

# Analysis and proposal of improvement of the production process of a company of garments for women garments through the use of Lean Manufacturing tools and an RFID technology system

A. Gallardo Huamaní, Bachiller, J. Rau Álvarez, Magíster  
Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, andrea.gallardo@pucp.pe, jrau@pucp.edu.pe

*Abstract– The increasing competitiveness generated by Fast-fashion and the slow growth of a PYME in the textile-clothing sector with more than 30 years in the market has generated losses represented and the closure of 2 boutiques in the last 2 years, so it is very important analyze the current production system proposing alternatives based on the philosophy of Lean Manufacturing and an RFID technology system.*

*Keywords-- Lean Manufacturing, waste, RFID.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.121>  
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

# Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confecciones de prendas femeninas mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID

A. Gallardo Huamani, Bachiller, J. Rau Álvarez, Magíster  
Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, andrea.gallardo@puccp.pe, jrau@puccp.edu.pe

**Resumen—** La creciente competitividad generada con la llegada de los Fast-fashion y el lento crecimiento de una pyme dedicada al sector textil – confecciones de prendas femeninas con más de 30 años en el mercado ha generado pérdidas representadas y el cierre de 2 boutiques en los últimos 2 años motivo por el cual es de suma relevancia realizar un análisis de su sistema de producción actual proponiendo alternativas con base a la filosofía de Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID.

**Palabras Clave—**Manufactura Esbelta, desperdicios, RFID.

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico del Perú ocurrido entre los años 2017 al 2018 se ha visto reflejado en diversos sectores de la industria minera, pesquera, de construcción, entre otros. Asimismo, la industria textil-confecciones no ha pasado desapercibida demostrando un crecimiento relevante para los productores textiles y empresarios debido a la recuperación económica de sus compradores internacionales más importantes como es el caso de EE.UU. Sin embargo, las principales marcas peruanas no logran competir con las internacionales en territorio peruano evidenciándose una mejor aceptación del mercado internacional en los diseños de exportación reflejando así la necesidad de la creación de marcas que representen significativamente al Perú.<sup>1</sup> Según el Ministerio de Producción (2015)<sup>2</sup>, el sector textil-confecciones representa una de las principales fuentes de empleos (412 mil puestos) con mayor participación las micro,

1. Produce: Sector prendas de vestir se recuperará en el 2018 y crecerá alrededor de 4%. <https://gestion.pe/economia/produce-sector-prendas-vestir-recuperara-2018-creceria-alrededor-4-224404> (Consultado 01 de setiembre de 2018)

2. Industria Textil y Confecciones – Estudio de investigación sectorial [https://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d\\_11.pdf](https://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d_11.pdf) (Consultado 16 de setiembre de 2018)

pequeñas y medianas empresas las cuales han aumentado un 38.3% desde el 2009 reflejando así la alta competitividad presente en un mercado global donde los clientes priorizan la calidad de los productos a un menor precio y con plazos de entrega cada vez más cortos. Las empresas productoras deben

adoptar nuevas formas para lograr gestionar sus procesos de manera más eficiente garantizando su posicionamiento en el mercado nacional e internacional. Para lograrlo es de suma importancia la implementación de Manufactura Esbelta y un Sistema tecnológico RFID permitiendo incrementar los niveles de productividad, mejorar la calidad, reducir lead times y costos y administrar eficazmente recursos tanto materiales como humanos logrando la satisfacción de los clientes y una mejor negociación con los proveedores.

## II. ASPECTOS GENERALES

### A. Manufactura Esbelta

El Sistema de producción Toyota, comúnmente conocido como Manufactura Esbelta, tiene como definición principal “hacer más con menos” refiriéndose a la utilización de una menor cantidad de recursos como tiempo, espacio, maquinaria, materia prima y mano de obra, sin dejar de cumplir los requerimientos del cliente. (Villaseñor, et al., 2009) [1].

Según Jorge Luis García-Alcaraz, et al., (2014) [2], Manufactura Esbelta está compuesta de gran cantidad de herramientas aplicadas en manera sistemática y habitual las cuales ayudan a eliminar operaciones que no generan valor agregado aumentando el valor de cada actividad al eliminar y reducir desperdicios logrando mejorar las operaciones.

### B. Principios del Pensamiento Esbelto

Según Womack, et al., (1996) [3], existen 5 principios:

#### 1) Identificar valor desde la perspectiva del cliente:

Es primordial que el fabricante cree ese valor teniendo en claro los requerimientos del cliente de manera se le ofrezca el producto a un precio que esté dispuesto a aceptar.

#### 2) Mapear la cadena de valor:

Analizar operaciones del proceso productivo e identificar tres tipos de actividades: las que agregan valor, las que no agregan valor, pero son necesarias bajo ciertas condiciones y deben ser reducidas; y, por último, las que deben ser eliminadas.

#### 3) Crear flujo:

El material debe fluir sin interrupciones durante el proceso productivo, desde la materia prima hasta el consumidor, al ritmo del takt time en pequeñas cantidades hasta poder elaborar y mover una pieza a la vez sin ninguna interrupción.

#### 4) Ser jalados por el cliente:

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.121>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Conocido como sistema “pull” en el cual la producción depende de las órdenes de pedido del cliente o según los requerimientos de la etapa siguiente en el proceso evitando que el fabricante empuje los productos hacia los clientes.

5) *Buscar la perfección:*

El cumplimiento de los 4 principios previamente mencionados genera una actitud de mejora continua al seguir perfeccionando los procesos e incrementando su eficiencia.

C. *Desperdicios de Manufactura (Muda)*

Lean busca eliminar todo tipo de desperdicios que no agregan valor (mudas). Según Ohno (1988), se tienen 7 desperdicios de producción, pero Womack y Jones agregaron uno adicional (Tapia Jessica, et al. 2017) [4].

1) *Sobreproducción.* Procesamiento de los productos antes de una orden de pedido o la producción en mayores cantidades. Se considera el desperdicio principal causante de los otros desperdicios.

2) *Inventarios.* Almacenamiento excesivo de materia prima, producto en proceso y producto terminado requiriendo de instalaciones adicionales al ocupar gran cantidad de espacio.

3) *Transporte.* Movimiento del material o producto en proceso, incluye también los movimientos hacia el almacén los cuales no agregan valor al producto.

4) *Movimientos innecesarios.* Desplazamientos que realiza el personal de manera que no agregue valor al producto, estos pueden ser subir y bajar documentos, trasladarse para buscar materiales, entre otros.

