



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING, PARA REDUCIR COSTOS DE FABRICACIÓN DE UNA EMPRESA EDITORA DE PERIÓDICOS”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autor:**

Ana Claudia Tolentino Alva

**Asesor:**

Ing. Julio César Cubas Rodríguez

Trujillo – Perú

2020

## DEDICATORIA

*A mí.*

*Sin mi esfuerzo nada habría sido posible.*

*Porque, aunque el mundo se me vino abajo y tuve mil razones para rendirme, no lo hice.*

*Porque cuando más necesité apoyo y todo el mundo me dio la espalda, saqué fuerzas, aún no sé de dónde, para poder continuar y supe dejar a un lado cualquier problema al momento de estudiar.*

*Porque incluso cuando ya no tenía ni las ganas ni la fortaleza para seguir, no abandoné, resistí y me di cuenta de que la única persona con la que cuento y que necesito soy yo misma.*

*Lo logrado es por mí y para mí. Yo, mi único soporte, mi ayuda, mi propio hogar.*

*También dedico esta tesis a mi amado país: Perú. Y sueño con el día en el que haya igualdad de oportunidades para todos los peruanos en costa, sierra y selva.*

*En memoria de Princesa, Bonnifaz, Dulce y Nefertiti, las mascotas de mi vida.*

*Mención especial a Nefertiti, porque tuve la dicha de que me escogiera, me acompañara durante el último año de mi primera carrera y me alegrara la vida.*

**Ana Claudia Tolentino Alva**

## AGRADECIMIENTO

*A los giros del destino que me trajeron hasta aquí y me hicieron estudiar ingeniería industrial en 2012-2 y porque, aunque en algún punto lo dudé, no paré hasta culminar la carrera en el 2016-1.*

*Agradezco a los docentes de ingeniería industrial por todas sus enseñanzas. Especialmente a mi asesor por su oportuna respuesta a pesar de que ahora toda comunicación es virtual debido a la pandemia del COVID-19.*

*Me agradezco a mí por tanta paciencia, por resistir y porque después de cuatro años de egresada por fin decidí que este 2020 acabaría la tesis. Terminar la tesis de ingeniería industrial significa cerrar una etapa de mi vida que desde hace mucho tiempo anhelaba dejar atrás. Este final es un nuevo comienzo para mí y a partir de este punto soy libre y ya puedo descansar en paz.*

*Finalmente, agradezco muchísimo a quien esté leyendo esta tesis por prestar atención y espero que le resulte útil esta investigación.*

*Y ánimo, aunque todo te abandone, NUNCA, JAMÁS te rindas.*

**Ana Claudia Tolentino Alva**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática .....	12
1.2. Antecedentes.....	18
1.3. Bases Teóricas .....	19
1.4. Formulación del problema.....	22
1.5. Objetivos .....	22
1.5.1. Objetivo General .....	22
1.5.2. Objetivos Específicos .....	22
1.6. Hipótesis.....	22
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	23
2.1. Tipo de investigación .....	23
2.2. Métodos .....	23
2.3. Procedimiento.....	25
2.3.1. Descripción general de la empresa.....	25

2.3.2.	Descripción del área problemática .....	27
2.3.3.	Diagnóstico del área problemática .....	28
2.3.4.	Identificación de indicadores .....	34
2.3.5.	Desarrollo 5S.....	36
2.3.6.	Desarrollo SMED.....	46
2.3.7.	Desarrollo Poka Yoke.....	56
2.3.8.	Plan de capacitación .....	65
2.3.9.	Cálculo de inversiones.....	67
2.3.10.	Evaluación económica - financiera .....	68
 CAPÍTULO III. RESULTADOS		 70
3.1.	Resultados de 5S .....	70
3.2.	Resultados de SMED .....	72
3.3.	Resultados de Poka Yoke .....	74
3.4.	Resumen de resultados .....	75
 CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		 76
4.1.	Discusión .....	76
4.2.	Conclusiones.....	77
 REFERENCIAS		 79
 ANEXOS		 81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de pérdida por material por falta de limpieza	15
Tabla 2. Metodología empleada para la presente investigación	23
Tabla 3. Operacionalización de las variables de estudios	24
Tabla 4. Principales bienes y servicios de la empresa editora de periódicos	25
Tabla 5. Principales Stakeholders de la empresa editora de periódicos	26
Tabla 6. Incidencias y horas improductivas por búsquedas de materiales (2019)	30
Tabla 7. Cálculo de pérdida monetaria CR1	31
Tabla 8. Número de incidencias y sobretiempo de cambio de formato	32
Tabla 9. Cálculo de pérdida monetaria CR2	32
Tabla 10. Registro del total de periódicos malogrados – Año 2019	33
Tabla 11. Cálculo de pérdida monetaria de CR3	34
Tabla 12. Matriz de indicadores	35
Tabla 13. Matriz de priorización de problemas que originan defectos	57
Tabla 14. Descripción de problemas priorizados	58
Tabla 15. Resumen de inversiones por cada herramienta	67
Tabla 16. Resumen de resultados económicos de las herramientas de mejora	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Penetración de la lectura de periódicos diarios en el mundo	12
Figura 2. Porcentaje de personas que leen periódicos y minutos diarios	13
Figura 3. Punto de equilibrio contable	14
Figura 4. Gráfica de control del tiempo de cambio de formato de periódico	16
Figura 5. Sobreproducción de periódicos del segundo semestre del 2019	17
Figura 6. La casa del Lean Manufacturing	20
Figura 7. Procedimiento de implementación de 5S	21
Figura 8. Procedimiento de implementación de SMED	21
Figura 10. Mapa de procesos de la empresa editora de periódicos	26
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso realizado en el área de producción	27
Figura 12. Diagrama de Ishikawa de la problemática general	29
Figura 13. Procedimiento para implementar 5S	36
Figura 14. Procedimiento para la clasificación de objetos innecesarios	37
Figura 15. Aplicación se SEIRI mediante tarjetas rojas	38
Figura 16. Criterio para realizar la organización	39
Figura 17. Evidencia de rotulación de las áreas	39
Figura 20. Formato de establecimiento de estándar para orden de oficina	41
Figura 21. Formato de registro de auditoría de 5S	42
Figura 22. Formato de planificación de auditorías	43
Figura 23. Medición de horas improductivas por búsquedas y limpieza	44

Figura 24. Medición de la ejecución de trabajos de limpieza	44
Figura 25. Diagrama de Gantt para la implementación de 5S	45
Figura 26. Procedimiento para implementar SMED	46
Figura 27. Formato para el registro de actividades de cambio de formato	47
Figura 28. Formato para clasificación de actividades de cambio de formato	48
Figura 30. Formato de mejora para evitar succionamiento	50
Figura 31. Formato de registro del nuevo proceso de cambio de formato – Etapa 2	51
Figura 32. Formato de registro de mejora en cambio de placas de impresión	52
Figura 33. Formato de registro del procedimiento final de cambio de formato	53
Figura 34. Medición del tiempo de cambio de formato tras mejoras	54
Figura 35. Porcentaje de actividades internas y externas tras mejora	54
Figura 36. Diagrama de Gantt para la implementación de SMED	55
Figura 37. Procedimiento para implementar Poka Yoke	56
Figura 38. Diagrama de Pareto de los problemas que originan defectos	57
Figura 40. Formato de mejora para abastecimiento de tinta en los tanques	60
Figura 41. Formato de mejora de detección de atoramiento de papel	61
Figura 42. Procedimiento para la mejora continua de Poka Yokes	62
Figura 43. Registro de periódicos malogrados en semanas de pruebas	63
Figura 44. Diagrama de Gantt para la implementación de Poka Yoke	64
Figura 45. Formato de Plan de capacitación sobre las herramientas de mejora	66
Figura 46. Formato de análisis económico de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing	69



Figura 47. % Horas improductivas por búsquedas de materiales	70
Figura 48. % De ejecución de trabajos de limpiezas programadas	70
Figura 50. Tiempo promedio de cambio de formato (minutos)	72
Figura 51. % De actividades externas en los cambios de formato	72
Figura 52. Pérdida monetaria generada por CR2	73
Figura 53. % Periódicos malogrados	74
Figura 54. Pérdida monetaria generada por CR3	74

## RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos de fabricación en una empresa editora de periódicos, con el supuesto de que los costos de fabricación se reducirán.

La presente investigación por su orientación es del tipo aplicada y por su diseño, diagnóstica y propositiva, estableciéndose una metodología desarrollada en tres etapas: diagnóstico y cuantificación de pérdidas monetarias del área analizada, identificación y desarrollo de herramientas de Lean Manufacturing y análisis económico de la propuesta de implementación.

Se diagnosticó la situación actual del área de producción identificando tres causas raíz: falta de orden y limpieza, falta de un método eficiente para cambio de formato, y falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión; cuantificándose una pérdida monetaria anual de S/ 189,104.84.

La propuesta de mejora se desarrolló a través de tres herramientas de mejora las cuales fueron: 5S, SMED y Poka Yoke, obteniéndose resultados significativos entre los cuales están la reducción de los tiempos de búsquedas de materiales en un 77%, la reducción del tiempo de cambio de formato a 10.3 minutos y la reducción del porcentaje de periódicos malogrados hasta el 6.05%. Se evaluó económicamente la propuesta de mejora a través de los principales indicadores como: VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/. 55,843.45; 44.16% y 1.19 para cada indicador respectivamente, evidenciando que la implementación de las herramientas era factible y rentable para la empresa.

**Palabras claves:** 5S, SMED, Poka Yoke.

## ABSTRACT

A research work was carried out with the purpose of determining the impact of the Lean Manufacturing tools implementation proposal on manufacturing costs in a newspaper company, with the assumption that manufacturing costs will be reduced.

The present investigation, due to its orientation is of the applied type and by its design it is diagnostic and propositional, establishing a methodology developed in three stages: diagnosis and quantification of monetary losses in the analyzed area, identification and development of Lean Manufacturing tools and economic analysis of the proposal of implementation.

The current situation of the production area was diagnosed by identifying three root causes: lack of order and cleanliness, lack of an efficient method for format change, and lack of devices and procedures that avoid errors during printing; quantifying an annual monetary loss of S / 189,104.84.

The improvement proposal has been developed through three improvement tools, which were 5S, SMED and Poka Yoke, obtaining significant results among the main ones being the reduction of material search times by 77%, the reduction of the time of change of format to 10.3 minutes and reduction of the percentage of spoiled newspapers to 6.05%. The improvement proposal was economically evaluated through the main indicators such as; VAN, IRR and B / C, obtaining values of S /. 55,843.45; 44.16% and 1.19, for each indicator respectively, showing that the implementation of the tools was feasible and profitable for the company.

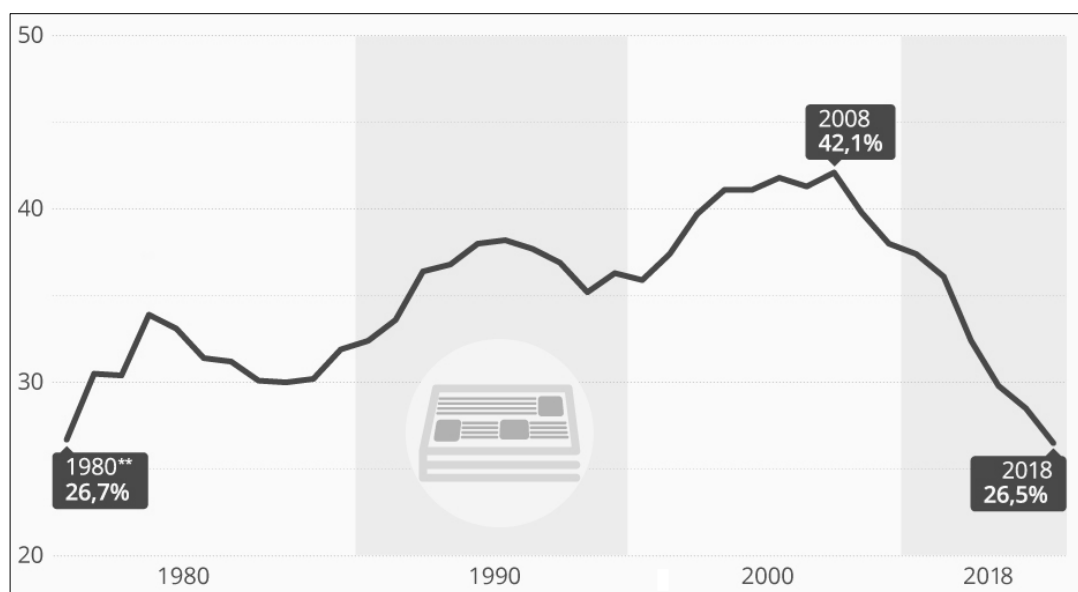
**Keywords:** 5S, SMED, Poka Yoke

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Durante los últimos años la lectura de periódicos impresos ha ido decreciendo de manera significativa, sometiendo a los medios especialistas en esta industria a dos fenómenos: la crisis económica y el uso exponencial del Internet para el consumo de noticias.

Como se puede observar en la Figura 1, durante el 2008 se presentó el último pico lectura de periódicos en el mundo, para luego descender considerablemente de un 42,1% a un 26,5%, siendo esta última cifra similar a la que se tenía en 1980. Evidentemente, las personas de la generación de esa década son las que en su mayoría mantienen aún el hábito por leer periódicos diariamente.



*Figura 1.* Penetración de la lectura de periódicos diarios en el mundo

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018)

Conociendo esta realidad, en la Figura 2, se muestran datos de 2016 solo hasta mayo y el porcentaje de lectores diarios de prensa, el tiempo de lectura continúa cayendo también en picada.

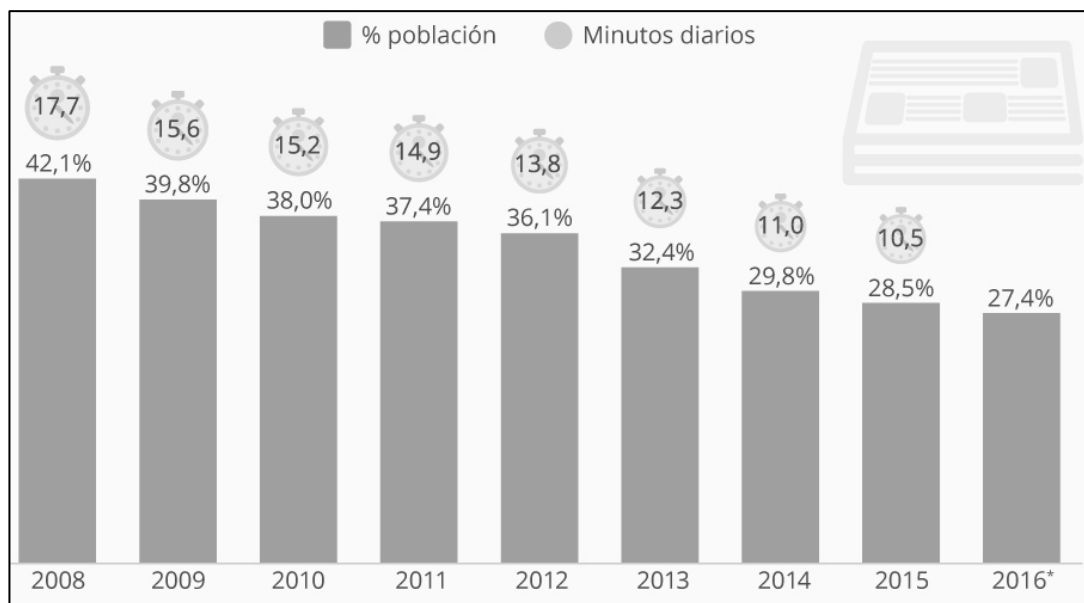


Figura 2. Porcentaje de personas que leen periódicos y minutos diarios

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2016)

Entonces, conociendo esta situación se puede afirmar que los medios de prensa han experimentado cambios revolucionarios, pasando de una situación de protección regulada a entornos abiertos altamente competitivos debido a la globalización y el avance de la tecnología. Por lo que, surge la necesidad de desplegar nuevas técnicas y procedimientos de mejora, para lograr una ventaja competitiva sostenida en el tiempo. Ante esto los expertos nos indican que la mejor estrategia es reducir costos de fabricación de los periódicos. Es en esta situación donde el Lean Manufacturing ofrece alternativas económicas y efectivas para buscar reducir costos a través de sus herramientas de mejora, que establecen soluciones sostenibles en el tiempo. El principal objetivo del Lean Manufacturing es eliminar los obstáculos que impiden una producción eficiente. (Socconini, 2019).

