generar un hábito de utilización continua de los procedimientos establecidos en las fases anteriores.

En este caso es vital realizar talleres que intensifiquen los conocimientos del personal de la planta respecto a las herramientas lean. Por añadidura, se hace énfasis en la programación de reuniones periódicas para monitorear el avance de la implementación. De igual forma, la gerencia promovió un programa de incentivos por cumplimiento como una estrategia de reforzamiento positivo, mediante reconocimientos tangibles como recompensa económica por desempeño, bonos de consumo e intangibles como menciones del colaborador de mes.

Auditoría de cierre

Para culminar se realizó la auditoría final para ver el avance de la implementación de la metodología 5S's en la fábrica, donde se evidencia que todas las áreas han sobrepasado el avance objetivo de 90%. Ver Tabla 17 [13].

TABLA 17
RESUMEN AUDITORÍA FINAL 5S'S

Resumen auditoría de cierre 5S's (Planta)			
Id	5S	Avance Inicial (%)	Avance Final (%)
S1	Clasificación (Seiri)	57%	100%
S2	Ordenar (Seiton)	46%	99%
S3	Limpiar (Seiso)	50%	98%
S4	Estandarizar (Seiketsu)	43%	98%
S5	Disciplina (Shitsuke)	38%	93%

Fase 4: Implementación de metodología Kanban

La instauración del sistema Kanban se realizó en las líneas de productos clasificados como tipo A y B, aquellas que contribuyan con aproximadamente el 80% del margen de contribución. Como primer paso, se realizó la capacitación al personal para el aprendizaje y compromiso de la metodología Kanban. Este programa es dictado por el supervisor de producción y cuenta con una parte práctica que funge de entrenamiento con pequeñas simulaciones del sistema en un proceso específico.

Se analizó el inventario final promedio de la línea de acabado, lo cual permitió calcular los días de inventario de producción para cada línea y se estableció un sistema de Kanban de retiro al inicio de la línea de acabado, el cual indique la cantidad de

piezas a abastecer, de cada tipo de producto, por el proceso de lavado. Ver Tabla 18 [13].

TABLA 18
ANÁLISIS DE ABASTECIMIENTO A LÍNEA DE ACABADO

Código	Descripción	Productividad (pant. / día)	Stock actual (pant.)	Salida de Línea (pant.)	Stock final (pant.)	Días de producción
P001	Pantalón caballero cross clásico	601	614	271	343	0.57
P002	Pantalón caballero denim clásico	601	939	440	499	0.83
P003	Pantalón caballero denim moda	532	567	343	224	0.42
P004	Pantalón caballero cross moda	532	2,496	288	2,208	4.15
P005	Pantalón dama denim moda	497	3,219	364	2,855	5.75
P006	Bermuda caballero cross clásico	925	1,032	310	722	0.78
P007	Bermuda caballero denim clásico	925	8,841	359	8,482	9.17
P008	Bermuda caballero denim moda	859	9,748	344	9,404	10.95
P009	Bermuda dama denim moda	823	6,063	369	5,694	6.91

Finalmente se calculó que es necesario contar con 17 Kanban para el periodo analizado, conservando un inventario de seguridad del 15%. Ello permitió reducir la cantidad de días de inventario de 7 a 6.34.

Evaluación técnica de implementación

las mejoras tuvieron un impacto significativo en el OEE de las cuatro áreas, dado que el indicador es mayor al 80% en cada una de ellas. Ver Tabla 19 y Tabla 20 [13].

TABLA 19
INDICADORES OEE

Indicador	Área	Unidad	Situación		% Variación
			Inicial	Mejorada	
OEE	Corte	%	77%	80%	4%
	Confección	%	75%	81%	8%
	Lavado	%	81%	83%	2%
	Acabado	%	77%	80%	4%

Fig. 19 Registro OEE final de la fábrica

TABLA 20
INDICADORES DEL PROYECTO

Mejora	Indicador	Unidad	Situación		% Variación
			Inicial	Mejorada	
Balance de Línea	Cantidad Estaciones	unid.	59	49	-16.9%
Rediseño de layout	Distancia Recorrida	metros	576	349	-39.4%
	Tiempo de Transporte	segundos	390	244	-37.4%
5S's	Productividad	producto patrón / hora	60	62	+3.3%
	Calidad	%	91.6%	92.7%	+1.1%
Kanban	Días de inventario (mes)	días	7	6.34	-4.9%

Evaluación económica de implementación

El flujo de caja económico se proyecta en un horizonte temporal de 5 años. Considerando que la implementación de las propuestas se realiza en el año 0, cuya inversión asciende a S/ 70,995. En los años siguientes se reportan los ahorros y ventas adicionales. Se concluye que el Valor Presente Neto (VAN), el cual se calculó con un COK de 13.81%, tiene un valor de S/ 101,908 y una tasa interna de retorno (TIR) de 33%. Ver Tabla 21 [13].