5) *Tiempos de espera.* Operarios deben esperar instrucciones, información, o materiales para poder comenzar sus labores; del mismo modo involucra la espera de los clientes por la atención, piezas esperando ser procesadas, entre otros.

6) *Procesos innecesarios.* Conocido también como sobreprocesamiento el cual no genera valor desde el punto de vista del cliente.

7) *Defectos.* Involucra la repetición de un proceso o la reparación de un material debido a la corrección de alguna falla o por devoluciones del cliente.

8) *Recursos Humanos mal utilizados.* Subutilización del personal por mal uso de las habilidades y destrezas del personal para eliminar desperdicios, mejorar la productividad y aumentar la calidad.

D. *Herramientas de la Manufactura Esbelta.*

Acorde a León, et. al, (2017) [5] el sistema Lean se compone de pilares, herramientas y técnicas las cuales se implementan en los diversos procesos permitiendo alcanzar metas y objetivos de mejora. En la Tabla 1 [5] se muestra un resumen de estas herramientas clasificadas según su tipo.

TABLA 1  
TIPOS DE HERRAMIENTAS LEAN

Tipo de herramienta	Nombre	Descripción	Fuente
---------------------	--------	-------------	--------

Pilares Lean	Six Sigma	Identificación y corrección de las causas de los errores y al hacerlo reducir la tasa a un nivel de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) o 6σ. • Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo	(Kwak & Anbari, 2006: 708-709); (Arnheiter & Maleyff, 2005: 6-16)
	Justo a tiempo (JIT)	Sincroniza proveedores y procesos para reducir buena parte del desperdicio a partir del flujo, calidad e intervención de los empleados. • Reduce plazos de entrega, niveles de inventario, mejora calidad. • Proporciona operaciones fluidas y retroalimentación inmediata • Entrega al cliente lo que desea, en la cantidad que desea y exactamente como lo desea.	(Cuatrecasas, 2006); (Gaither & Frazier, 2000: 516, 537)
	Jidoka	Incorpora sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad detectar que se están produciendo errores. • Detención manual o automática del proceso de producción, a partir de la detección de errores, para prevenir despilfarros. • Automatización teniendo en cuenta al ser humano. • Relación entre las personas y maquinaria a cargo.	(Hernández & Vizán, 2013:55-58); (Villaseñor & Galindo, 2009:72)
	Kaizen	Cultura de mejora continua sostenible. • Involucra a toda la estructura organizacional y tiene costos relativamente bajos. • Forma líderes para proponer mejoras en el largo plazo.	(Alukal & Manos, 2006: 14-22); (Imai, 2012, 1-14)
Herramientas de seguimiento	Gestión Visual	Conjunto de medidas de comunicación que plasman de forma evidente y sencilla, la situación del sistema productivo, especialmente en anomalías y despilfarros. • Empodera y genera sentido de pertenencia en los empleados. • Demarca áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción. • Emplea indicadores.	(Alukal & Manos, 2006); (Hernández & Vizán, 2013:52-54)
Herramientas Operativas	5Ss	Conformado por: Seiri (Clasificación), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina) • Evita problemas relacionados al desorden y la falta de instrucciones. • Proporciona bienestar, disciplina y un ambiente armónico.	(Villaseñor & Galindo, 2009:79); (Rajadell & Sánchez, 2010: 48-66)

SMED Single minute Exchange of Dies	Conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina <ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarización instalando nuevos mecanismos, plantillas y anclajes funcionales, elimina ajustes de tiempos muerto.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:61-62); (Hernández & Vizán, 2013:42)
TPM- Total Product ive Mainte nance	Conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados <ul style="list-style-type: none"> <li>Previene pérdidas en todas las operaciones de la empresa.</li> <li>Maximiza la efectividad y alarga la vida del equipo.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:66); (Hernández & Vizán, 2013:48-52)
Kanban	Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que comunica información sobre el flujo del producto.	(Monden, 1996: 26-30)
Células de manufa ctura	Celdas de trabajo diseñadas para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes, permitiendo un flujo continuo transformando varios procesos, que trabajan de forma independiente, en una celda de trabajo conjunta. <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora la comunicación y utilización de personas y equipos.</li> <li>Considera la formación, disposición y secuencia de máquinas.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:55); (Chang, Wu & Wu, 2013: 439-449)
Poka Yoke	Instalación de dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario <ul style="list-style-type: none"> <li>A prueba de errores, respetando la inteligencia de los trabajadores.</li> <li>Prevenir la producción de defectos a través de la detección temprana de errores.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:83-85); (Hernández & Vizán, 2013:5558);
Herrami entas de Diagnós tico	Value Stream Mapping (VSM) Mapa en el que se especifica la cadena de valor de la organización tanto en áreas productivas como gerenciales <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica el flujo de procesos y desperdicios.</li> <li>Da respuesta a problemáticas de comunicación, personal, material, equipos y procesos.</li> </ul>	(Sullivan, Mc Donald, & Van Aken, 2002); (Nash & Poling, 2008:9-201);

### E. Tecnología RFID en el sector Textil – Confecciones

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es un sistema tecnológico que permite el reconocimiento de diversos objetos mediante ondas de radio. Su utilización se basa en adherir un chip por medio de “tags” o “etiquetas” a una prenda o ítem que se requiere identificar almacenando información del mismo y transmitirla por radiofrecuencia para ser captada por un lector. (TECNOLOGÍA INFORMÁTICA, 2019) [6]. Los sistemas RFID se encuentran formados por tres componentes básicos (CETEMMSA, S/A) [7]:

1) *Lector*. Dispositivo electrónico utilizado por un software que se encarga de la recepción y comunicación de señales con los objetos que contienen RFID.

2) *Antenas*. Utilizado por el lector para comunicar señales mediante ondas de radio.

3) *Etiqueta inteligente*. Elemento (tag o transponder) que se adhiere a un ítem permitiendo almacenar información y posteriormente transmitirla. Están compuestos por un chip y una pequeña antena las cuales son programadas electrónicamente con su información correspondiente. Adicionalmente, se requiere la implementación de un subsistema de procesamiento de datos o middleware RFID el cual permite almacenar y gestionar la información obtenida por los lectores interconectándose con los sistemas de la empresa. Ver Figura 1 [6].