La empresa estudiada en la presente investigación no escapa a esta realidad, inminentemente ha visto reducir sus ventas ante el avance de la tecnología y ha ido perdiendo lectores ante las nuevas alternativas de información. Además, los problemas en la gestión del área de producción han conllevado al incremento de los costos de

fabricación. Elevando el punto de equilibrio contable significativamente, comprometiendo la rentabilidad de la empresa, y obligando a tener que vender más de diez mil periódicos, considerando que cada vez más hay menos lectores. En la Figura 3 se puede observar la gráfica del punto de equilibrio de la empresa estudiada.



Figura 3. Punto de equilibrio contable

Fuente: Empresa editora de periódicos

Ante este problema de tener que reducir los costos de fabricación de periódicos, será necesario para la empresa implementar herramientas de Lean Manufacturing, que le permitan operar y gestionar de manera más eficiente, reduciendo los desperdicios que se presentan en el área de producción.

Al realizar un análisis cualitativo del problema se pudieron identificar tres grandes desperdicios que generan pérdidas monetarias en el área de producción que son: pérdida de materiales y tiempos de búsquedas, elevado tiempo de cambio de formato y elevado número de periódicos malogrados.

El primer desperdicio se da por las pérdidas de materiales y tiempos de búsquedas debido a la falta de orden y limpieza en el área de producción. En la empresa no se

realiza frecuentemente la limpieza del área de trabajo, esto conlleva a que tanto la humedad como el polvo, afecte el material disponible, se estima que en promedio se pierde el 30.45% del material por falta de limpieza, generando una pérdida monetaria anual de S/. 35,081.11. Del mismo modo las herramientas y estaciones de trabajo, no se encuentra organizadas, generando muchos tiempos de búsquedas al momento de tener que iniciar la producción.

Tabla 1.

*Porcentaje de pérdida por material por falta de limpieza*

<b>Material</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Mediana (%)</b>	<b>Número de incidencias</b>
Papel periódico de 61.0 cm 45.0 gr/m <sup>2</sup>	10.90	10.60	12.00
Papel periódico de 30.5 cm 45.0 gr/m <sup>2</sup>	09.50	08.60	35.00
Papel periódico de 82.0 cm 45.0 gr/m <sup>3</sup>	73.70	45.20	41.00
Tinta black.	47.50	40.70	24.00
Tinta yellow.	31.30	37.10	05.00
Tinta magenta.	48.00	32.80	11.00
Tinta cyan.	59.80	32.60	08.00
Placa uv ctpc 850*586	18.30	17.90	04.00
Placa uv ctpc 914*610	18.00	13.80	53.00
Placa uv ctpc 670*586	11.30	07.70	30.00
Rev. placas ctpc	52.20	14.40	05.00
Roller wash	15.60	15.10	18.00
Solución de fuente	15.40	26.70	03.00
Conservador de planchas ctpc	25.40	14.80	03.00
Trapos wipall	19.90	29.50	07.00

Fuente: Empresa editora de periódicos

El segundo despilfarro que se presenta en la empresa, es el elevado tiempo de cambio de formato, actualmente el tiempo de cambio de formato es de 24.21 minutos, un tiempo muy elevado considerando que la empresa debe realizar en promedio hasta cuatro cambios de formatos diarios, por los distintos periódicos que imprime, este tiempo le quita flexibilidad a la proceso de producción, así como también condiciona a tener que alistar la edición de cada periódico a tiempo, considerando que en muchas

ocasiones se presentan noticias de último momento que modifican las ediciones a imprimir.

En la Figura 4 se muestra una gráfica de control de tiempo de cambio de formato, se puede observar que existen varios incidentes donde se sobrepasó el límite de control superior, dejando en evidencia que el proceso de cambio de formato se encuentra totalmente fuera de control. Se calcula una pérdida monetaria de S/. 39,564.13 anualmente.

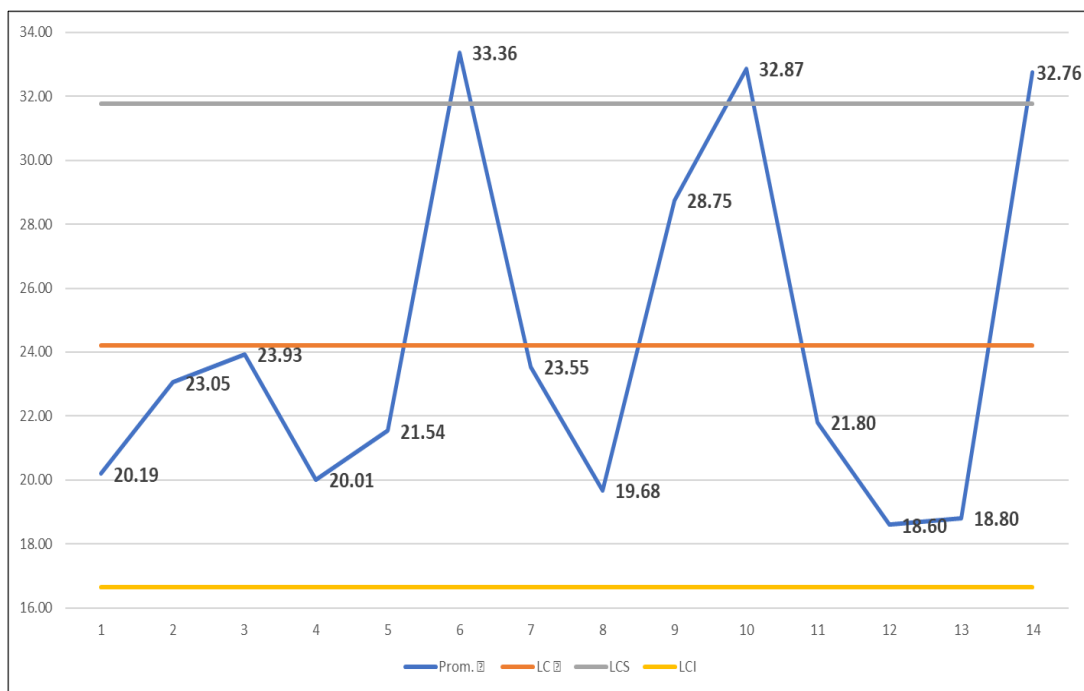


Figura 4. Gráfica de control del tiempo de cambio de formato de periódico

Fuente: Empresa editora de periódicos

El tercer gran despilfarro que se presenta en el área es el elevado número de periódicos malogrados, a diario hay una gran cantidad de periódicos malogrados, esto a muchas incidencias presentadas durante la impresión de los tirajes de cada periódico, estos periódicos malogrados evidentemente por la naturaleza del producto no pueden ser reprocesados nuevamente, convirtiéndose netamente en merma, lo que hace la empresa es vender al peso la gran cantidad de periódicos malogrados, pero al precio por el cual le compran las mermas no le permite recuperar el costo de haberlos impreso.



Evidentemente estos periódicos malogrados no generan valor y, por el contrario, representan una pérdida monetaria importante, que debe ser solucionada de raíz buscando la manera más eficiente y sostenible para la empresa.

En la Figura 5, se puede observar la cantidad de periódicos malogrados durante el último semestre del 2019. Se estima que se genera una pérdida monetaria de S/ 189,104.84 anualmente.

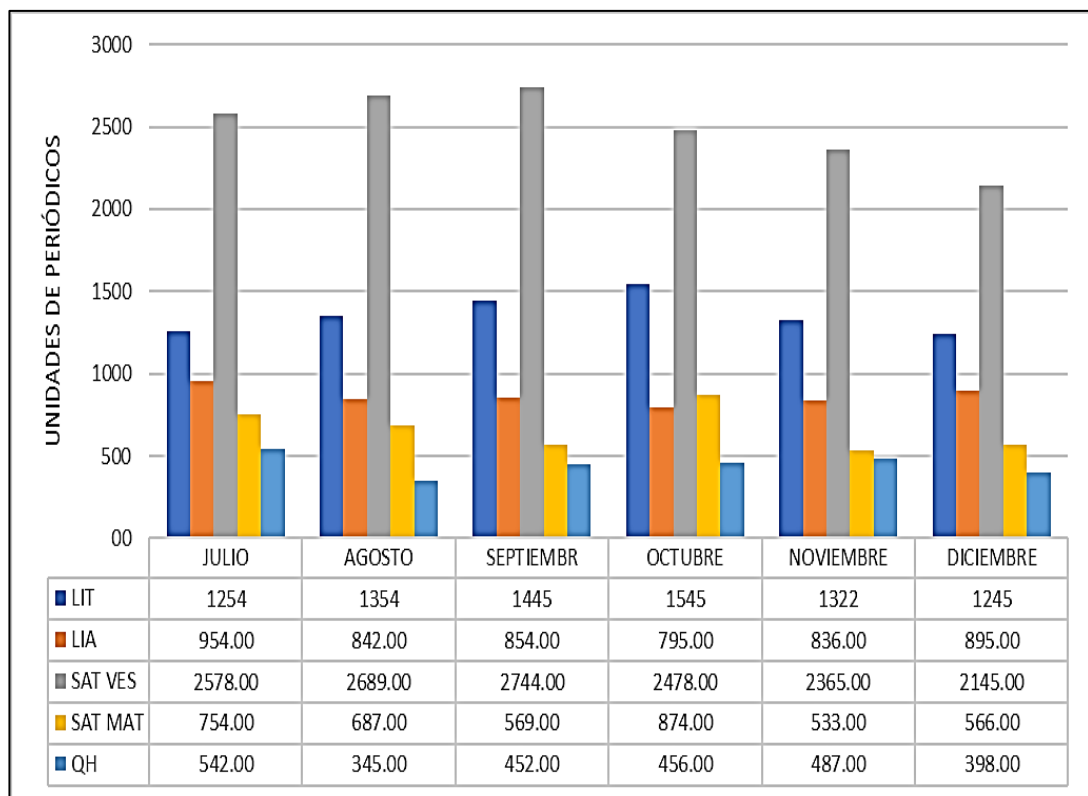


Figura 5. Sobreproducción de periódicos del segundo semestre del 2019

Fuente: Empresa editora de periódicos

Si se suman todas las pérdidas monetarias generadas por cada despilfarro, nos arroja un valor anual de S/. 189,104.84, el cual es un monto demasiado considerable, ya que las circunstancias actuales de los medios impresos no brindan ninguna tregua y exige reducir cada vez más los costos para poder subsistir. Es por ello, que surge la necesidad de saber si una propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing, permitirá reducir los costos de fabricación en una empresa editora de periódicos.

## 1.2. Antecedentes

### **Internacional**

Se encontró una investigación realizada por Arrieta (2017), quien en su estudio titulado: *“Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana”*, abordó el tema desarrollado en la presente investigación. El diagnóstico permitió determinar que existen grandes despilfarros de tiempos por cambio de formatos, falta de reaprovisionamiento oportuno, falta de orden y limpieza. Resultando indispensable implementar SMED, Kanban y 5S respectivamente para cada causa raíz. Finalmente, concluye que la implementación adecuada de cada herramienta de Lean Manufacturing en su momento del tiempo trae mejoras en los procesos, también se insiste en que no es una regla, es una manera de pensar que compete a todas las áreas de la empresa.

Por otro lado, en la investigación de Ángulo (2018) titulada: **“Propuestas de mejora para la operación de una zona franca mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing”**, se plantea una metodología particular para diagnosticar los despilfarros que se dan en el proceso productivo y lo relaciona con las herramientas utilizadas mediante un Mapa de Flujo de Valor (VSM). Además, se implementaron las herramientas 5S y Kanban. La recolección de datos se realizó a través de registros diarios de producción. El investigador concluye que al aplicar herramientas de Lean Manufacturing se puede lograr un ahorro significativo del 25% en los costos de fabricación

### **Nacional**

Se encontró el estudio realizado por Meléndez (2016) titulado: *“Aplicación de la metodología 5s para la mejora de la productividad en el proceso del encuadernado en la Industria Gráfica Quad Graphics Perú, 2015”*, en el cual se concluye que la aplicación de las 5S permitió la estandarización de actividades, incremento de

rendimientos, reducción de tiempos muertos y esto trajo como consecuencia la reducción de los costos de producción en un 23%. De este estudio se toma como referencia las metodologías para el desarrollo de los formatos de mejora para la presente investigación.

Por otro lado, se encontró la tesis realizada por Acurio (2017), titulada: ***“Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de moldeo de chocolate en la empresa compañía nacional de chocolates de Perú SA, Lima 2017”***, en la que se realizó un estudio donde se desarrolló un análisis de la situación actual de la empresa detectando que el principal despilfarro era el tiempo de cambio de formato donde se aplicó la herramienta SMED con el fin de reducir este tiempo a uno menor de dos dígitos y hacer más flexible la producción de acuerdo con la necesidad de la empresa. Reduciendo este tiempo obtuvo un ahorro del 21.14% de sus costos.

### **Local**

A nivel local se encontró el estudio realizado por Guerrero & Vargas (2018), cuya tesis fue titulada como: ***“Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en las áreas de producción y calidad para incrementar la rentabilidad en la empresa Hirbin SAC”*** y en la cual se abordó la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar tanto los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano a través de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso, con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa en el mercado de bebidas.

## **1.3. Bases Teóricas**

### **Lean Manufacturing**

González (2019) plantea que Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de

producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Por otro lado, según Hernández, V. (2013), en su libro habla del uso de diferentes técnicas que son fundamentales en la implementación del Lean en cualquier industria, de las ventajas que están pueden tener y el aprovechamiento de los recursos que se logra con el buen uso de los elementos utilizados en el sistema, además refiere a tener éxito en todos los niveles de la producción y el mejoramiento continuo en las organizaciones.

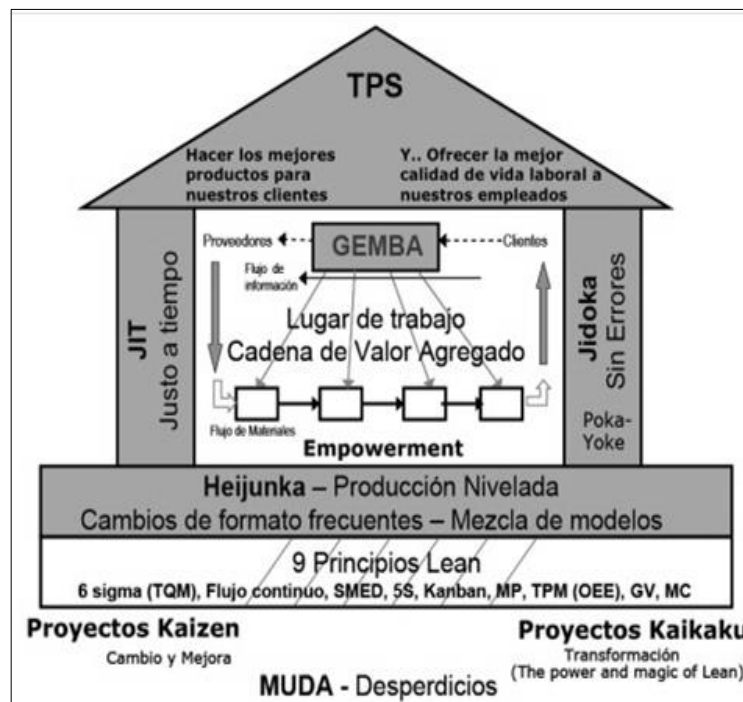


Figura 6. La casa del Lean Manufacturing  
Fuente: González (2019)

## Metodología 5S

Según Delgado & Hermelinda (2019), sostienen que las 5s es una metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio, asegura que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos.

Además, es una de las herramientas Lean más comunes, es una de las más fáciles de entender, pero también es una de las más difíciles de aplicar, debido al componente de cultural que debe generarse en las compañías para que las 5S perduren en el tiempo. (Sullo, 2020).