TABLA 21
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO DEL PROYECTO

Elemento	Año					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total de Ingresos	S/ -	S/ 72,663	S/ 74,460	S/ 82,388	S/ 91,695	S/ 101,001
Total de egresos	S/ -	S/ 49,697	S/ 49,697	S/ 49,697	S/ 49,697	S/ 49,697
Inversión	S/ 70,995	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Ingresos-Egresos	-S/ 70,995	S/ 22,966	S/ 24,763	S/ 32,691	S/ 41,998	S/ 51,305

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

La implementación de Balance de línea y SLP permitió minimizar la cantidad de estaciones a diez y equilibrar los tiempos estándar de las actividades. Los operarios de las estaciones eliminadas fueron trasladados a otras actividades como transporte de producto en proceso y manejo de tarjetas Kanban. Por otro lado, se acortó la distancia total recorrida en 39%; en consecuencia, disminuyó el tiempo de transporte en 38% y optimizó el flujo de los materiales. La implementación de las 5S's permitió a mejorar el ambiente de trabajo, ya que se eliminan actividades de no valor agregado y objetos innecesarios a lo largo de la línea de producción, se generan estándares de trabajo basados en buenas prácticas y aumenta el compromiso de los colaboradores al contar con un lugar de trabajo limpio y seguro. La implementación del sistema Kanban aportó en reducir los días de inventario de productos terminados en 4.9%. El impacto global se resume en el aumento de la productividad total de la empresa de 60 a 62 pantalones por hora y elevar el indicador de calidad en 1.1%. Ello le proporciona a la empresa una ventaja competitiva en productividad, calidad y cumplimiento, los cuales son factores críticos en la industria nacional.

B. Recomendaciones

Se aconseja ajustar la malla de horarios de trabajo conforme la demanda se crezca a lo largo del periodo analizado. El escenario mejorado tiene con una capacidad de producción anual de 182,036 unidades patrón, laborando 2,677 horas regulares. Lo cual cumple con asegurar el cumplimiento de la demanda pronosticada hasta el año 2024, sin generar sobretiempos. Además, es imperativo el regular seguimiento de la gerencia y jefaturas, con la consigna de preservar la correcta ejecución de los estándares de trabajo implementados con las 5S's. Lo cual mantendrá un entorno de trabajo en óptimas condiciones; así mismo, fomentar el compromiso a todos los colaboradores de la empresa para formar ventajas competitivas sostenibles a lo largo del tiempo. Finalmente, es primordial la documentación de cada una de las fases del proyecto y el permanente seguimiento con las auditorías internas.

REFERENCIAS

- [1] LA CAMARA (2022). Sector Manufactura creció 17.9% en 2021 superando niveles prepandemia. Lima. Consulta: 09 de mayo de 2020.
- [2] MEJÍA, Samir y Alan RAU (2019). "Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil". Industry, Innovation, And

- Infrastructure for Sustainable Cities and Communities. Jamaica, número 236, pp. 3. Consulta: 20 de mayo del 2021. Obtenido de http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP236.pdf
- [3] GARCÍA, Roberto (2013). Estudio del Trabajo. México: McGraw-Hill, pp. 210-228. Consulta: 16 de agosto de 2019.
- [4] PAREDES, Francis. (2014). Manufactura Esbelta JIT y Kanban [diapositiva]. Consulta: 27 de Agosto de 2016.
- [5] ASAD, Syed. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. Cogent Engineering, vol. 3. Consulta: 18 de Mayo del 2021, de DOI: <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>.
- [6] FLORES, Christian y LAGUNA, Brayan. (2020). Propuesta de implementación de un sistema de planificación y control de operaciones para una MYPE de calzado utilizando inventarios agregados, MRP/CRP y Heijunka. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta: 06 de Marzo del 2020.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). (2021). Informe técnico. Producto Bruto Interno Trimestral. Lima, número 2. Consulta: 06 de Junio de 2021, de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-pbi-i-trim-2021.pdf>
- [8] EY PARTHENON. (2020). Perspectivas de la Industria de Consumo durante COVID-19. Now, next & beyond en México, Colombia y Perú [diapositiva]. Consulta: 9 de Junio de 2021.
- [9] SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS (SNI). (2021). "Industria Textil y Confecciones Marzo 2021". Especiales de la Industria. Lima, pp. 3-38. Consulta: 4 de Junio de 2021, de <https://sni.org.pe/especiales-de-la-industria/>
- [10] MEJÍA, Samir. (2020). Dirección del proyecto "Creación de un programa on-line de formación en Administración", aplicando estándares PMI e indicadores de Gestión de Beneficios. Tesis de maestría en Administración y Dirección de Proyectos. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Escuela de Postgrado. Consulta: 07 de Mayo del 2021.
- [11] EL COMERCIO. (2021). Economía peruana cerró el 2020 con una caída de 11.1% tras el golpe de la pandemia del COVID-19. Consulta: 1 de Junio de 2021, de <https://elcomercio.pe/economia/peru/economia-peruana-cerro-el-2020-con-una-caida-de-11-1-tras-el-golpe-de-la-pandemia-del-covid-19-inei-coronavirus-nndc-noticia/?ref=ecr>
- [12] LA CAMARA (202). Los retos de la Industria Textil y Confecciones frente a la COVID-19. Lima. Consulta: 29 de Junio de 2020.
- [13] DIAZ, Cluber. (2022). "Análisis y propuesta de mejora en empresa de confección de pantalones utilizando herramientas de Ingeniería Industrial". Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial. Consulta: 20 de Enero del 2022.
- [14] CRUELLES, José. (2012). Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. Toledo: Marcombo S.A., 2012. Consulta: 26 de Septiembre de 2020.
- [15] ACOSTA, Anthony. (2017). Adaptado de Diagnóstico y mejora de procesos en la afiliación de comercios al servicio de comercio electrónico en una empresa de medios de pago. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta: 12 de Junio del 2021.
- [16] MONTALVO, Jannelly (2020). "Reducción del tiempo de entrega de pedidos utilizando un modelo adaptado de gestión de almacén, SLP y Kanban aplicado en una Mype textil en Perú". 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, número 330, pp. 4. Consulta: 25 de Mayo del 2021. Obtenido de <http://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/meta/FP330.html>