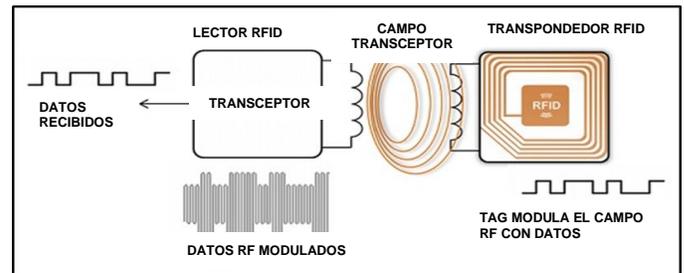


Fig. 1. Funcionamiento del sistema RFID

### F. Características principales de la tecnología RFID

CETEMMSA (S/A) [7] señala como principales características de la tecnología RFID las mencionadas a continuación.

1) *Identificación a distancia*: Prendas y utensilios pueden identificarse sin la necesidad de un contacto directo; permite la automatización del proceso de identificación disminuyendo los errores ocasionados por las operaciones manuales.

2) *Múltiple identificación*: Gran cantidad de prendas y utensilios logran ser identificados al mismo tiempo de manera instantánea, disminuye tiempos de conteo permitiendo el control automático de entradas y salidas.

3) *Capacidad de almacenamiento datos*: La tecnología RFID ofrece gran variedad de tags con múltiples capacidades de almacenamiento de hasta 2 kbits, es decir, 250 caracteres de información.

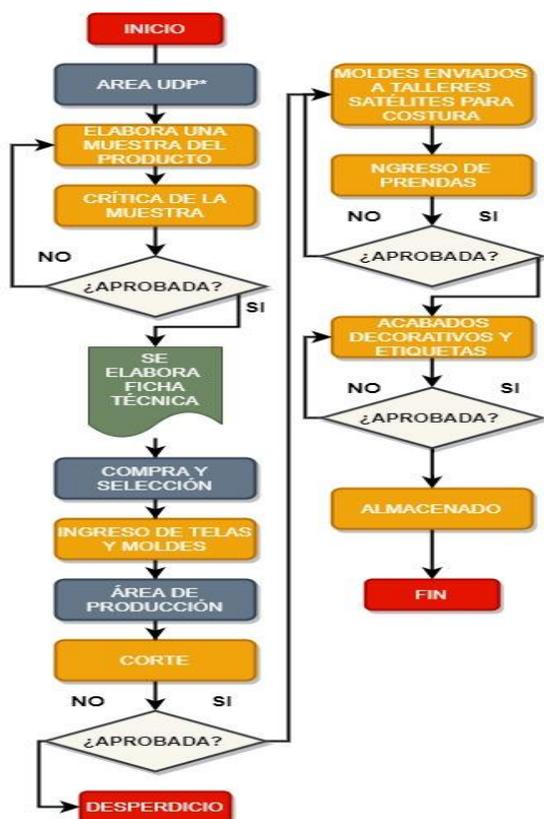
4) *Posibilidad para leer y reescribir*: Facilita la reutilización de los tags al permitir editar y actualizar la información previamente almacenada.

### III. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA Y SISTEMA TECNOLÓGICO RFID

La metodología utilizada contará con 2 fases:

#### Fase 1: Análisis y diagnóstico

La empresa en estudio pertenece al sector textil-confecciones, elabora prendas de vestir para damas en un rango de edad entre 35 y 60 años con principal enfoque en sectores socioeconómicos A y B. En la Figura 2 [8] se muestra las principales actividades del proceso de confecciones.



\*UDP = Unidad de desarrollo del producto  
Fig. 2. Flujoograma de procesos

**PRIMER PASO:** Justificación del área a mejorar  
La elección de área a mejorar se dará mediante 2 criterios determinando el que posee mayor impacto por ambos.

**Criterio 1.** Cantidad de trabajadores por área  
En la siguiente Tabla 2 se detalla la distribución del personal por área.

TABLA 2  
CANTIDAD DE TRABAJADORES POR ÁREA

Área	Cantidad de trabajadores
Administración y Finanzas (AF)	4
Logística (L)	4
Ventas (V)	3
Producción (P)	30
Oficina Técnica (OT)	7

El diagrama de Pareto Figura 3 muestra que el área de Producción y Oficina técnica representan el 80% de los trabajadores de la empresa en estudio teniendo mayor incidencia el área de producción.

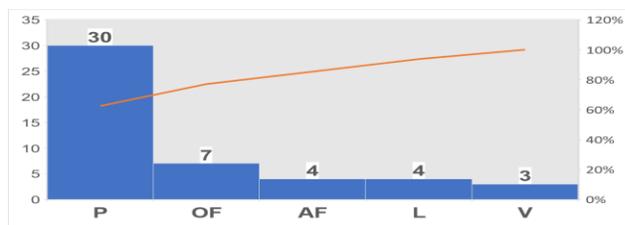


Fig. 3. Cantidad de Trabajadores por área

**Criterio 2.** Frecuencia del número de incidencias por área  
La Tabla 3 detalla la cantidad acumulada de incidencias.

TABLA 3  
FRECUENCIA DE INCIDENCIAS POR ÁREA

Área	Frecuencia por área
Administración y Finanzas (AF)	5
Logística (L)	7
Ventas (V)	7
Producción (P)	13
Oficina Técnica (OT)	9

El diagrama de Pareto Figura 4 muestra que el área de Producción, Oficina técnica y Logística representan el 80% de las incidencias de la empresa en estudio teniendo mayor porcentaje el área de producción.

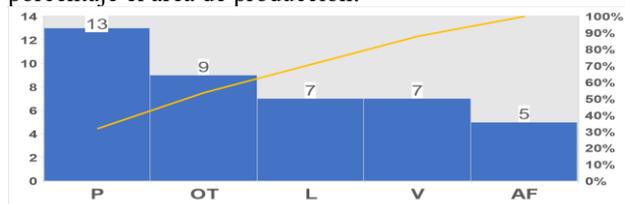


Fig. 4. Frecuencia de incidencias por área

**SEGUNDO PASO:** Justificación de la familia de productos a mejorar

La empresa posee 4 líneas principales de producción las cuales comprenden la elaboración de sastres, prendas coctel, sacos de alpaca y prendas casuales. Los volúmenes de producción se detallan gráficamente en la Figura 5. Los productos con mayor demanda son los sastres y la línea casual; sin embargo, los sacos sastre son los más aceptados en el mercado; para su fabricación se requiere la mayor cantidad de maquinaria y además genera más ingresos.