Figura 7. Procedimiento de implementación de 5S  
Fuente: Sullo, 2020

**SMED**

Según García (2020) el método SMED permite encontrar, de manera estructurada, un procedimiento estandarizado y robusto para unos resultados sostenibles. Consiste en 4 o 5 etapas enfocadas a eliminar operaciones inútiles, reducir los tiempos de paro de las máquinas y de inmovilización de los recursos.

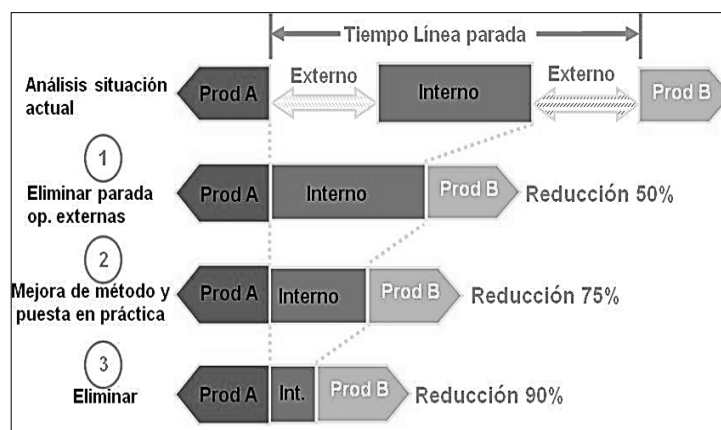


Figura 8. Procedimiento de implementación de SMED  
Fuente: García (2020)

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos de fabricación de una empresa editora de periódicos?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos de fabricación de una empresa editora de periódicos.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación problemática del área de producción de una empresa editora de periódicos.
- Cuantificar las pérdidas monetarias el área de producción de una empresa editora de periódicos.
- Desarrollar la propuesta de mejora mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en una empresa editora de periódicos.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing en una empresa editora de periódicos.

#### **1.6. Hipótesis**

La propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing reduce los costos de fabricación en una empresa editora de periódicos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Por la orientación: Investigación Aplicada

Por el diseño: Investigación diagnóstica y propositiva

### 2.2. Métodos

Para poder desarrollar la presente investigación fue necesario establecer la metodología que identifique las principales etapas y el procedimiento a realizar para llegar a cabo la investigación. En la Tabla 2 se puede observar a detalle la metodología establecida.

Tabla 2.

*Metodología empleada para la presente investigación*

ETAPA	PROCEDIMIENTO
Diagnóstico	En esta etapa se busca identificar los grandes despilfarros que genera el incremento de los costos de fabricación y las causas raíz que se necesitarán atacar para empezar a mejorar la gestión del área de producción.
Desarrollo de la propuesta de mejora	Se desarrollará los procedimientos de implementación de cada herramienta de mejora con el fin de buscar su viabilidad técnica dentro de los procesos de producción de la empresa.
Análisis económico financiero	Una vez elaborada la propuesta de mejora será clave en esta última etapa evaluar la viabilidad económica de la propuesta diseñada, calculando los indicadores económicos como: VAN, TIR y B/C, que justifique la inversión requerida para llevar a cabo la implementación de la propuesta de mejora.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.  
*Operacionalización de las variables de estudios*

PROBLEMA	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS
¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos de fabricación de una empresa editora de periódicos?	La propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing reduce los costos de fabricación en una empresa editora de periódicos.	Propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing	Conjunto de diseños de alternativas de solución, basados en técnicas y herramientas de la metodología Lean	5S	% Horas improductivas por búsquedas de materiales	$\frac{\text{Total horas improductivas por búsquedas de materiales}}{\text{Total de horas trabajadas en el mes}} \times 100\%$
			Manufacturing, que busca mediante medidas de cambio en la gestión actual del área de producción, reducir los principales despilfarros en el proceso que generan pérdidas económicas en una organización.	SMED	Tiempo promedio de cambio de formato (minutos)	$\frac{\text{Tiempo total de cambio de lotes}}{\text{Número total de cambios de lotes ejecutados}}$
			Son los recursos monetarios empleados en: materiales directos, mano de obra directa y gastos indirectos de fabricación incurridos; para producir bienes que generen después utilidades.	POKA YOKE	% Periódicos malogrados	$\frac{\text{Total de periódicos malogrados}}{\text{Total de periódicos impresos}} \times 100\%$
		Costos de fabricación		COSTO DE PÉRDIDA	Costo de pérdida por falta de orden y limpieza	<i>Pérdida monetaria</i> = Hrs. improductivas x (C.M.O.D. + C.I.F. + C.O.) + C.M.M. C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora C.O. = Costo de oportunidad por hora C.M.M. = Costo de materiales malogrados por falta de limpieza
				COSTO DE PÉRDIDA	Costos de pérdida por falta de un método eficiente para realizar cambio de formato	<i>Pérdida monetaria</i> = Hrs. improductivas x (C.M.O.D. + C.I.F. + C.O.) C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora C.O. = Costo de oportunidad
					Costo de pérdida por falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión	<i>COSTO TOTAL DE PÉRDIDA</i> = (LIT + LIA + SAT VEP + SAT MAT + QH) * C.P.U. LIT = unidades malogradas de diario 1 LIA = unidades malogradas de diario 2 SAT VEP = unidades malogradas de diario 3 SAT MAT = unidades malogradas de diario 4 QH = unidades malogradas de diario 5 C.F.U. = Costo de pérdida por periódico malogrado

Fuente: Elaboración Propia



## 2.3. Procedimiento

### 2.3.1. Descripción general de la empresa

#### RESEÑA

La empresa estudiada es un diario peruano con una tirada de más de 20.000 ejemplares diarios. Se fundó en Trujillo en el Siglo XIX, esto lo convierte en uno de los diarios existente más antiguo e importante del país y uno de los más antiguos de lengua castellana.

#### ORGANIGRAMA

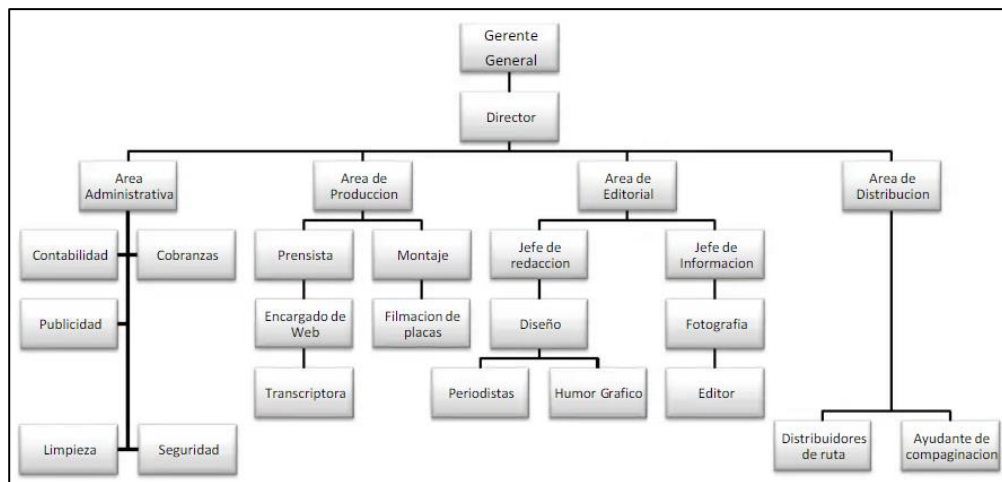


Figura 9. Organigrama general de la empresa

Fuente: Elaboración propia

#### BIENES Y SERVICIOS

Tabla 4.

Principales bienes y servicios de la empresa editora de periódicos

Bienes y servicios	Descripción
Impresión y comercialización de periódicos	Venta al público de periódicos con contenido temático de los hechos ocurridos a nivel local, nacional e internacional.
Servicios de investigación	Ofrecen a empresas estudios sobre los lectores y encuestas de consumidores.
Servicios de comercialización	Al anunciante general le ayudan a hacer la promoción del producto y a analizar el mercado local.

Fuente: Elaboración propia

## MAPA DE PROCESOS



Figura 90. Mapa de procesos de la empresa editora de periódicos

Fuente: Elaboración propia

## STAKEHOLDERS

Tabla 5.

*Principales Stakeholders de la empresa editora de periódicos*

Tipo	Subtipo
Autoridades	Gobierno, Ministerios, Municipalidades, alcaldes
Clientes	Empresas, proveedores de contenidos, municipalidades
Medio de comunicación	Editores, periodistas destacados de medios de prensa, medios especializados
Opinión pública	Vecinos, clientes, consumidores de medios digitales
Comunidad	Comunidades locales dentro del área de influencia de cada proyecto.
Públicos internos	Todos los empleados de la empresa editora de periódicos

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2. Descripción del área problemática

El área de producción actualmente es la encargada de realizar la impresión del tiraje de periódicos de la empresa editora, cabe aclarar que la función del área de producción es de solo realizar la impresión del tiraje de periódicos, mas no del diseño o edición de este, pues esas funciones corresponden a otra área especializada.

El proceso de impresión en el área de producción se realiza principalmente en una máquina impresora llamada Rotativa Goss, que realiza impresiones en offset. Sin embargo, hay otras tareas de preocupación. Para garantizar una impresión de alta calidad, el encargado debe emplear el color de tinta especificado, controlar la ganancia de punto, minimizar el movimiento del papel, minimizar la distorsión de la imagen o la cantidad de polvo, verificar que las páginas se impriman en el orden correcto y evaluar la calidad del medio tono e intentar mantener los detalles de luces y sombras.

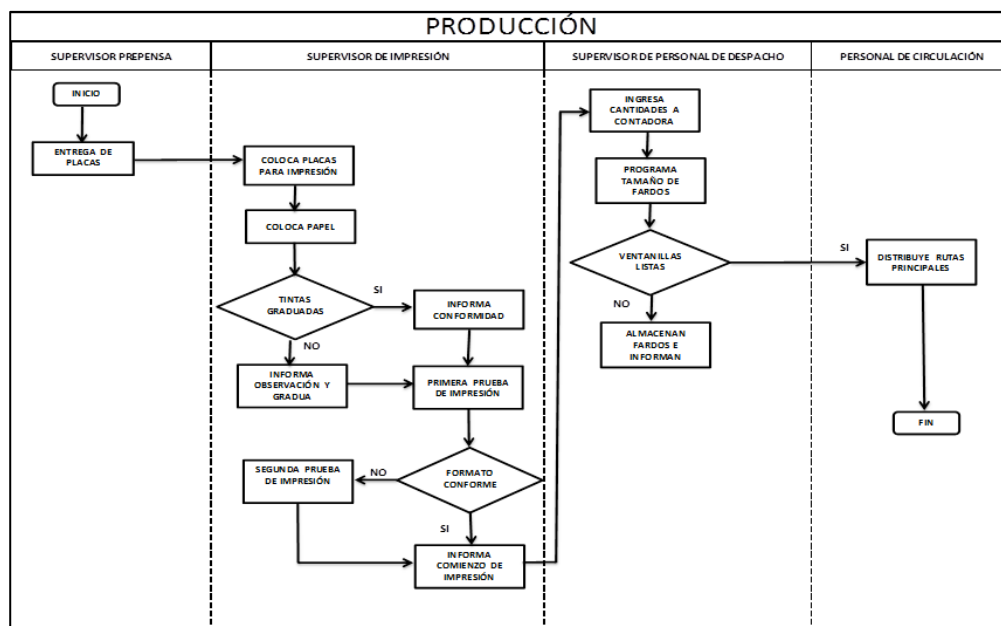


Figura 101. Diagrama de flujo del proceso realizado en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

### **2.3.3. Diagnóstico del área problemática**

Como se mencionó, actualmente la empresa editora de periódicos se encuentra en una situación crítica debido a la caída de sus ventas ante el eminente decrecimiento de la venta de periódicos, por el avance de la tecnología y el aumento de sus costos de fabricación.

Esta situación obliga a tener que actuar de manera inmediata y el camino más seguro es buscar reducir los costos de fabricación mediante la implementación de herramientas de mejora del Lean Manufacturing, que busquen mejorar la gestión actual del área de producción de la empresa estudiada.

Para ello, es importante realizar un diagnóstico que permita identificar cuáles son los factores y las causas raíz, que generan el problema principal investigado, entonces se elaboró un Diagrama de Ishikawa (ver Figura 12), donde se pudieron identificar tres grandes despilfarros: pérdida de materiales y tiempo de búsquedas, elevado tiempo de cambio de formato y el elevado número de periódicos malogrados. Al mismo tiempo se identificaron las causas raíz, que originan cada despilfarro, los cuales son: falta de orden y limpieza, falta de un método eficiente para el cambio de formato y falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión.

El siguiente paso, será costear las pérdidas monetarias generadas por cada causa raíz, es importante realizar estos cálculos para poder medir un antes y después en los costos de fabricación tras la implementación de las herramientas de mejora, con esto también se buscará evaluar la viabilidad económica que podrá justificar una inversión.

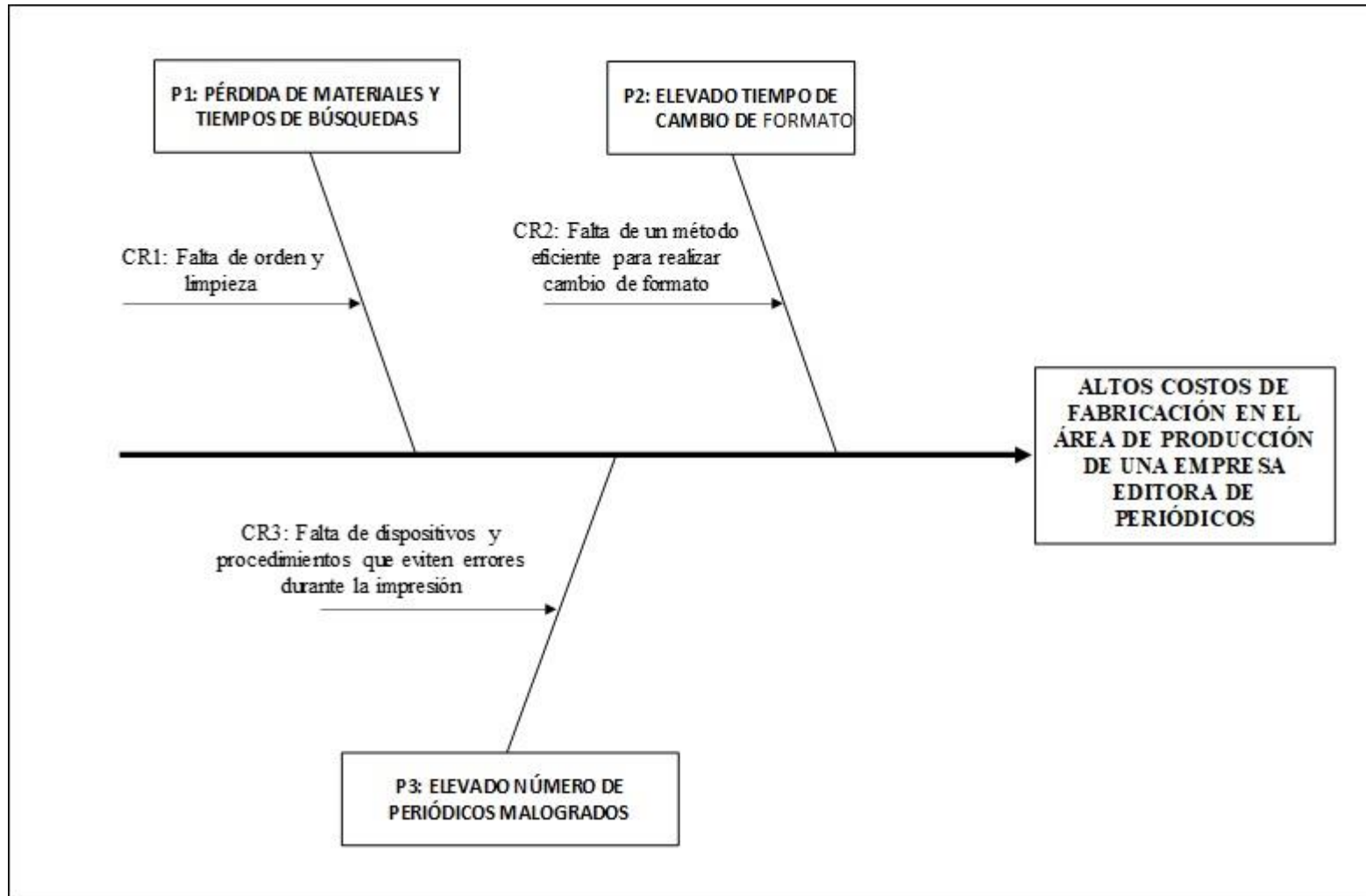


Figura 112. Diagrama de Ishikawa de la problemática general

Fuente: Elaboración propia

## PÉRDIDA MONETARIA CR1: FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA

La primera causa raíz identificada, es la falta de orden y limpieza. Esto genera dos despilfarros: la pérdida de materiales por la falta de limpieza y los tiempos de búsqueda por falta de orden. Para el caso de los tiempos de búsquedas, se presentan muchas incidencias durante el mes donde los trabajadores deben de parar la producción para buscar herramientas o materiales que no encuentran rápido. A continuación, en la Tabla 6 se muestra el registro de incidencias y las horas improductivas por búsquedas de materiales.

Tabla 6.

*Incidencias y horas improductivas por búsquedas de materiales (2019)*

MES	Nº Incidencias	Horas improductivas por búsquedas de materiales
Enero	12	12.45
Febrero	11	16.54
Marzo	13	13.45
Abril	13	15.82
Mayo	14	16.78
Junio	15	14.98
Julio	11	15.54
Agosto	12	16.23
Septiembre	12	19.41
Octubre	10	14.52
Noviembre	11	18.74
Diciembre	18	18.92
<b>Total anual</b>	<b>152</b>	<b>193.38</b>

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la pérdida de materiales, se da por la falta de limpieza, ya que muchos de los materiales se encuentran expuestos al polvo y la humedad, sobre todo las bobinas de papel, que se encuentran en el área de producción, se dañan por este gran descuido. A continuación, en la Tabla 7 se muestra a detalle el cálculo de las pérdidas monetarias generadas por esta causa raíz.

Tabla 7.  
*Cálculo de pérdida monetaria CRI*

Mes	Costo M.O.D.	C.I.F.	Lucro cesante	Costo de materiales malogrados	Costo total de pérdida
Enero	S/ 167.00	S/ 907.74	S/ 286.98	S/1,483.00	S/2,677.73
Febrero	S/ 221.86	S/ 1,205.95	S/ 381.26	S/1,396.00	S/2,983.21
Marzo	S/ 180.41	S/ 980.65	S/ 310.03	S/1,544.00	S/2,834.69
Abril	S/ 212.20	S/ 1,153.45	S/ 364.66	S/1,254.00	S/2,772.12
Mayo	S/ 225.08	S/ 1,223.45	S/ 386.79	S/1,573.00	S/3,183.24
Junio	S/ 200.93	S/ 1,092.21	S/ 345.30	S/1,560.00	S/2,997.51
Julio	S/ 208.45	S/ 1,133.04	S/ 358.21	S/1,301.00	S/2,792.25
Agosto	S/ 217.70	S/ 1,183.35	S/ 374.12	S/1,227.00	S/2,784.46
Septiembre	S/ 260.36	S/ 1,415.20	S/ 447.42	S/1,224.00	S/3,086.62
Octubre	S/ 194.76	S/ 1,058.67	S/ 334.70	S/1,203.00	S/2,596.37
Noviembre	S/ 251.37	S/ 1,366.35	S/ 431.97	S/1,438.00	S/3,236.33
Diciembre	S/ 253.78	S/ 1,379.48	S/ 436.12	S/1,321.00	S/3,136.60
<b>Promedio mensual</b>	<b>S/ 216.16</b>	<b>S/1,174.96</b>	<b>S/371.46</b>	<b>S/1,377.00</b>	<b>S/2,923.43</b>
<b>Total anual</b>	<b>S/ 2,593.90</b>	<b>S/14,099.54</b>	<b>S/4,457.57</b>	<b>S/16,524.00</b>	<b>S/35,081.11</b>

Fuente: Elaboración propia

## **PÉRDIDA MONETARIA CR2: FALTA DE UN MÉTODO EFICIENTE PARA CAMBIO DE FORMATO**

El segundo gran despilfarro, es el elevado tiempo de cambio de formato, la empresa actualmente cuenta con cinco tipos diferentes de periódicos, de los cuales cuatro de ellos se imprimen para el mismo horario, esta circunstancia obliga a tener que evitar demoras, porque de retrasarse la impresión de uno, afectaría el tiempo de los demás. El método actual presenta errores en las operaciones de preparación de máquina, dejando en evidencia que es necesario mejorar el método debido a que los formatos que se fabrican son pequeños y se necesita que la producción sea lo más flexible posible ante posibles cambios. En la Tabla 8 se muestra el número de cambios de formatos realizados y las horas acumuladas mes a mes y en la Tabla 9 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria.

Tabla 8.  
*Número de incidencias y sobretiempo de cambio de formato*

Mes	Nº cambios de formato	Horas de preparación de cambio de formato
Enero	155	65.10
Febrero	140	58.80
Marzo	155	65.10
Abril	150	63.00
Mayo	155	65.10
Junio	150	63.00
Julio	155	65.10
Agosto	155	65.10
Septiembre	150	63.00
Octubre	155	65.10
Noviembre	150	63.00
Diciembre	155	65.10
<b>Total Anual</b>	<b>1825</b>	<b>766.50</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.  
*Cálculo de pérdida monetaria CR2*

Mes	Costo de mano de obra directa	Costos indirectos de fabricación	Costo de oportunidad	Pérdida monetaria
Enero	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Febrero	S/ 788.71	S/ 4,287.17	S/ 1,355.39	S/ 5,642.56
Marzo	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Abril	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
Mayo	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Junio	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
Julio	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Agosto	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Septiembre	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
Octubre	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
Noviembre	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
Diciembre	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
<b>Total</b>	<b>S/ 10,281.42</b>	<b>S/ 55,886.33</b>	<b>S/ 17,668.47</b>	<b>S/ 73,554.80</b>

Fuente: Elaboración propia



## PÉRDIDA MONETARIA CR3: FALTA DE DISPOSITIVOS Y PROCEDIMIENTOS QUE EVITEN ERRORES DURANTE LA IMPRESIÓN

El tercer gran despilfarro es el alto número de periódicos malogrado a diario durante la impresión. Esto se produce debido a la falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores. En la empresa la impresión de los periódicos es completamente automatizada, es decir depende mucho de la configuración y supervisión de la maquinaria para poder reducir los periódicos malogrados. Como se puede observar en la Tabla 10, solo durante el segundo semestre del 2019 se alcanzaron las 35 003 unidades de periódicos malogrados, lo que resulta alarmante.

Tabla 10.

*Registro del total de periódicos malogrados – Año 2019*

Mes	LIT	LIA	SAT VEP	SAT MAT	QH	Total de periódicos malogrados
Julio	1254	954	2578	754	542	6082
Agosto	1354	842	2689	687	345	5917
Septiembre	1445	854	2744	569	452	6064
Octubre	1545	795	2478	874	456	6148
Noviembre	1322	836	2365	533	487	5543
Diciembre	1245	895	2145	566	398	5249
<b>Total anual</b>	<b>8165</b>	<b>5176</b>	<b>14999</b>	<b>3983</b>	<b>2680</b>	<b>35003</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria, este cálculo se realiza en base a la multiplicación del total de periódicos malogrados por el costo unitario de cada periódico, para mayor detalle del cálculo se puede revisar el Anexo 09.

Tabla 11.  
*Cálculo de pérdida monetaria de CR3*

Mes	Total de periódicos malogrados	Costo de pérdida por periódico	Pérdida monetaria
Julio	6082	S/0.57	S/ 3,495.50
Agosto	5917	S/0.57	S/ 3,400.67
Septiembre	6064	S/0.57	S/ 3,485.16
Octubre	6148	S/0.57	S/ 3,533.43
Noviembre	5543	S/0.57	S/ 3,185.72
Diciembre	5249	S/0.57	S/ 3,016.75
<b>Total anual</b>	<b>35003</b>		<b>S/ 40,234.47</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.3.4. Identificación de indicadores

Una vez cuantificada las pérdidas monetarias el siguiente paso es establecer los indicadores principales para medir el impacto de la propuesta de mejora y también poder identificar las herramientas de mejora que se necesita implementar. Para la primera causa raíz, se estableció indicadores para evaluar el porcentaje de tiempo de búsqueda y trabajos de limpieza programados, se buscará reducir el primero y aumentar el cumplimiento de los trabajos de limpieza. Para la segunda causa raíz, se estableció como primer indicador el tiempo de cambio de formato que de acuerdo con el estándar del SMED debe ser de 10 minutos y el segundo indicador es el porcentaje de actividades externas que debe ser mayor del 80%. Finalmente, para la tercera causa raíz el indicador principal es el porcentaje de periódicos malogrados, que se buscará disminuir. En la Tabla 12 se resume todas las fórmulas, valores actuales y objetivos, así como también la herramienta de mejora para solucionar los problemas.

Tabla 12.  
Matriz de indicadores

Herramienta de mejora	Cri	Descripción de Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor actual	Valor objetivo	Pérdida monetaria actual	Pérdida monetaria tras mejora	Beneficio esperado	
5S	CR1	Falta de orden y limpieza	% Horas improductivas por búsquedas de materiales	$\%H_b = \frac{\text{Total horas improductivas por búsquedas de materiales}}{\text{Total de horas trabajadas en el mes}} \times 100\%$	7.75%	1.75%		S/ 35,081.11	S/ 4,777.28	S/ 30,303.83
			% De ejecución de trabajos de limpiezas programadas	$\%E_L = \frac{\text{Total de trabajos de limpieza ejecutados}}{\text{Total de trabajos de limpieza programados}} \times 100\%$	48.72%	88.89%				
SMED	CR2	Falta de un método eficiente para realizar cambio de formato	Tiempo promedio de cambio de formato (minutos)	$T_L = \frac{\text{Tiempo total de cambio de lotes}}{\text{Número total de cambios de formato ejecutados}}$	28.00	10.00		S/ 73,554.80	S/ 34,245.93	S/ 39,308.87
			% De actividades externas en los cambios de formato	$\%A_E = \frac{\text{Actividades de cambio de lote con máquina encendida}}{\text{Número total de actividades ejecutadas para el cambio de formato}} \times 100\%$	23%	66%				
POKA YOKE	CR3	Falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión	% Periódicos malogrados	$\%P_M = \frac{\text{Total de periódicos malogrados}}{\text{Total de periódicos impresos}} \times 100\%$	23.34%	6.05%	S/ 80,468.93	S/ 10,350.20	S/ 70,118.73	

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.5. Desarrollo 5S

El primer despilfarro que se identificó en la empresa, es la pérdida de materiales y tiempos de búsquedas, y la causa raíz que origina esto es la falta de orden y limpieza. La herramienta por excelencia que permite eliminar esta causa raíz es la metodología 5S, que se basa en un procedimiento de cinco etapas progresivas donde el objetivo principal es mejorar las condiciones de trabajo y establecer una filosofía de trabajo ordenada. El procedimiento para implementar esta herramienta se muestra a continuación en la Figura 13.

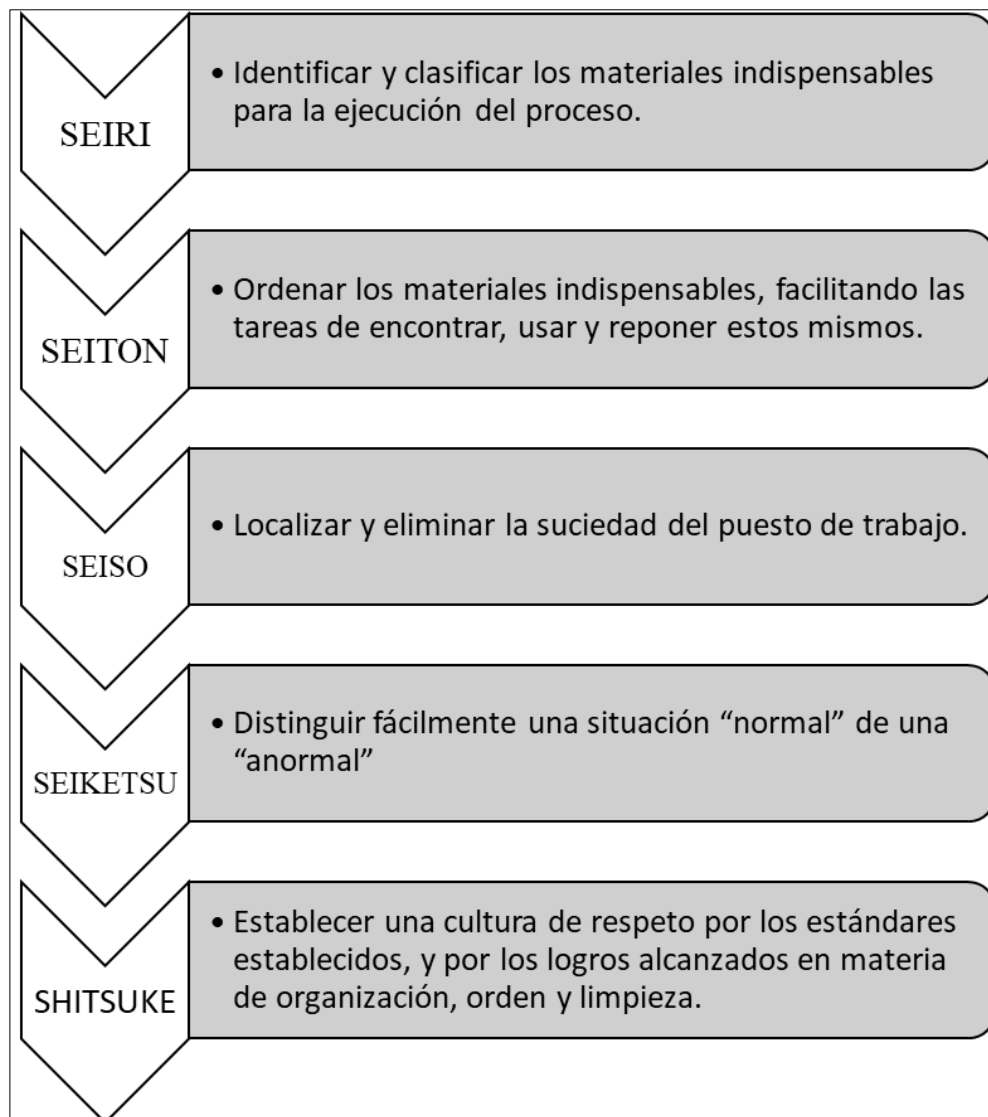


Figura 123. Procedimiento para implementar 5S

Fuente: Elaboración propia

La primera etapa denominada *SEIRI*, consiste en identificar y clasificar los elementos que son realmente indispensable en la línea de impresión, es decir descongestionar la línea para que no se produzca el desorden frecuente que se observa. Entonces, para lograr esto es indispensable poder retirar aquellos objetos innecesarios, es por eso que se debe establecer un procedimiento (ver Figura 14) para poder seleccionar, bajo un mismo criterio, aquellos objetos que se serán removidos y reubicados a otras áreas.