Fig. 5. Porcentaje de producción por producto

**TERCER PASO:** Justificación de los problemas más críticos en el área de producción

Para identificar los problemas más críticos se hará uso de la matriz de causas y efectos en la cual los inputs serán los inconvenientes encontrados mediante una lluvia de ideas con

el apoyo de los operarios y como outputs se va a considerar aquellas variables que sirven como criterio de evaluación de los clientes hacia las pymes: Calidad, costo y entrega Kotler, P. y Armstrong, G. (2001), [9]

TABLA 4  
MATRIZ CAUSA Y EFECTO

	Calidad	Costo	Entrega	Outputs
	8	10	6	Importancia
Inputs	Correlación de input a output			Total
P1	3	9	3	132
P2	0	9	0	90
P3	9	9	9	216
P4	3	9	9	168
P5	0	9	0	90
P6	9	9	3	180
P7	1	9	1	104
P8	1	3	9	92
P9	3	1	1	40

\*P(n) = Problema n<sup>o</sup>#

Con el diagrama de Pareto Figura 6 se concluye que los problemas críticos más resaltantes en el área de producción son: P3. Mermas en la operación corte en base a los moldes utilizados, P6. Fatigas y dolores musculares en el cuello, espalda, piernas y brazos, inadecuada distribución en las áreas de trabajo y P4. Retrasos en la producción por parte de los talleres satélites responsables de la operación costura. Representando así el 80% de los problemas en la planta. Al determinar los tres problemas de mayor relevancia en el área seleccionada se procederá a identificar sus causas de manera detallada utilizando como herramienta principal el diagrama de Ishikawa. Ver Figura 7, 8 y 9. Las causas de los problemas más relevantes del área de producción se clasificarán dependiendo del nivel de impacto que logren generar como causa raíz, muy graves y graves. Para ello se hará uso de una herramienta de análisis de datos e información en la cual se va a considerar 4 criterios: Calidad, costo, entrega y productividad del operario.

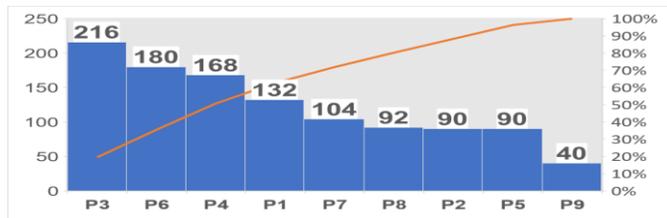


Fig. 6. Problemas críticos en el área de producción

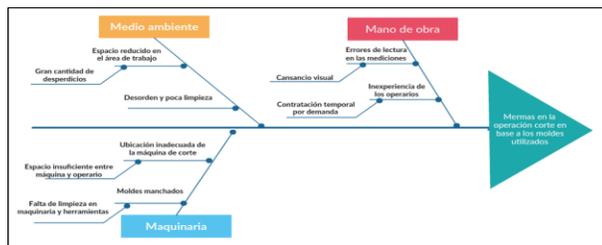


Fig. 7. Diagrama Ishikawa P3

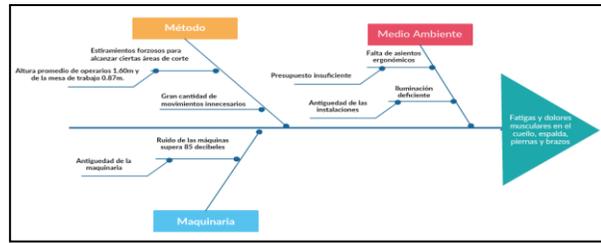


Fig. 8. Diagrama Ishikawa P6

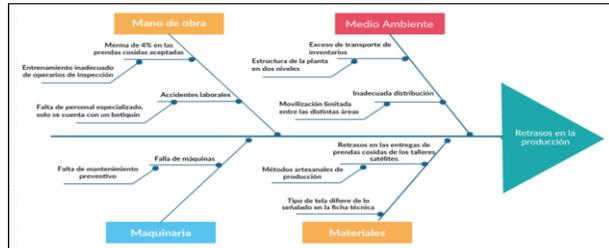


Fig. 9. Diagrama Ishikawa P4

Se concluye que las causas raíz se encuentran relacionadas en mayor cantidad con la mano de obra de la planta debido a que causas como la inexperiencia de los operarios, accidentes laborales y errores de lectura de medición disminuyen o aumentan de manera perjudicial los criterios mencionados. En segundo lugar, se debe tener en cuenta el medio ambiente considerando como causa raíz el desorden y la falta de limpieza en la planta, así como las fallas en las máquinas que retrasan tiempo de producción. Es de vital importancia el análisis de las causas muy graves las cuales se encuentran distribuidos entre los Materiales: Retrasos de entregas de los talleres satélites, Mano de obra: Merma de 4% en prendas cosidas, Máquina: ubicaciones inadecuadas y manchas en moldes, Método: Gran cantidad de movimientos innecesarios y por último en Medio Ambiente por una inadecuada distribución en el área de producción.

**CUARTO PASO: Desarrollo de mapa de flujo de valor actual**

En el mapa de flujo de valor actual de sacos sastre Figura 10 se observa el flujo de información y de producción, los principales desperdicios, e indicadores como el tiempo de valor agregado de 922.5 segundos y el tiempo de no valor agregado 290220 segundos considera lotes de transferencia de 10 unidades.

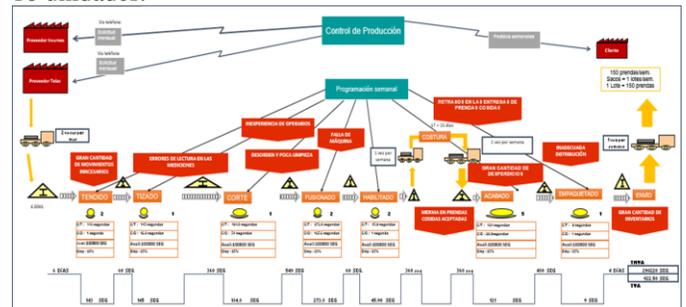


Fig. 10. VSM actual

Es de suma importancia determinar el takt time, ver (1), ritmo de producción definido por el cliente mediante el cual demanda los productos y por ende la empresa debe producir en base a ese tiempo si espera cumplir con sus requerimientos = takt time de la empresa de 672 segundos.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida} \quad (1)$$

Una vez elaborado el VSM actual se logra identificar aquellos desperdicios presentes para posteriormente reducirlos y eliminarlos.