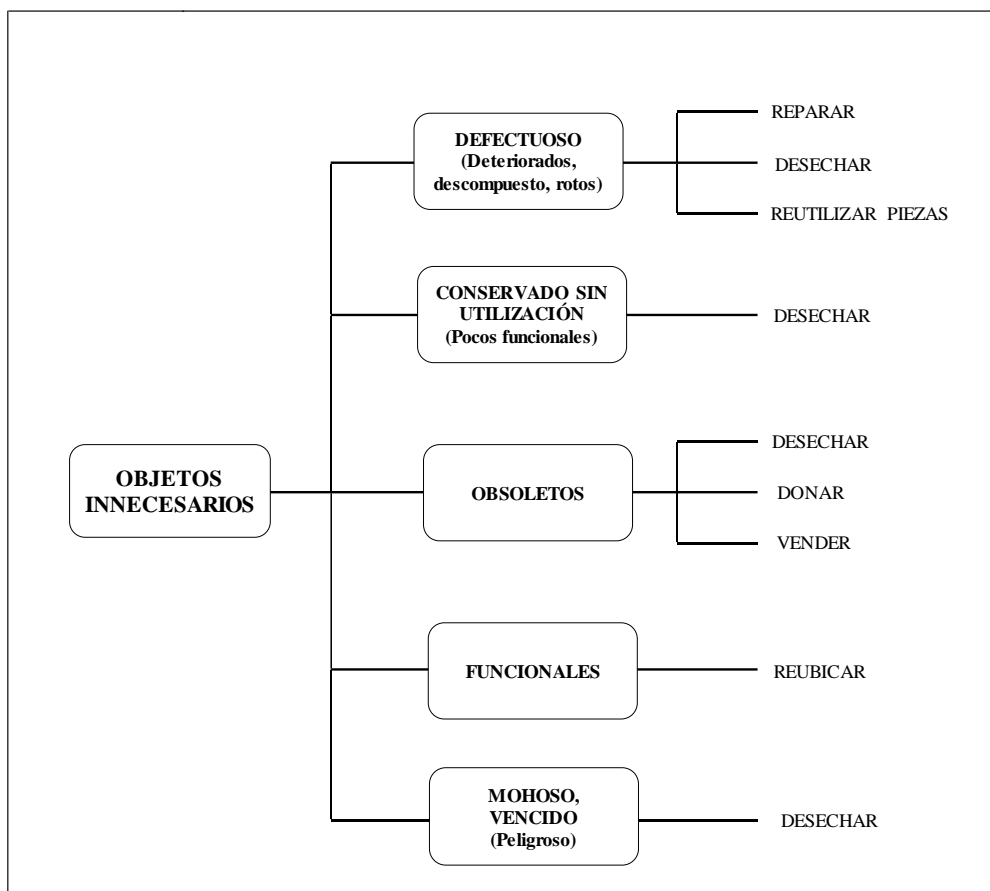


Figura 13. Procedimiento para la clasificación de objetos innecesarios

Fuente: Elaboración propia

Con el criterio establecido que usarán los trabajadores, para realizar la clasificación, el siguiente paso será proporcionarles una herramienta para que realicen el registro del criterio que usaron y que también permita inventariar todo lo que es desechado, reubicado o donado. Las tarjetas rojas permitirán

llevar a cabo el registro para la selección de los objetos innecesarios, estas tarjetas permitirán a los trabajadores registrar: la fecha, el área, la cantidad, la acción sugerida y comentarios. Estas tarjetas serán colocadas en los objetos que será removidos del área, estos objetos serán almacenados en un lugar temporalmente, mientras se realiza el inventario correspondiente. A continuación, en la Figura 15 se puede observar la ejecución de *SEIRI*.



Figura 14. Aplicación se *SEIRI* mediante tarjetas rojas

Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa denominada *SEITON*, consiste en ordenar los materiales de tal forma que sean fáciles de acceder, de usar y de reponer. Es decir, establecer un lugar para cada cosa, con esto se reducirán considerablemente los tiempos de búsquedas, los trabajadores al conocer la ubicación exacta de cada herramienta, evitan perder el tiempo en buscarlos y reponerlos. Cabe aclarar que, para lograr este orden también será importante establecer un criterio único para que todos ordenen sus herramientas bajo la misma metodología sin que existan distorsiones.

El método elegido para ordenar los objetos, está basado en el principio de las 3F, que busca que los objetos sean fáciles de ver, de fácil accesibilidad y de fácil retorno. En la Figura 16 se muestra el criterio establecido.

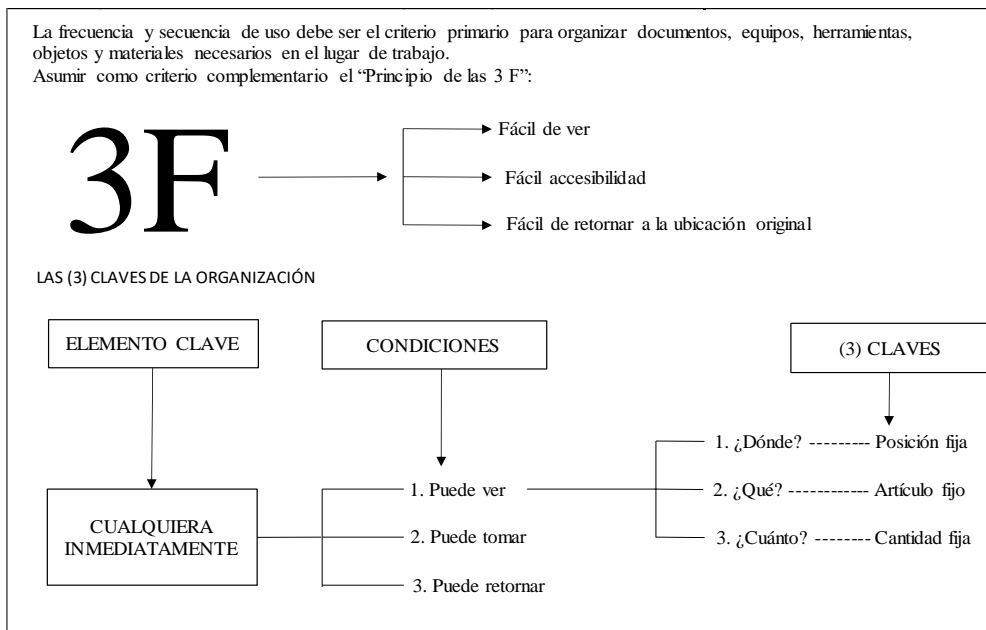


Figura 15. Criterio para realizar la organización

Fuente: Elaboración propia

También será importante como parte del orden, rotular los espacios de las áreas y de los objetos ordenados, para que mediante esta rotulación los trabajadores se guíen y no se equivoquen al momento de usar las herramientas o espacios de trabajo. En la Figura 17 se muestra un antes y después de aplicar SEITON.

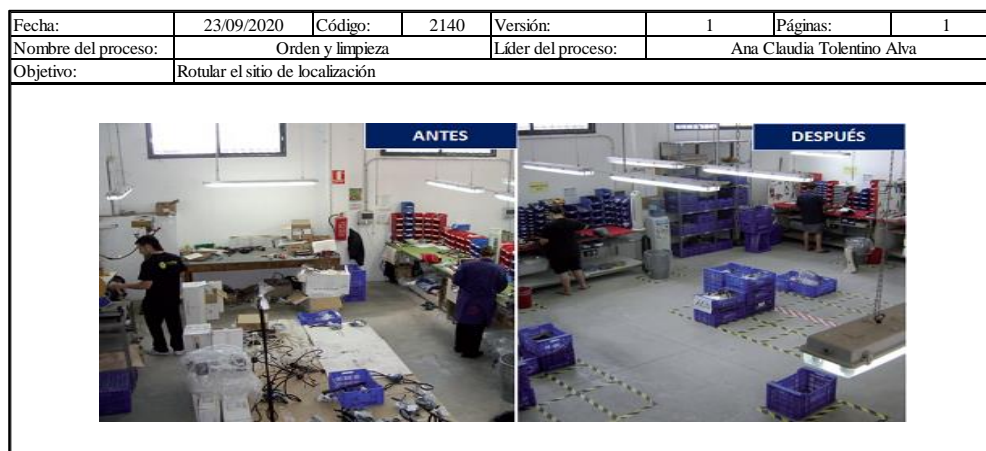


Figura 16. Evidencia de rotulación de las áreas

Fuente: Elaboración propia

La tercera etapa denominada *SEISO*, tiene como finalidad establecer las actividades de limpieza necesarias, así como establecer la frecuencia y los responsables de su ejecución. En la Figura 18 se puede observar el formato con el plan de limpieza establecido.

Zona / maquinaria	Responsable Ejecución	Frecuencia	Operación	Productos	Lugar de Registro
Fábrica	Operario Fábrica	Diario	Barrido, Enjuague con agua caliente, Fregado con Desengrasante y Enjuague final.	Agua y desengrasante	Registro de Limpieza de Fábrica
Empacadora		Al menos una vez por semana	Limpieza con agua caliente a presión y desengrasante		
Transportadores		Al menos una vez al mes	Rascado de residuos con espátula, aplicación de agua y desengrasante y aclarado final con agua a presión		
Termobastidoras		Al menos una vez a la semana	Rascado de residuos con espátula, aplicación de agua a presión, desengrasante y aclarado final.	Agua	
Bombas Volumétricas			Inyección de agua a presión		
Decánteres			Inyección de agua caliente a presión		
Centrifugas Verticales			Desmontar, rascar con una espátula las superficies y ángulos, sumergir las piezas en desengrasante para su limpieza y por último aclarado.	Agua y desengrasante	
Tanques		Aclarado con agua caliente a presión, aplicación de desengrasante, aclarado con abundante agua y secado			
Aclaradores		Inicio, Medios y Final de Campaña	Aclarado con agua caliente a presión, aplicación de desengrasante, aclarado con abundante agua y secado	Agua	
Mangueras de Trasiego		Al menos una vez por semana	Inyección de agua a presión		

Figura 18. Formato del Plan de actividades de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Pero, programar la limpieza no es suficiente, para esto será necesario establecer Check List (ver Figura 19), para poder evaluar la ejecución de los trabajos de limpieza, de tal manera que se pueda verificar el cumplimiento de estos.

<b>Tarea:</b>	Implementación SEISO	<b>Empresa:</b>			
<b>Fecha:</b>	29/09/2020	<b>Proceso:</b>	Limpieza		
<b>Analistas:</b>	Ana claudia Tolentino Alva	<b>Área:</b>	Producción		
N°	ASPECTOS	BUENO	MALO	N/A	OBSERVACIONES
1	Los equipos y maquinas se encuentran con sus protectores y guardas correspondientes.	X			
2	Las paredes, techos, ventanas y pisos se encuentran limpios de polvo.	X			
3	Los pisos y pasadizos se encuentran bien señalizados y libres de obstaculos.	X			
4	Los estantes y anaqueles donde son ubicados los repuestos, insumos y materiales se encuentran clasificados, ordenados y limpios.	X			
5	Los pisos se encuentran secos, libres de derrames de combustibles y grasas, disponen de bandejas para recepcion de líquidos derramados.	X			
6	Se cuenta con trampas de aceites y grasas de las zanjas de mantenimiento y se encuentran señalizados y limpios.	X			
7	Disponen de los equipos, herramientas y materiales necesarios para hacer la limpieza.	X			
8	Las mesas de trabajo se encuentran ordenadas y limpias, libres de grasas, virutas u otros objetos innecesarios.	X			


Figura 19. Formato de Check List para verificar trabajos de limpieza

Fuente: Elaboración propia



La cuarta etapa denominada *SEIKETSU*, consiste en estandarizar las mejoras realizadas durante las primeras tres etapas, para poder diferenciar claramente la situación normal y anormal. Lo normal será lo que se estandarice y lo anormal las situaciones diferentes a lo establecido en las mejoras. Con esto se busca que los trabajadores cada día busquen dejar su área de trabajo en una situación normal, ya que, de no ser así, se estaría cayendo en desorden e incumplimiento.

Por ejemplo, en la Figura 20 se puede observar el formato desarrollado para el orden en la oficina de producción, este formato establece un estándar visual, donde se muestra la foto de una situación normal y establece claramente lo que se consideraría como una situación anormal. El trabajador cada día deberá dejar la oficina en la misma situación que se observa en la foto del formato, logrando con esto establecer un control de las mejoras establecidas.

OBJETIVO	CONTROL	NORMAL	ANORMAL => QUIÉN HACE QUÉ	
5S	Estándar Visual	Situación igual a la foto	Situación diferente a foto	La persona que la utilice debe regresar al estándar inmediatamente.
				
Observaciones: Nada encima del escritorio al final del turno.				
Ubicación de la ficha: Panel 5S			Poner aquí el responsable de zona: TODOS Fecha:	

*Figura 170.* Formato de establecimiento de estándar para orden de oficina

Fuente: Elaboración propia

La quinta etapa denominada *SHITSUKE*, consiste en establecer disciplina para dar sostenibilidad a las mejoras implantadas, para lograr esto se debe

realizar auditorías para verificar, en la Figura 21 se muestra el formato diseñado para llevar a cabo las auditorías.

DOCUMENTO 24: FORMATO AUDITORÍA 5S (SHITSUKE)																									
Tarea:	Implementación SHITSUKE	Empresa:																							
Fecha:		Proceso:																							
Analistas:		Área:																							
Empresa :		<b>Auditoria 5s</b>		Auditor :																					
Área: Producción				Día :																					
<b>Sistema de puntuación</b> 0 Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado 1 Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 40% 2 Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90% 3 Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Objetivo</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1ª s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2ª s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3ª s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4ª s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5ª s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Objetivo	Real	1ª s			2ª s			3ª s			4ª s			5ª s			<b>Total</b>		
	Objetivo	Real																							
1ª s																									
2ª s																									
3ª s																									
4ª s																									
5ª s																									
<b>Total</b>																									
<b>Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio</b> <b>No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia</b>																									
1ª S Separar y eliminar innecesarios	1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?	0	1	2	3																			
	2	Solo los niveles necesarios de inventario en el área esta a la mano. Residuos y piezas sin uso estan en contenedores claramente marcados..																							
	3	Todas las herramientas accesorios y otros equipos en el área son usados regularmente. Cualquier herramienta que es usada menos de una vez al día, es guardada fuera del área.																							
	4	Su impresión general debería decir si es lo mejor que esperaria para un área de producción.																							
	Total																								
2ª S Situar e identificar necesarios	1	Lineas en el piso claramente marcadas, pasillos, áreas de bodega y áreas peligrosas.	X																						
	2	Herramientas y accesorios son arreglados y guardados en orden, se mantienen limpios y libres de cualquier riesgo de daño. Estan localizados facilmente para cambios.																							
	3	Pocas, si alguna cosa son almacenadas en el piso. En caso de que sean almacenadas en el piso, estan claramente indicadas con señales y rotulo																							
	4	Dispositivos de seguridad estan claramente marcados, muy visibles y sin obstrucción. Las rutas de salida de emergencia estan marcadas con signos de salida, luces, etc. Estan en buenas condiciones.																							
	Total																								
3ª S Suprimir la suciedad	1	Todos los pisos estan limpios y libre de suciedad, residuos o líquidos. Limpieza de pisos es hecha rutinariamente y en intervalos predeterminados.	X																						
	2	Limpieza rutinaria de maquinas es aparente, no hay aceite, residuos, basura, empaque de comida en las superficies de trabajo. Las ventanas, paredes y equipo estan limpios																							
	3	Todo el equipo de limpieza (botes de basura, escobas, trapeador, etc) estan guardadas en un lugar limpio. Es obvio a donde pertenecen y estan disponibles facilmente. Material peligroso esta guardado y rotulado correctamente.																							
	4	Cuando un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente y automaticamente limpian y barren su área de trabajo y equipo.																							
	Total																								
4ª S Estandarizar	1	Tableros de informacion estan disponibles en cada área de produccion y son facilmente accesibles al personal en el área.	X																						
	2	Auditorias 5S se realizan en cada área de trabajo, al menos mensualmente, los resultados son compartidos a los trabajadores y las metas para nuevos niveles se presentan con plan de acción.																							
	Total																								
5ª S Sostener y respetar	1	Cada área de operación, adentro y afuera cae sobre la responsabilidad de un administrador o supervisor de 5S	X																						
	2	Todos los documentos y cartapacios estan claramente rotulados con sus contenidos. Responsables para el control y revisiones esta claro. Todo rotulado.																							
	3	Administrador responsable o colaborador visita cada área regularment y provee comentarios a los esfuerzos y resultados de 5S																							
	4	Controles de disciplina se llevan a cabo para asegurar mantenerse a alto nivel. Hay un alto grado de responsabilidad para mantener los sistemas.																							
	Total																								

Figura 181. Formato de registro de auditoría de 5S

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo estas auditorías deben ser programadas periódicamente para poder medir el progreso de las mejoras establecidas. A continuación, en la Figura 22 se puede observar el formato de planificación de auditorías y los gráficos para medir el progreso.

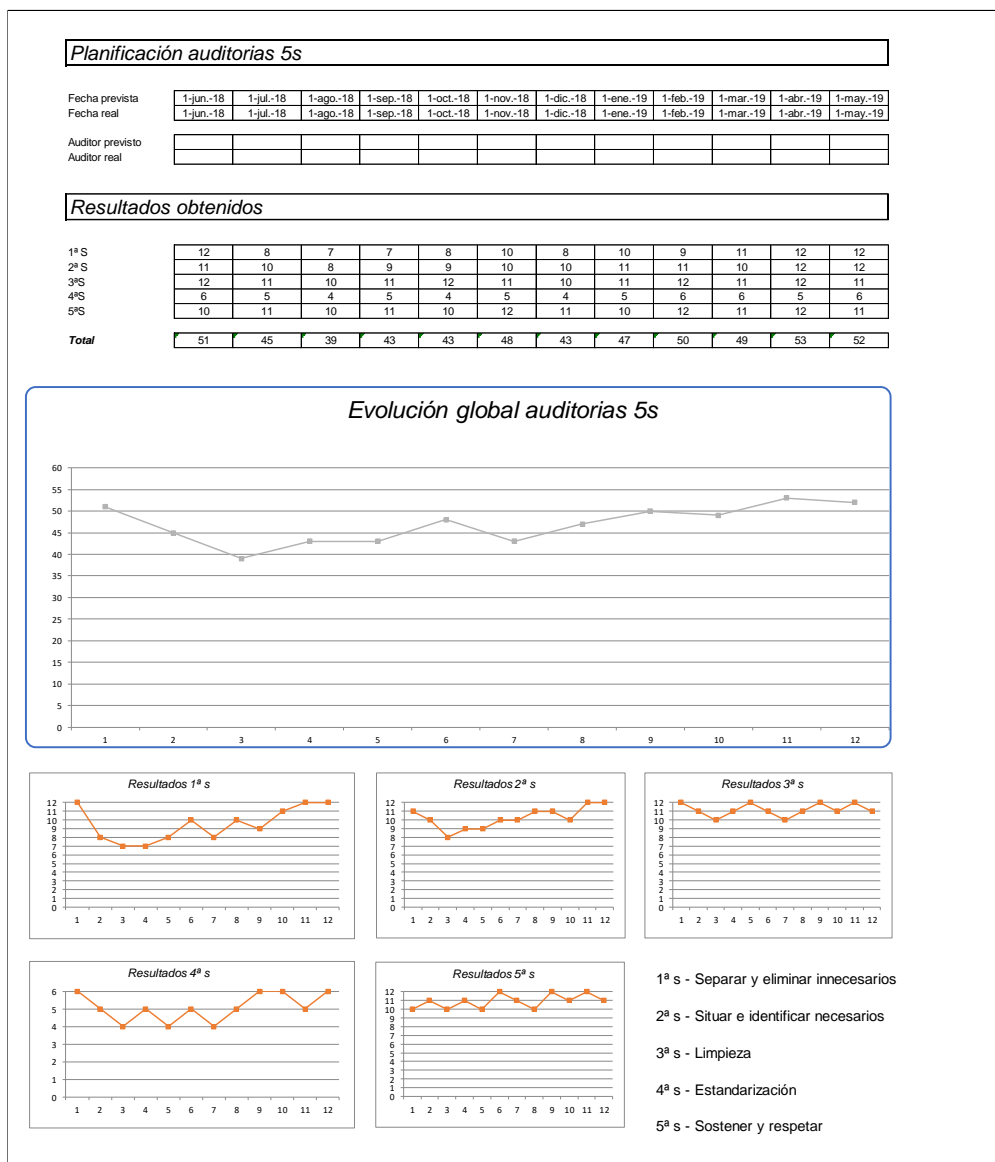


Figura 19. Formato de planificación de auditorías

Fuente: Elaboración propia

Después de haber diseñado el procedimiento completo para implementar las 5S, fue necesario poder realizar mediciones. Mediante un programa piloto de cuatro semanas, se recolectó información sobre el impacto de las mejoras sobre

las horas improductivas. En la Figura 23 se pueden observar los resultados obtenidos sobre las horas improductivas por búsquedas de herramientas.

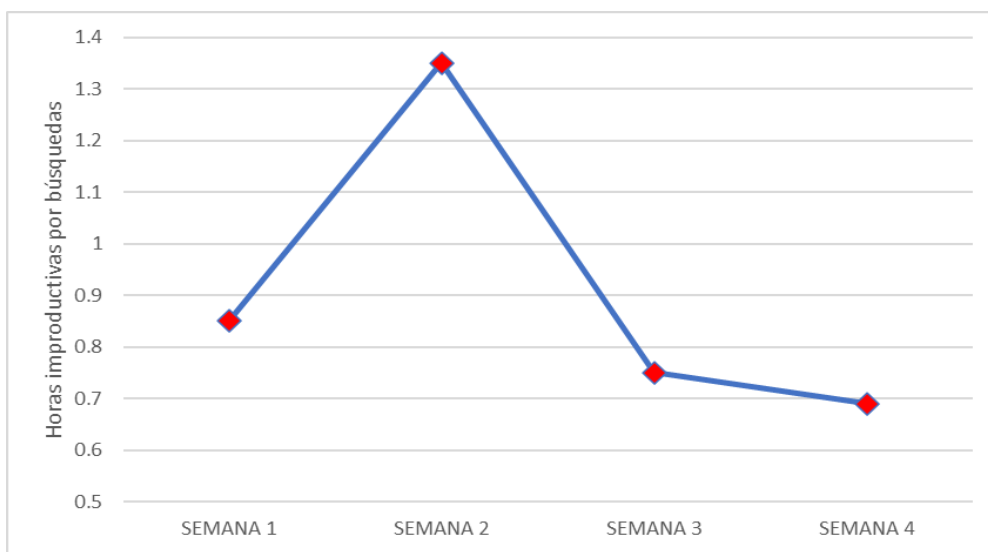


Figura 20. Medición de horas improductivas por búsquedas y limpieza

Fuente: Elaboración propia

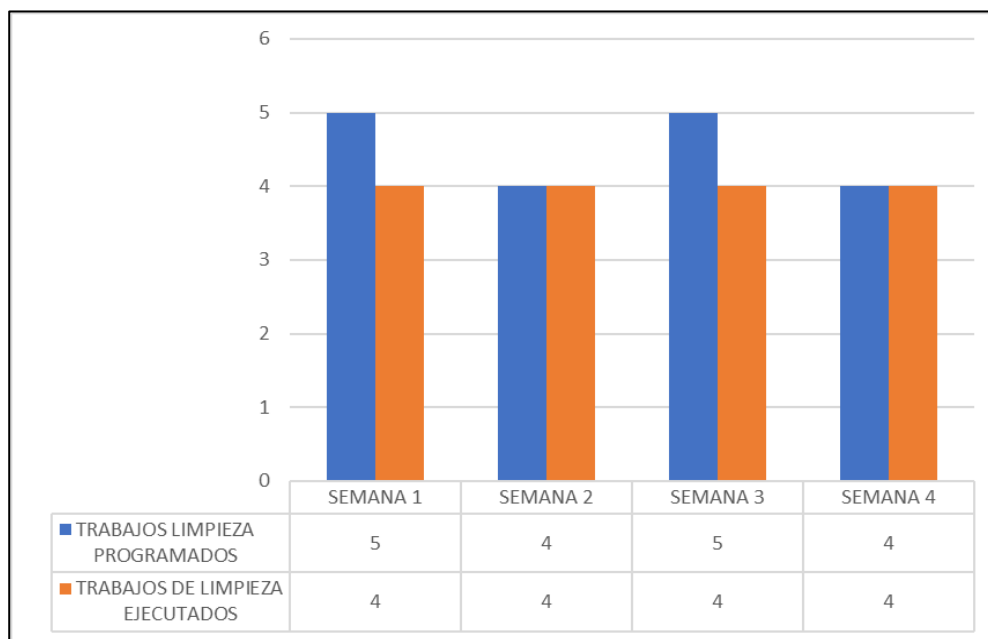


Figura 21. Medición de la ejecución de trabajos de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 25 se puede observar el Diagrama de Gantt, donde se planifican y programan todas las actividades descritas en el desarrollo de las 5S, que se requerirán llevar a cabo para su implementación.

CARTA GANTT				2021																
				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				
Proyecto: Implementación 5S				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de Abril 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de julio 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ETAPAS	ACTIVIDADES	Responsables	Duración																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEIRI	Hacer un registro fotográfico	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer criterios de clasificación y evaluación de elementos	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Identificar los elementos innecesarios mediante el uso de tarjetas rojas	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar el informe de notificación de desecho	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEITON	Analizar y definir el sitio de colocación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Decidir la forma de colocación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Rotular el sitio de localización	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEISO	Determinar el ámbito de aplicación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Realizar la limpieza y verificarla	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEIKETSU	Verificar el mantenimiento y continuidad de las 3S	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer medidas preventivas	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar fichas de estandarización de trabajos de orden o limpieza	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SHITSUKE	Definir y desarrollar actividades que fomenten la participación del personal	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer el escenario para implantar la disciplina	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Reforzar conocimientos en el tema de autodisciplina	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	

Figura 22. Diagrama de Gantt para la implementación de 5S

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.6. Desarrollo SMED

El segundo gran desperdicio identificado en la empresa son los elevados tiempos de cambio de formato, y la causa raíz que genera este desperdicio es la falta de un método eficiente para realizar el cambio de formato. Actualmente, toma mucho tiempo realizar este cambio y por la naturaleza del rubro de la empresa, cada minuto es de vital importancia, entonces emplear mucho tiempo para cambiar el formato le quita la flexibilidad necesaria que se requiere para el proceso. Es por eso, que la herramienta ideal para atacar esta causa raíz es SMED, ya que plantea una metodología que busca reducir los tiempos de preparación significativamente, en la Figura 26 se muestra el procedimiento establecido.

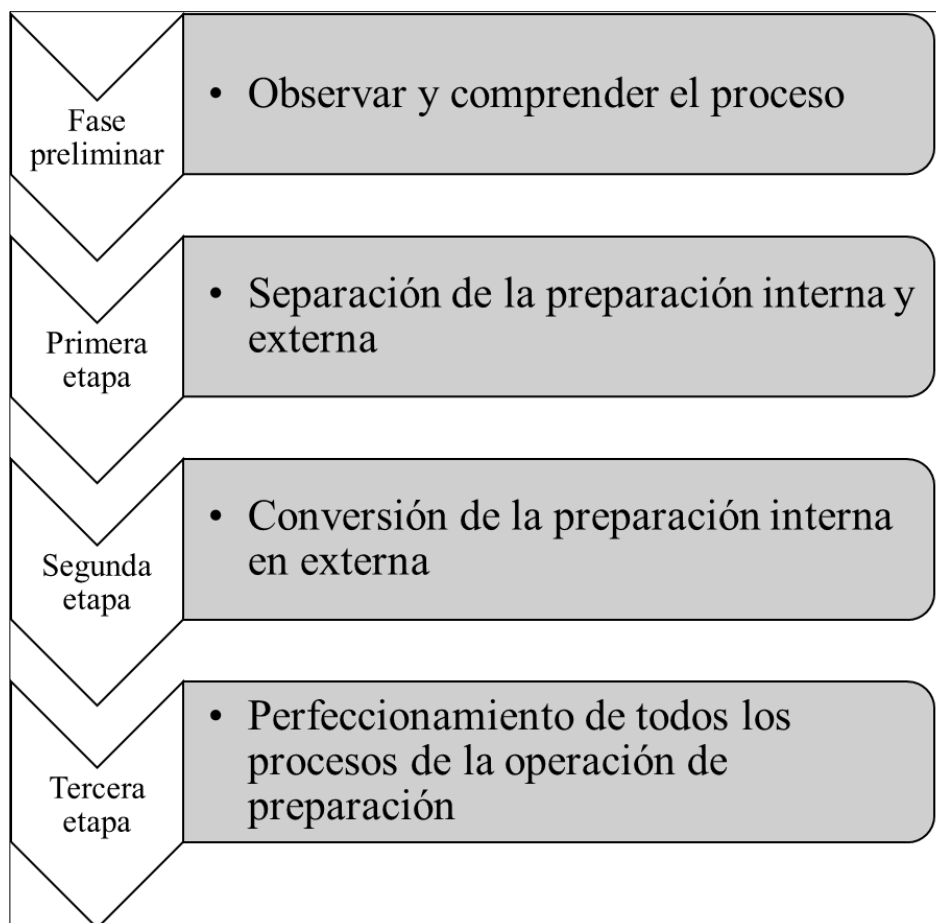


Figura 23. Procedimiento para implementar SMED

Fuente: Elaboración propia

La fase preliminar consiste en observar todas las actividades relacionadas al cambio de formato, es decir aquellas actividades que se deben realizar para pasar de un formato de periódico hacia otro. Como se mencionó, durante la noche se imprimen las ediciones de hasta cuatro periódicos, pero como solo se cuenta con una sola línea de impresión, estas impresiones se deben realizar de forma secuencial. En la Figura 27 se puede observar el formato empleado para el registro de las actividades con los tiempos que se emplean.


Fecha:	23/09/2020			
Nombre del proceso:	Fase preliminar de SMED			
Objetivo:	Establecer procedimiento para implementar SMED			
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	DISTANCIA	Tiempo de operación (minutos)
CAMBIO DE LOTE EN ROTATIVA GOSS	Se apaga la rotativa goss	○		0.50
	Se revisa y retira cable de detección de placa	◻		2.70
	Se retira la placa antigua	○		1.00
	Se traslada bobina de papel de almacén a la línea de impresión	➔	50 m	6.00
	Se instalan las bobinas de papel en las torres de impresión	○		5.00
	Se revisa eje de los rodillos entintadores	◻		2.00
	Ejecutar limpieza de tanques de tintas des de panel de control	○		2.00
	Se recargan los recipientes de tintas	○		1.00
	Se esparce tinta en los rodillos entintadores	○		1.00
	Se revisa eje de los rodillos mojadores	◻		2.00
	Se revisan eje de los rodillos de ilustración, offset y contrapresión	◻		3.00
	Revisar cuchillas de guillotinas de cada torre	◻		0.50
	Se revisa el aceite de enfriamiento desde la reserva de la rotativa goss	◻		0.50
	Encender rotativa goss con parámetros preliminares	○		0.30
	Configurar velocidad de rotativa goss y parámetros preliminares	○		0.30
	Se programa cantidad de periódicos a imprimir	○		0.20
<b>TOTAL</b>				<b>28</b>

Figura 24. Formato para el registro de actividades de cambio de formato

Fuente: Elaboración propia

Después de haber identificado todas las actividades para la realización de los cambios de formato, en la primera etapa de implementación se deben clasificar estas actividades en internas y externas. Las actividades internas son aquellas que se realizan con la máquina apagada, mientras que las externas son aquellas que se realizan con la máquina encendida. En la Figura 28 se muestra el formato empleado para la clasificación de las actividades.