**QUINTO PASO:** Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro

Luego de desarrollar el VSM de la situación actual se va a elaborar el mapa de flujo de valor futuro identificando oportunidades de mejora donde se pueda implementar las herramientas de la filosofía Lean ayudando con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega del cliente. Visualmente se tendrá una idea de las herramientas que serán utilizadas. Ver Figura 11.

**SEXTO PASO:** Priorización de herramientas de Manufactura Esbelta

Al identificar las herramientas lean en el mapa de flujo de valor futuro se procede a seleccionar y priorizar aquellas que podrían ser más útiles y factibles de implementar conforme a la situación de la empresa en estudio con ayuda de la siguiente matriz de la Tabla 5.

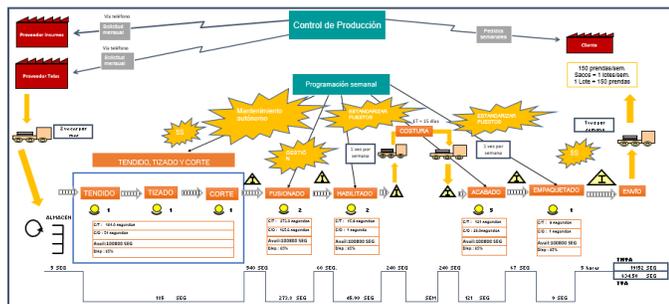


Fig. 11. VSM futuro

TABLA 5  
MATRIZ DE HERRAMIENTAS LEAN

Causas / Herramientas Lean	Estandarización	Poka Yoke	5 S	S M E D	T P M	K a n b a n	J I T	Flujo continuo	Gestión Visual
Desorden y poca limpieza			X	X	X				
Inadecuada distribución			X		X			X	
Gran cantidad de movimientos innecesarios	X	X	X	X		X		X	
Ubicación inadecuada de máquinas de corte			X					X	X
Moldes manchados		X	X		X				X
Fallas de máquinas	X		X	X	X				
Errores de lectura en las mediciones	X	X	X						X

Inexperiencia de los operarios	X	X	X						
Merma de 4% en las prendas cosidas aceptadas		X	X	X	X				X
Accidentes laborales			X		X				
Retrasos en la entrega de prendas cosidas de los talleres satélites	X		X			X	X		
Gran cantidad de inventario			X			X			
Total	5	5	12	4	6	3	1	3	4

En términos generales, se observa que las herramientas con una posible mayor participación son las 5S, TPM, Poka Yoke, SMED, Gestión visual y Estandarización.

**Fase 2: Propuesta de Mejora**

**SÉPTIMO PASO:** Aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID.

A. Implementación de la herramienta 5S

**Pasos previos para la implementación**

Capacitar al personal involucrado, desde el directivo hasta los operarios, en base a la filosofía Lean y sus herramientas, además de mencionarse los beneficios que lograrían en su implementación de manera personal como empresarial.

Constituir grupos de trabajo conformado por el personal previamente capacitado en los cuales se debe elegir al líder de cada equipo considerando conocimientos técnicos (aptitudinales) y buenas prácticas de trabajo en equipo (actitudinales). Ver Figura 12.

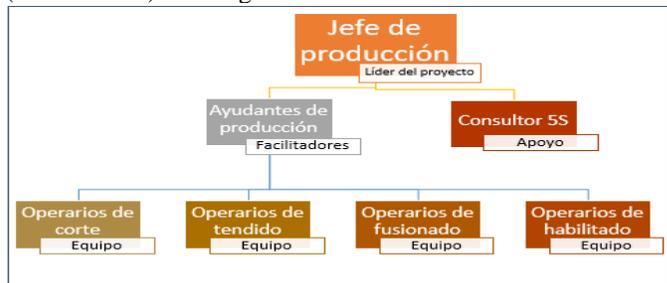


Fig. 12. Organigram del equipo 5S

Comunicar la relación de los objetivos de Manufactura Esbelta con los de la empresa de manera que los colaboradores sientan que con su participación están siendo parte de un cambio importante en la empresa.

1) SEIRI (Clasificar)

La primera S hace referencia a “mantener solo lo necesario”, es decir, identificar aquello que ya no sirve. Las tarjetas rojas, ver Figura 13 [10], serán de gran utilidad como material de apoyo para separar aquellos elementos que no pertenecen al área de trabajo fusionado y habilitado. Mediante un análisis gráfico de la situación actual del área se reportará aquellos elementos que deben ser identificados con una tarjeta roja. Como ejemplo ver Figura 14.

Tarjeta Roja	
NOMBRE DEL ARTICULO	
FOLIO N° 0001	
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Retención 6. Inventario en Físico 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
FECHA	LOCALIZACIÓN
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA VALOR 3
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desordenado 6. Contaminante 7. Otro
Consideraciones especiales de almacenamiento	
<input type="checkbox"/> Ventilación especial <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> En camaras <input type="checkbox"/> Máxima altura <input type="checkbox"/> Ambiente a
ELABORADA POR	Departamento o sección
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Deshecho completo
FECHA DE DESECHO	Firma autorizada(s) FECHA DE DESPACHO
Vender o tirar	
Número	Fecha
FOLIO	N° 0001
Tarjetas	MINI PLANTIA

Fig. 13. Tarjeta Roja

Al identificar el inventario presente en el área de trabajo, se procederá al análisis de cada ítem identificando el estado y uso detallado en la Tabla 6.



Fig. 14. Identificación de inventario

TABLA 6  
 REPORTE DE INVENTARIO

Ítem	Descripción	Uso	Estado	Observación
1	Bolsas con tela sobrante	Ninguno, se espera reutilizarse	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
2	Retazos de tela sin procesar	Ninguno, se espera reutilizarse	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
3	Rollos de tela	Materia prima para el proceso de tendido	Objeto necesario	Ordenarlo en estantes disponibles
4	Palos de escoba	Ninguno	Objeto dañado	Mover a área de tarjetas rojas
5	Conos de hilos	Materia prima para costura de muestras y/o acabados	Objeto necesario	Ordenar colores según frecuencia de uso
6	Maniquí de costura	Guía para armar una prenda, poca frecuencia de uso	Objeto necesario	Ordenar en un espacio que no dificulte el tránsito
7	Máquina de costura	Coser muestras y/o acabados, poca frecuencia de uso	Objeto necesario	Programar mantenimiento
8	Bidón de agua	Contenedor de agua	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
9	Bolsa de residuos	Contenedor de residuos	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
10	Rollo de bolsas	Variado, depende de la operación	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
11	Tricotex	Ninguno, se	Objeto de	Mover a área de

	sobrante	espera reutilizarse	más	tarjetas rojas
12	Utensilios personales	Ninguno, exclusivo de uso personal	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
13	Botella de agua	Hidratación personal	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
14	Botella de alcohol	Desinfectante manual	Objeto necesario	Reemplazarse por un gel de uso general

## 2) SEITON (Orden)

El término “orden” hace referencia a la facilidad con que puede encontrarse un objeto al ser ubicado en un lugar exacto resultando sencillo retirarlo y volver a guardarlo.

### Gestión Visual.

Al representarse un estándar mediante un elemento gráfico a través de colores y/o una numeración se facilita su visualización y control estableciendo un lugar para cada elemento lo cual permite determinar las irregularidades de una operación que no se encuentra acorde a lo establecido.

Como se observa en la Figura 15, se ha desarrollado una señalización a nivel área, subáreas y zonas como en el caso de la zona de Habilitado en la cual se dividió la mesa de trabajo en moldes en proceso y terminados listos para su distribución. Asimismo, se ha dividido el estante de tendido y corte en 3 zonas colocando etiquetas para cada caso. Las zonas principales se encuentran doblemente etiquetadas: por nombre y por orden del proceso; a su vez, las máquinas poseen los mismos letreros. Todas las zonas y máquinas pertenecientes al área se encuentran señalizadas con líneas amarillas con un diseño exclusivo para la máquina de corte debido a que esta puede utilizarse en diversas zonas del área de corte. Debido al uso eléctrico de las máquinas de costura, cortadora y fusionadora, se debe colocar una señalización de “Riesgo eléctrico”; a su vez, las zonas de corte, así como la máquina fusionadora requieren el menor tránsito posible en los pasillos por motivos de seguridad del personal.

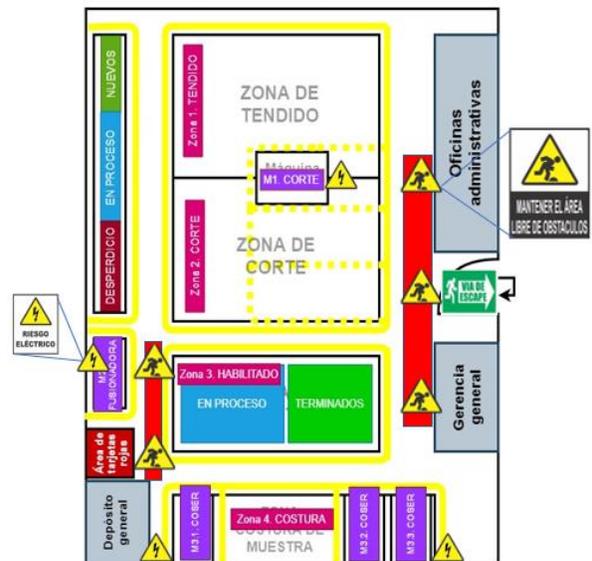


Fig. 15. Señalización EMPRESA

### 3) SEISON (Limpieza)

“Limpieza” connota la creación de un área de trabajo impecable logrando aumentar la eficiencia de la mano de obra.

#### Mantenimiento Autónomo.

Posee principal enfoque en la eliminación del deterioro forzado estableciendo condiciones básicas que ayuden a mantener el equipo con lubricación y ajuste adecuados.

Es fundamental la creación de un manual de limpieza en el cual se va a enfatizar aquellos estándares buscados como la utilización de simples elementos: jabones, detergentes, líquidos especiales en cuanto a cantidades, frecuencia y tiempo promedio establecido para su uso. Así como realizar una limpieza inicial. Para realizar la limpieza inicial es necesario tener en consideración las siguientes actividades principales:

**Eliminar suciedades.** La información obtenida se debe registrar en tarjetas amarillas que permitan su posterior análisis y planificación de acciones correctivas. Ver Figura 16 [10].

Fig. 16. Tarjeta Amarilla

**Identificar las anomalías presentes.** Para ayudar a la comprensión del término “anomalía” se deberá facilitar ayudas de aprendizaje tales como el desarrollo de LUP’s (Lecciones de un punto).

Al identificar una anomalía se debe utilizar 3 tipos de etiquetas: “Azul” si el operario posee la capacidad para solucionar el problema, “Roja” si considera que no tiene las competencias o herramientas necesarias y “Amarilla” si se presenta una condición insegura para la salud, Figura 17 [11]

Fig. 17. Etiqueta azul, rojo y amarillo.

**Identificar Focos de suciedad (FS) y Lugares de difícil acceso (LDA).** Un ejemplo de ello se visualiza en la Figura 18

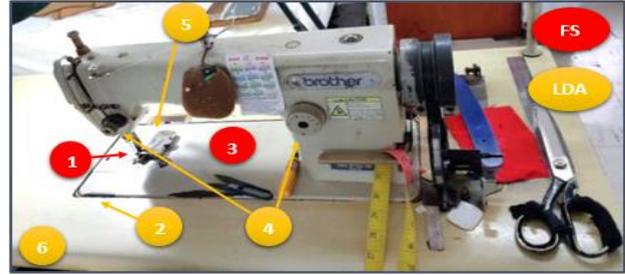


Fig. 18. FS y LDA de máquina recta.

1. Pelusas y restos de hilos acumulados en la porta agujas, porta bobinas y canillero.
  2. Debido que la máquina se encuentra empotrada, los bordes de la base son un lugar de difícil acceso para la limpieza.
  3. La base de la máquina recta, es una zona que se acumula de hilos y aceites conforme se utiliza, posee una limpieza muy escasa.
  4. Los reguladores de tensión y de puntada requieren de limpieza y lubricación interna para evitar paradas de máquina; sin embargo, son difíciles de difícil acceso.
  5. La porta canillera y el canillero son lugares de difícil acceso que requieren limpieza por hilos acumulados y lubricación constante.
  6. Debajo de la mesa es una zona de escasa limpieza, así como el pedal que posee acumulación constante de polvo e hilos.
- Teniendo como guía de mantenimiento el manual elaborado junto con los operarios y el consultor, se debe elaborar el formato del plan de mantenimiento preventivo de manera que se obtenga un registro y control de las operaciones realizadas a cada maquinaria. Ver Figura 19 [12].