Fecha:	23/09/2020			
Nombre del proceso:	Separación de la preparación interna y externa			
Objetivo:	Establecer procedimiento para implementar SMED			
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	Operación interna	Operación externa
CAMBIO DE LOTE EN ROTATIVA GOSS	Se apaga la rotativa goss	○	X	
	Se revisa y retira cable de detección de placa	◻	X	
	Se retira la placa antigua	○	X	
	Se traslada bobina de papel de almacén a la línea de impresión	➔	X	
	Se instalan las bobinas de papel en las torres de impresión	○	X	
	Se revisa eje de los rodillos entintadores	◻	X	
	Ejecutar limpieza de tanques de tintas des de panel de control	○	X	
	Se recargan los recipientes de tintas	○	X	
	Se esparce tinta en los rodillos entintadores	○	X	
	Se revisa eje de los rodillos mojadores	◻	X	
	Se revisan eje de los rodillos de ilustración, offset y contrapresión	◻	X	
	Revisar cuchillas de guillotinas de cada torre	◻	X	
	Se revisa el aceite de enfriamiento desde la reserva de la rotativa goss	◻	X	
	Encender rotativa goss con parámetros preliminares	○		X
	Configurar velocidad de rotativa goss y parámetros preliminares	○		X
Se programa cantidad de periódicos a imprimir	○		X	

Figura 25. Formato para clasificación de actividades de cambio de formato  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la teoría de SMED, para que el tiempo de cambio de formato se vea reducido, la mayoría de actividades de cambio de formato se deben realizar con la máquina encendida, es por ello que para la segunda etapa de



SMED se buscará transformar la mayor cantidad de actividades internas en externas, o suprimir algunas de estas operaciones para realizar de manera más rápida el cambio de formato. Tras analizar las actividades, se pudo observar que muchas operaciones relacionadas a los ajustes de los rodillos de impresión se vienen realizando con la máquina apagada, debido a que están condicionadas a las inspecciones de los ejes que se realizan obligatoriamente con la máquina en off. Para convertir esas operaciones internas en externas existía la necesidad de encontrar una mejora que evitará realizar estas inspecciones, como se observa en la Figura 29, donde la mejora eliminó las inspecciones y permitió pasar esas operaciones de internas a externas.

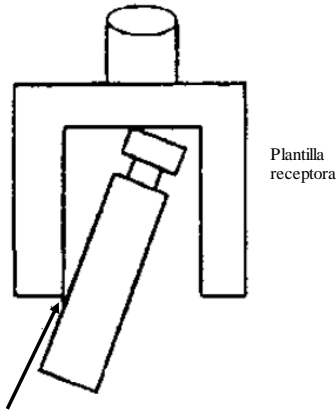
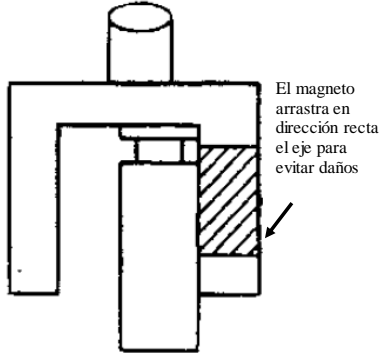
<b>Proceso:</b> Ajuste de rodillos en ejes <b>Error:</b> Los ejes se rayaban como consecuencia de una inserción inapropiada de los rodillos <b>Solución:</b> Uso de imanes para posicionar el eje <b>Mejora clave:</b> Plantilla modificada para garantizar posicionamiento correcto		<b>Prevención error:</b> Sí <b>Detección error:</b> No	<b>Parada:</b> No <b>Control:</b> Sí <b>Alarma:</b> No
<b>Descripción del proceso:</b> los ejes se insertaban en una plantilla receptora para el ajuste de los rodillos en las torres de la rotativa goss			
<b>Antes de mejora</b>		<b>Después de mejora</b>	
<p>Si el eje no se insertaba en posición recta en la plantilla receptora, chocaba con la plantilla y se rayaba.</p>  <p>Plantilla receptora</p> <p>Resultaban muescas y rayados</p>		<p>Se ha montado un imán para asegurar que el eje se inserte en la plantilla en posición perpendicular. Se han eliminado completamente los daños de los ejes.</p>  <p>El imán arrastra en dirección recta el eje para evitar daños</p>	

Figura 29. Formato de mejora para posicionamiento de ejes

Fuente: Elaboración propia

Otra actividad que condiciona algunas operaciones para que se realicen con la máquina apagada, es la revisión del aceite de enfriamiento desde la reserva de la rotativa Goss. Esta actividad se realiza por problemas de succión y derramado del aceite de enfriamiento de los motores de la rotativa Goss, es por ello que resulta clave eliminar esta inspección para poder realizar más actividades con la máquina encendida. Por esto, se realizaron modificaciones en los tubos de descarga para evitar esta situación. La ficha técnica de esta mejora se puede observar en la Figura 30.

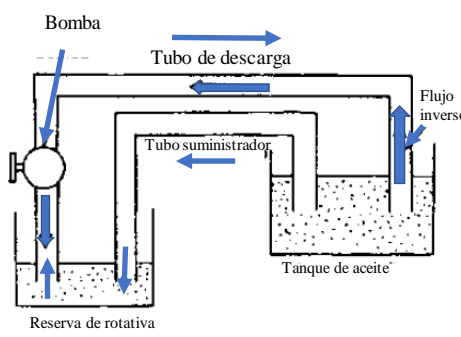
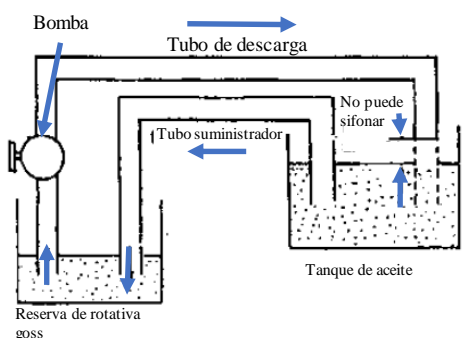
<b>Proceso:</b> Preparación para el cambio de formato		<b>Prevención error:</b> Sí	<b>Parada:</b> No
<b>Error:</b> Aceite de enfriamiento succionado al revés y derramado		<b>Detección error:</b> No	<b>Control:</b> Sí
<b>Solución:</b> Evitar succionamiento			<b>Alarma:</b> No
<b>Mejora clave:</b> útil modificado para protegerlo de daño			
<b>Descripción del proceso:</b> se emplea una bomba para hacer circular aceite de enfriamiento desde una reserva situada debajo de la rotativa goss y volverlo al tanque de aceite.			
<b>Antes de mejora</b>		<b>Después de mejora</b>	
<p>Después de que los motores de la rotativa goss y la bomba se parasen, se producía una acción de sifonamiento entre el tubo de descarga en el tanque de aceite y la reserva de los motores de la rotativa goss. El aceite fluía hacia atrás en dirección errónea y se derramaba en el suelo.</p> 		<p>Se ha acortado el tubo de descarga de forma que la succión y el correspondiente sifonamiento no pueda suceder nunca. Se han eliminado el flujo a la inversa y el derrame.</p> 	

Figura 26. Formato de mejora para evitar succionamiento

Fuente: Elaboración propia

Tras finalizar la segunda etapa, se puede observar como principales resultados, la reducción del número de actividades, pasando de 16 actividades a tan solo 10. Por otro lado, la proporción de actividades internas y externas también cambió, siendo ahora las operaciones externas la mayor parte de actividades de

cambio de formato. En la Figura 31 se muestra el formato empleado para el registro de este nuevo proceso para realizar los cambios de formato.


Fecha:	23/09/2020				
Nombre del proceso:	Fase preliminar de SMED				
Objetivo:	Conversión de la preparación interna en externa				
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	OPERACIÓN INTERNA	OPERACIÓN EXTERNA	TIEMPO (Minutos)
CAMBIO DE LOTE EN ROTATIVA GOSS	Se apaga la rotativa goss	<input type="radio"/>	X		0.50
	Se revisa y retira cable de detección de placa	<input checked="" type="checkbox"/>	X		2.70
	Se retira la placa antigua	<input type="radio"/>	X		1.00
	Se instalan las bobinas de papel en las torres de impresión	<input type="radio"/>	X		5.00
	Encender rotativa goss con parámetros preliminares	<input type="radio"/>		X	0.30
	Ejecutar limpieza de tanques de tintas desde panel de control	<input type="radio"/>		X	2.00
	Se recargan los recipientes de tintas	<input type="radio"/>		X	1.00
	Se esparce tinta en los rodillos entintadores	<input type="radio"/>		X	1.00
	Configurar velocidad de rotativa goss y parámetros preliminares	<input type="radio"/>		X	0.30
	Se programa cantidad de periódicos a imprimir	<input type="radio"/>		X	0.20
<b>TOTAL</b>					<b>14</b>

Figura 27. Formato de registro del nuevo proceso de cambio de formato – Etapa 2

Fuente: Elaboración propia

La tercera etapa de SMED, consiste en el perfeccionamiento de todos los procesos de la operación de preparación, es decir se buscará reducir los tiempos de las operaciones actuales tanto internas como externas.

Una de las operaciones internas que más tiempo conlleva es la instalación de las bobinas de papel en cada torre de impresión, pero existe una pequeña ventaja la cual es que al eliminarse muchas de las actividades de inspección se ha liberado personal de puestos durante el cambio de formato, este personal puede colaborar en la instalación de estas bobinas, para que se reduzca a más de la mitad el tiempo, ya que la instalación se haría ahora en paralelo.

Por otro lado, existe otra actividad interna que, si bien no significa mucho tiempo, pero que de presentarse algún error durante su ejecución se pueden

producir retrasos significativos. Esta actividad consiste en la revisión y retirada del cable de detección de placa. Para suprimir esta operación y reducir el riesgo de malograr el cable de detección, se instalaron terminales para establecer de esta manera un mecanismo que evite problemas. En la Figura 32 se puede observar el formato con el detalle de la mejora empleada.

<b>Proceso:</b> Preparación para el cambio de formato <b>Problema:</b> Cable roto durante el cambio de formato <b>Solución:</b> Evitar movimiento de la placa mientras el cable está conectado <b>Mejora clave:</b> Útil modificado para protegerlo de daño		<b>Prevención error:</b> Sí <b>Detección error:</b> No <b>Alarma:</b> No	<b>Parada:</b> No <b>Control:</b> Sí
<b>Descripción del proceso:</b> cuando se realiza el cambio de formato en la rotativa goss, la placa antigua utilizada en la impresión previa se tiene que retirar por un lado, para que la nueva placa entre por el lado opuesto. Este mecanismo de reemplazo se activa con un interruptor. Cada útil está equipado con un circuito para detectar la presencia de la placa de impresión durante el proceso; circuitos conectados con los controles de la rotativa goss con un cable. Este cable debe desconectarse antes de cambiar las placas.			
<b>Antes de mejora</b>		<b>Después de mejora</b>	
<p>Cuando se cambia de formato, los trabajadores deben hacer un chequeo visual del cable. El procedimiento exige esto, pero a veces el cable no se retira antes de mover la placa. Esto rompe el cable o daña las conexiones terminales. Retrasando el cambio de formato.</p>		<p>Dos terminales no usados de la caja de terminales de la zona donde se instalan las placas se utilizan ahora para el montaje de un interruptor. El conmutador que opera el mecanismo de cambio de las placas está interconectado con este circuito de forma que el conmutador de la zona de placa no opera mientras está conectado el cable.</p>	
<p><b>DURANTE LAS OPERACIONES DE CAMBIO DE FORMATO</b></p>		<p><b>OPERADOR</b></p> <p>El cambio de placas no puede operar mientras el cable está conectado.</p>	

Figura 28. Formato de registro de mejora en cambio de placas de impresión  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33 se puede observar el registro final del procedimiento para realizar el cambio de formato, donde se puede destacar la reducción de tiempo que pasó de 28 minutos a 10.30 minutos, una mejora considerable.


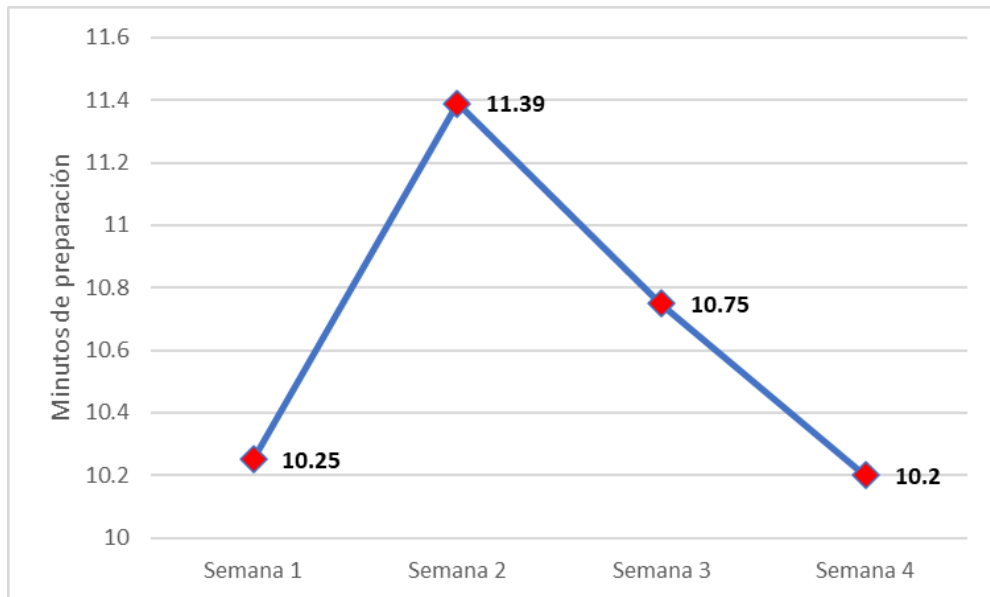
Fecha:	23/09/2020				
Nombre del proceso:	Fase preliminar de SMED				
Objetivo:	Conversión de la preparación interna en externa				
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	OPERACIÓN INTERNA	OPERACIÓN EXTERNA	TIEMPO (Minutos)
CAMBIO DE LOTE EN ROTATIVA GOSS	Se apaga la rotativa goss	<input type="radio"/>	X		0.50
	Se retira la placa antigua y se reemplaza por placa nueva	<input type="radio"/>	X		3.00
	Se instalan las bobinas de papel en las torres de impresión	<input type="radio"/>	X		2.00
	Encender rotativa goss con parámetros preliminares	<input type="radio"/>		X	0.30
	Ejecutar limpieza de tanques de tintas desde panel de control	<input type="radio"/>		X	2.00
	Se recargan los recipientes de tintas	<input type="radio"/>		X	1.00
	Se esparce tinta en los rodillos entintadores	<input type="radio"/>		X	1.00
	Configurar velocidad de rotativa goss y parámetros preliminares	<input type="radio"/>		X	0.30
	Se programa cantidad de periódicos a imprimir	<input type="radio"/>		X	0.20
<b>TOTAL</b>					<b>10.3</b>

Figura 29. Formato de registro del procedimiento final de cambio de formato

Fuente: Elaboración propia

Esta reducción de los tiempos de cambio de formato, permitirá que la producción de los periódicos sea más flexible, es decir se podrá tener más holguras durante la impresión del tiraje de cada periódico.

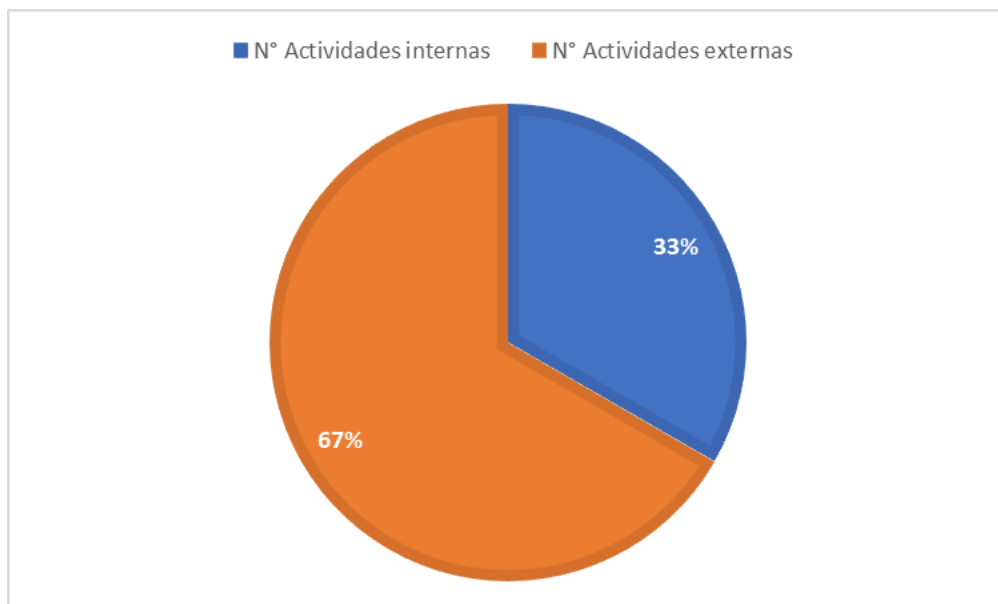
Después de haber diseñado el procedimiento completo para implementar SMED, fue necesario poder realizar mediciones. Mediante un programa piloto de cuatro semanas en la empresa, se recolectó información de los tiempos obtenidos en los cambios de formato. En la Figura 34 se pueden observar los tiempos obtenidos durante cada semana, estos resultados permitirán proyectar el beneficio esperado.