Fig. 19. Formato de registro TPM

### 4) SEIKETSU (Estandarizar)

El término “estandarización” implica el mantenimiento y control de las propuestas de mejora desarrolladas en las

TABLA 7  
FORMATO DE EVALUACIÓN AUDITORÍA INTERNA

C A T E G O R Í A	Elemento	¿ C U M P L E ?	Grado de Cumplimiento			R E S U L T A D O
			<=25 %	<=50 %	<=100 %	
S E I R I	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	¿Están todos los artículos restantes arreglados correctamente en condiciones sanitarias y seguras?					
	¿Los pasillos y áreas de trabajo están señalados, ordenados y limpios?					
S E I T O N	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenos hábitos de manufactura?					
	¿Está todo en su lugar específico y bajo las normas de buenos hábitos de manufactura?					
	¿Son los estándares y los límites fáciles de reconocer?					
S E I S O	¿Están las áreas de trabajo limpias y usan limpiadores y detergentes aprobados?					
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	¿Se distinguen fácilmente los materiales de limpieza, detergente y limpiadores aprobados?					
S E I K E T S U	¿Está toda la información necesaria en forma visible?					
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
S H I T S U K E	¿Los trabajadores observan los procedimientos estándar de limpieza y seguridad?					
	¿Se verifica regularmente que la organización limpieza y el orden se observen?					
	¿Todo el personal se involucra que el almacén este ordenado y limpio?					

primeras 3S logrando así mantener a personas y máquinas en buenas condiciones.

Para lograr la estandarización en el área de producción es necesario establecer estándares de orden y limpieza a través de una política de trabajo logrando mantener un ambiente de trabajo limpio, ordenado y seguro. Asimismo, se elaboró fichas de proceso y corte para estandarizar las operaciones. Ver Figura 20 y 21.

Fig. 20. Ficha técnica de procesos

Fig. 21. Ficha técnica de corte

### 5) SHITSUKE (Disciplina)

Para convertir las 4S en una forma natural de actuar es fundamental el entrenamiento y compromiso del personal. Para alcanzar una mejora continua se han de programar auditorías internas para determinar el grado de implementación de las 5S. En la Tabla 7 se puede apreciar el resumen de un formato para auditoría donde se obtiene un resultado por categoría en base al ponderado de los grados de cumplimiento.

### B. IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID

La herramienta RFID a utilizar será de las siguientes características.

**Tags RFID adhesivas.** Sus dimensiones de menor tamaño facilitan ser adheridas con mayor facilidad a los moldes de la prenda a enviar.

**RFID pasivos.** Su activación se realiza al recibir la señal de radiofrecuencia del lector el cual se encontrará a una corta distancia de las prendas al momento de su ingreso.

**Memoria de solo lectura.** La información contenida no requiere ser modificada ni el tag reutilizado; mediante la lectura de los tags se tendrá información de la cantidad ingresada.

**Tecnología HF.** Permite la trazabilidad e identificación de cada ítem a cortas distancias en gran cantidad de prendas.

*Funcionamiento del sistema RFID para el control de entradas y salidas de prendas.*

Los equipos involucrados directamente en la implementación de esta tecnología serán capacitados para la correcta adherencia del tag al molde, así como el funcionamiento del software de lectura de datos. El equipo de habilitado trabajará directamente con el tag y el encargado del software será uno de los facilitadores del área.

Paso 1. Cada prenda debe poseer un tag RFID en el molde de mayor tamaño, estas etiquetas integran de antemano la información a ser leída por el lector RFID. Esta operación, a corto plazo, no generará retrasos en el proceso de habilitado debido a que el conteo es una de las funciones fundamentales del equipo añadiéndose a ello la colocación de los tags como una sola actividad.

Paso 2. El lector RFID se encontrará instalado en la entrada del almacén de productos en proceso donde se realizará la primera verificación por radiofrecuencia de la cantidad de moldes habilitados que serán entregados a los talleres satélites.

Paso 3. Culminado el proceso de costura se reingresan las prendas de manera conjunta al almacén de productos en proceso donde se realizará una lectura masiva de las prendas, por ende, no es necesario la lectura de cada etiqueta como en el caso de los códigos de barra.

Paso 4. El software en mención se diseña para controlar mediante una interfaz simple información relacionada con la prenda mediante la lectura del tag accediendo a información contenida en la base de datos: Cantidad, talla, modelo, taller satélite enviado, entre otros según lo requerido por la empresa.

El sistema RFID permite un mayor control de las entradas y salidas de productos en proceso al contener un número de serie único e irreplicable reduciendo posibles errores ocasionados por los operarios al momento de realizar el conteo, asimismo, permite la trazabilidad de la prenda en cuanto a características y talleres satélites responsables del proceso teniendo un mejor control de la calidad de prendas recibidas. Para una mayor visualización de la herramienta propuesta ver flujo de prendas con la tecnología RFID en Figura 22.

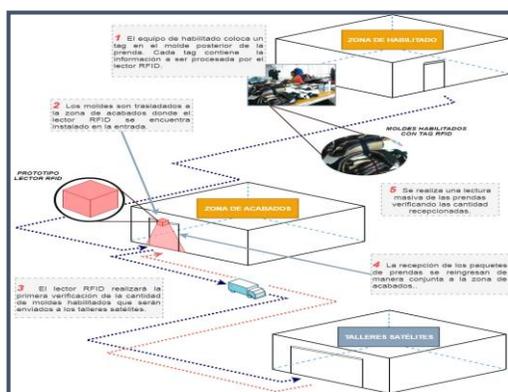


Fig. 22. Flujo de prendas con la tecnología RFID

**NOVENO PASO:** Evaluación del impacto económico

En términos cuantitativos, es indispensable la evaluación de los beneficios obtenidos con la implementación de las propuestas en base a los ahorros anuales generados en las operaciones. Ver detalle en Tabla 8.

TABLA 8  
AHORROS GENERADOS

Propuesta	Ahorro por:	Monto (S./)
5S	Menos hr. extras demanda por campañas	5384.5
	Menor costos en mermas	280.6
RFID	Disminución del tiempo de conteo	123.3
	Disminución tiempo de digitalización	450
	Menos hr. extras de procesamiento de moldes faltantes	348.75
	Menor cantidad de traslados por moldes faltantes	132
	Menos hr. extras de carga laboral del jefe de calidad	281.3
	Menor costo por producto faltante	2400
TOTAL		

El flujo de caja está proyectado en un lapso de 5 años, considerando que la recuperación de la inversión es factible durante este tiempo. Desde que inicia el proyecto, el año 0 representa el año en que se realizará la implementación de las 5S en conjunto con Gestión Visual, Mantenimiento Autónomo y la tecnología RFID. En el periodo 0, se logra visualizar un único desembolso total que corresponde a S/. 18 903 (Gastos e inversiones en consultoría, inversión tecnológica, recursos humanos y materiales) generando ahorros de S/. 9400 por año colocados como flujo negativo en la cuenta de gastos del proyecto. Ver Tabla 9.

TABLA 9  
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

EGP	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Gastos	15,069	-9,400	-9,400	-9,400	-9,400	-9,400
Resultado operativo	-15,069	9,400	9,400	9,400	9,400	9,400
Participación de trabajadores		448	448	448	448	448
Oibda	-15,069	8,953	8,953	8,953	8,953	8,953
Depreciación	-	447	447	447	447	447
Impuesto a la Renta		851	851	851	851	851
Flujo Total	-15,069	8,102	8,102	8,102	8,102	8,102

Inversión total	3,835					
Flujo de caja financiero	-18,903	8,102	8,102	8,102	8,102	8,102

Como resultado se aprecia los siguientes indicadores del proyecto: Valor Presente Neto (VAN), calculado con un WACC del 11.5%, que tiene un valor de S/ 10,760 y una tasa

interna de retorno (TIR), de 32.28% recuperándose la inversión realizada en 2 años y 11 meses.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### A. Conclusiones

Proyecto factible en el área de producción para la línea de sacos sastres con un VAN de S/. 10 760 > 0 y una TIR de 32.28% mayor que el WACC.

La implementación de las 5S es la base para desarrollar herramientas de Manufactura Esbelta

Gestión visual impacta positivamente en el aumento de la productividad, calidad y confiabilidad, permite un tránsito de mayor espacio y seguridad. Aumenta el rendimiento en 15%, disminuye defectos en un 96%.

Mantenimiento autónomo contribuye a un cambio de actitud entre los operarios minimizando el riesgo de errores que perjudiquen la calidad de la prenda. Disminuye en 40% costos de Mantenimiento y en 70% la cantidad de accidentes laborales

La tecnología RFID posee una alta inversión inicial, pero los grandes beneficios obtenidos la convierten en una herramienta rentable inclusive para una PYME.

##### B. Recomendaciones

Es fundamental capacitar al personal al inicio del programa involucrándolo en el proceso.

La motivación es fundamental para lograr resultados óptimos y duraderos.

Periodos de reuniones acerca de las mejoras obtenidas; inducir a los nuevos operarios a trabajar en base a la filosofía Lean.

Propuesta RFID primer paso para la implementación futura de nuevas herramientas para automatizar procesos que presentan múltiples errores manuales.

Documentación de la secuencia seguida durante el proceso de implementación, así como los avances para identificar rápidamente alguna desviación presente.

Auditorías internas como externas

Para empezar a percibir los ahorros evaluados en el análisis financiero al inicio del año 1, se recomienda iniciar el proyecto a mitades del año 0 debido a que se estima un periodo de implementación de 6 meses, caso contrario se percibiría solo el 50% de los ahorros generados.

#### REFERENCIAS

- [1] VILLASEÑOR, Alberto y Edber GALINDO (2009). Manual de Manufactura Esbelta Guía básica. México: Limusa. Consulta: 04 de octubre de 2018.  
[https://kupdf.net/download/manual-de-lean-manufacturing-guia-basica-alberto-villaseor-1ra-edicion\\_5997a89edc0d608d2f300d1d\\_pdf](https://kupdf.net/download/manual-de-lean-manufacturing-guia-basica-alberto-villaseor-1ra-edicion_5997a89edc0d608d2f300d1d_pdf)
- [2] GARCÍA-ALCARAZ, Jorge Luis, Aidé Aracely MALDONADO-MACÍAS y Guillermo CORTES-ROBLES (2014). Manufactura Esbelta in the Developing World. EE. UU: Springer. Consulta: 04 de octubre de 2018.
- [3] WOMACK, James P. y Daniel T (1996). "Lean Thinking" Consulta: 04 de octubre de 2018.
- [4] TAPIA, Jessica, Teresa ESCOBEDO, Enrique BALLON, Guillermina MARTINEZ y Virginia ESTEBANE (2017). A framework for the

- implementation of Manufactura Esbelta in the industry. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Consulta: 06 de octubre de 2018.
- [5] LEÓN - Gonzalo Emilio, MARULANDA - Natalia, GONZÁLEZ - Henry Heli (2017). "Success key factors on lean manufacturing implementation, at some companies based in Colombia" Revista Tendencias vol. XVIII No. 1, Colombia. Consulta: 04 de octubre de 2018.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n1/v18n1a05.pdf>
- [6] TECNOLOGÍA INFORMÁTICA (2019). Tecnología RFID. Los tags RFID. Ventajas e implementación. Consulta: 10 de junio de 2019.  
<https://tecnologia-informatica.com/tecnologia-rfid-tags/>
- [7] CETEMMSA (S/A). Tecnología RFID en el sector textil. Consulta: 03 de junio de 2019.
- [8] EMPRESA (2015). "Nosotros". Consulta: 16 de setiembre de 2018.  
<https://www.empresa.com/nosotros>
- [9] KOTLER, P. y Armstrong, G. (2001). "Fundamentos del Marketing". Consulta: 03 de junio de 2019. México.
- [10] TESIS USON (S/A). "Tesina José Manuel Lagunas". Consulta: 03 de junio de 2019.  
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/17812/capitulo3.pdf>
- [11] SCA CONSUMIDOR MÉXICO Y LATINOAMÉRICA (2015). Mantenimiento autónomo. Consulta: 03 de junio de 2019.  
<https://www.slideshare.net/CristianMedina21/002-em-mantenimiento-autonomo>
- [12] MARTÍN, Lina (2012). "Formatos básicos de mantenimiento" Consulta: 03 de junio de 2019.  
<https://www.slideshare.net/linamartinfer/formatos-basicos-de-mantenimiento>