*Figura 30.* Medición del tiempo de cambio de formato tras mejoras

Fuente: Elaboración propia

Otro, de los resultados obtenidos, es la variación de proporciones de las actividades de preparación, donde se puede observar que ahora las operaciones externas representan el 67% (Figura 35) en comparación del 27% inicial.



*Figura 31.* Porcentaje de actividades internas y externas tras mejora

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se elaboró un Diagrama de Gantt (ver Figura 36) para planificar las actividades, los responsables y las fechas de ejecución del SMED.

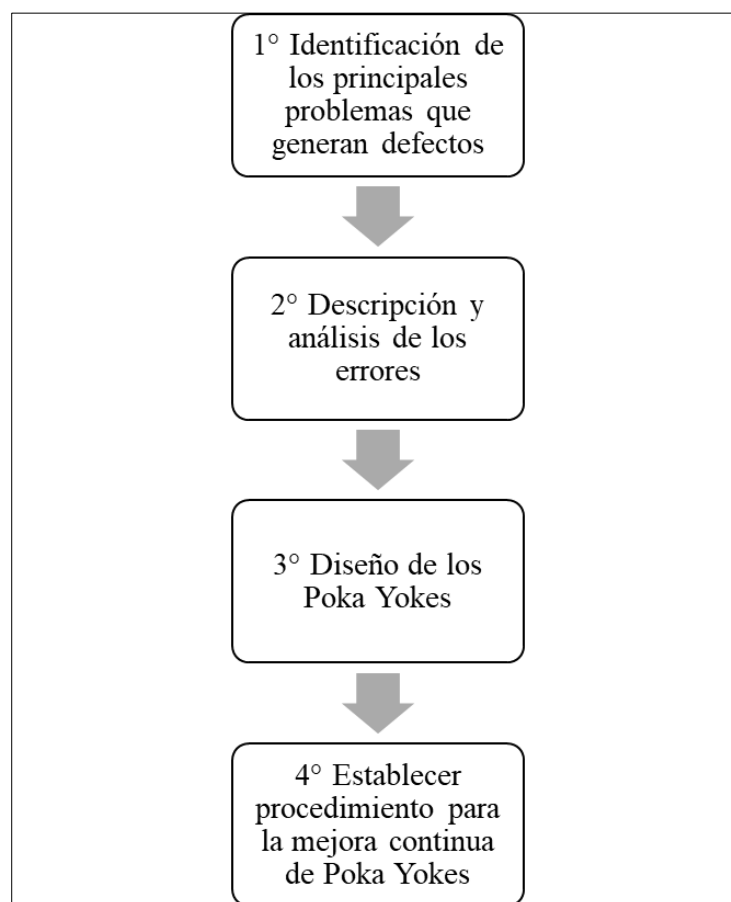
CARTA GANTT				2021																
				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				
Proyecto: Implementación SMED				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de Abril 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de Julio 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ETAPAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DURACIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>FASE PRELIMINAR</b>	Observar y comprender el proceso	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
<b>ETAPA I: Separación de la preparación interna y externa</b>	Elaborar lista de chequeo de operación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar lista de chequeo de funciones	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer procedimientos para mejorar transportes de útiles y materiales	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
<b>ETAPA II: Conversión de la preparación interna en externa</b>	Preparación por anticipados de operaciones de trabajo	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Estandarización de regulaciones	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer uso de plantillas intermedias	Investigadores y supervisores de producción	2 semanas																	
<b>ETAPA III: Perfeccionamiento de todos los procesos de la operación de preparación</b>	Realización de operaciones en paralelo	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Estandarización de parámetros de configuración	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Referencias visibles	Investigadores y supervisores de producción	2 semanas																	

Figura 32. Diagrama de Gantt para la implementación de SMED

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.7. Desarrollo Poka Yoke

El último gran despilfarro en el área de producción es el elevado número de periódicos malogrados, que tras el diagnóstico se sabe que la causa raíz que origina esto es la falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión. Para atacar esta causa raíz se aplicará Poka Yoke, con esto se busca solucionar directamente el problema. En la Figura 37 se muestra el procedimiento para implementar Poka Yoke.



*Figura 33.* Procedimiento para implementar Poka Yoke

Fuente: Elaboración propia

El primer paso consiste en identificar aquellos problemas que originan los defectos, pero no si antes considerar que de los siete problemas identificados (ver Tabla 13), solo son tres los que se presentan con mayor frecuencia, es decir tienen una alta probabilidad de ocurrencia, a diferencia de los demás que solo



son ocasionales, es por eso que el análisis se concentrará en aquellos problemas que ocasionan el 80% de las fallas de acuerdo al análisis de Pareto (ver Figura 38). De lograr reducir el 80% de las fallas se podrá tener bajo control los defectos y el número de periódicos malogrados de manera mensual.

Tabla 13.

*Matriz de priorización de problemas que originan defectos*

Problemas que generan defectos en los periódicos	Total de incidencias en la campaña	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
Generación de grumos en el rodillo entintador	15	30.00%	30.00%
Alimentación de tanques erróneos	14	28.00%	58.00%
Atoramiento de papel periódico durante toda la línea	11	22.00%	80.00%
Elevación de los bordes de la mantilla (separándose de las alzas).	3	6.00%	86.00%
Adelgazamiento gradual de la mantilla.	3	6.00%	92.00%
Arrugas en los pliegos durante la impresión	2	4.00%	96.00%
La plancha se ha oxidado en la máquina	2	4.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

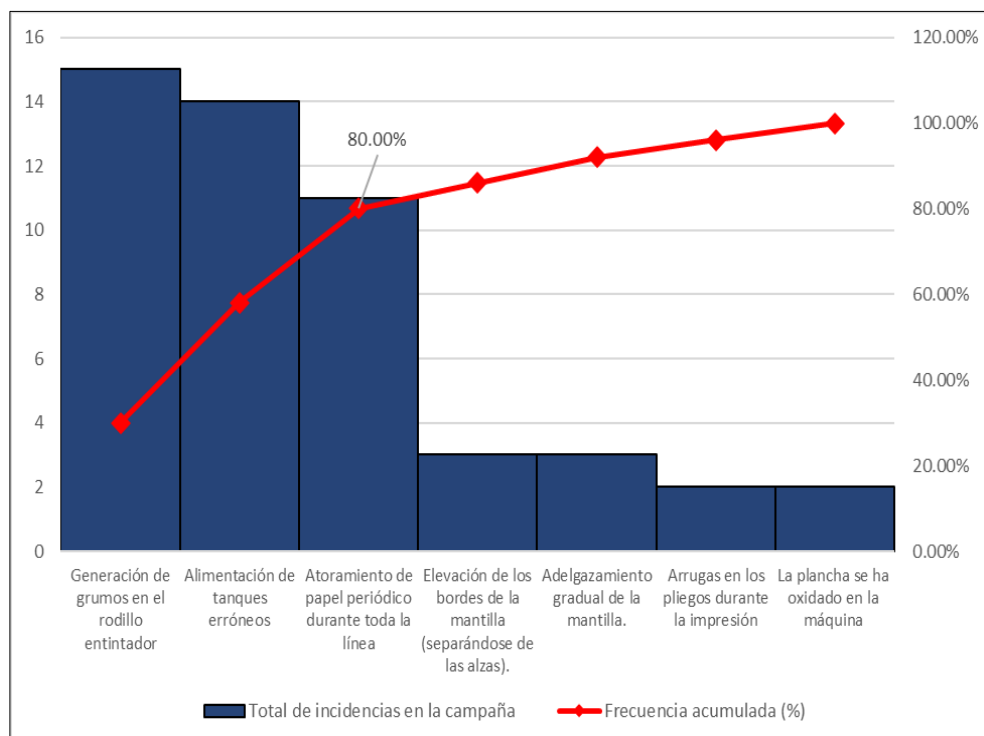


Figura 34. Diagrama de Pareto de los problemas que originan defectos

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso consiste en describir los problemas que ocasionan los defectos y analizar posibles soluciones. En la Tabla 14 se muestra los problemas priorizados.

Tabla 14.  
*Descripción de problemas priorizados*

PROBLEMA	DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	TIPO DE POKA YOKE REQUERIDO
Generación de grumos en el rodillo entintador	Los grumos se producen sobre los rodillos generando manchas visibles sobre los periódicos que se imprimen.	Prevención de error y control
Alimentación de tanques erróneos	Se producen errores en el abastecimiento de tinta en los tanques, sobre abasteciendo los tanques llenos y dejando sin tinta aquellos de bajo nivel.	Prevención de error y control
Atoramiento de papel periódico por toda la línea de impresión	Se ocasionan problemas de atoramiento de papel en los rodillos, sin ser detectados a tiempo.	Prevención de error y parada

Fuente: Elaboración propia

El problema que más veces se presenta es la generación de grumos en el rodillo entintador. Durante el proceso de impresión uno de los rodillos entintadores suele generar grumos de tinta que generan manchones en los periódicos impresos. Después de investigar qué condiciones evitarían que se formen los grumos sobre la superficie del rodillo de acero, se descubrió que, si el rodillo se mantuviese humedecido, se evitaría esto. Ahora se debe instalar un rodillo secundario para humedecer el rodillo de acero durante la impresión. Como resultado, los defectos debido a las manchas por grumos se han eliminado por

completo. En la Figura 39 se muestra a detalle el formato de registro de la mejora implementada.

**Proceso:** Impresión de periódicos      **Prevención error:** Sí      **Parada:** No  
**Error:** Generación de grumos en el rodillo entintador      **Detección error:** No      **Control:** Sí  
**Solución:** Instalación de un rodillo humidificador para prevenir esta generación de grumos de tinta      **Alarma:** No  
**Mejora clave:** útil modificado para evitar su daño

<b>Descripción del proceso:</b> durante el proceso de impresión uno de los rodillos entintadores suele generar grumos de tinta que causan manchones en los periódicos impresos.	
Antes de mejora	Después de mejora
<p>La tinta tiende a adherirse al rodillo entintador de acero, formando grumos. Estos grumos se formaban en la superficie superior del rodillo generando que el papel que pasa se manche, distorsionando la impresión, generando defectos. Los periódicos con estas manchas son descartados, obligando a los trabajadores a tener que parar la línea para corregir este problema.</p> <p style="text-align: center;">soporte en torre de rotativa rodillo de acero grumos Manchas sobre periódicos papel</p>	<p>Después de investigar qué condiciones evitarían que se formen los grumos sobre la superficie del rodillo de acero, se descubrió que si el rodillo mantuviese humedecido, se evitaría esto. Ahora se debe instalar un rodillo secundario para humedecer el rodillo de acero durante la impresión. Como resultado, los defectos debidos a las manchas por grumos se han eliminado por completo.</p> <p style="text-align: center;">rodillo humidecedor rodillo de acero</p>

*Figura 39.* Formato de mejora en los rodillos

Fuente: Elaboración propia

El segundo problema que más se presenta es la alimentación de tintas en los tanques erróneos. Los tanques cuando llegan al nivel mínimo de tinta durante la impresión son abastecidos de tinta mediante un sistema de alimentación automatizado. Un trabajador opera un tablero de control para conmutar el circuito del tanque de tinta y el sistema de abastecimiento. Como mejora se propuso, que cada conexión en el tablero de control esté protegida por una llave de conmutación. Cada tanque tendría su propia llave con un perfil distintivo y almacenada en un soporte perfilado en correspondencia con el tanque. La llave ajusta solamente en su conmutador en el tablero de control y no puede volverse

a colocar en un tanque erróneo. Para iniciar el proceso de abastecimiento de tinta automático, el trabajador toma la llave del tanque a abastecer y la inserta en el orificio para la misma en el tablero. Es ahora imposible iniciar el abastecimiento de un tanque erróneo. En la Figura 40 se muestra a detalle el formato de registro de la mejora implementada.

<b>Proceso:</b> Impresión de periódicos		<b>Prevención error:</b> Sí	<b>Parada:</b> No
<b>Error:</b> Alimentación de tanques erróneos		<b>Detección error:</b> No	<b>Control:</b> Sí
<b>Solución:</b> Añadir llaves no intercambiables al circuito de control de abastecimiento de tinta		<b>Alarma:</b> No	
<b>Mejora clave:</b> Procedimiento modificado para garantizar proceso correcto			
<b>Descripción del proceso:</b> Los tanques cuando llegan al nivel mínimo de tinta durante la impresión son abastecidos de tinta mediante sistema de alimentación automatizado. Un trabajador opera un tablero de control para conmutar el circuito del tanque de tinta y sistema de abastecimiento.			
<b>Antes de mejora</b>	<b>Después de mejora</b>		
<p>El operador determinaba visualmente qué tanque había que abastecer de tinta, haciendo entonces la conexión correspondiente en el tablero de control. A veces, la conexión se hacía inadvertidamente para un tanque erróneo. El tanque no vacío terminaba de llenarse con exceso de tinta, y los otros tanques permanecían sin tinta empezando a presentar periódicos descoloridos.</p> <p style="text-align: center;"><b>TANQUES DE TINAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PANEL DE CONTROL</b></p>	<p>Cada conexión en el tablero de control está protegido por una llave de conmutación. Cada tanque tiene su propia llave, con un perfil distintivo y almacenada en un soporte perfilado en correspondencia en el tanque. La llave ajusta solamente en su conmutador en el tablero de control y no puede volverse a colocar en un tanque erróneo. Para iniciar el proceso de abastecimiento de tinta automático, el trabajador toma la llave del tanque a abastecer y la inserta en el orificio para la misma en el tablero. Es ahora imposible iniciar el abastecimiento de un tanque erróneo.</p> <p style="text-align: center;"><b>Soporte conformado para llaves</b></p> <p style="text-align: right;">Llave conformado para el tanque 3</p> <p style="text-align: right;">Llave de conmutación</p>		

Figura 35. Formato de mejora para abastecimiento de tinta en los tanques

Fuente: Elaboración propia

El último problema es el atoramiento de papel periódico por toda la línea de impresión. Cuando ocurren cortes o roturas, la máquina tiene que parar por el atoramiento de los rodillos que empieza a rasgar todo el papel y desperdiciar

tinta, causando gran cantidad de pérdidas en materiales y tiempo. Como mejora se propuso instalar tres sensores fotoeléctricos al lado de los rodillos de alimentación para detectar cortes y grietas. Cuando se detecta esto, paran tanto la alimentación de papel como la máquina rotativa Goss. El papel se recarga nuevamente y de manera rápida para poder continuar con el proceso. En la Figura 41 se muestra a detalle el formato de registro de la mejora implementada.

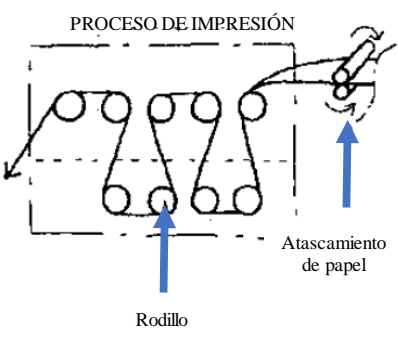
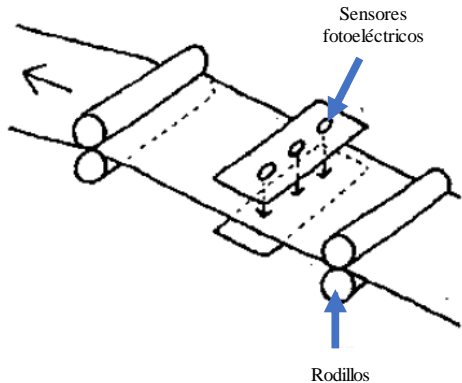
<b>Proceso:</b> Impresión de periódicos		<b>Prevención error:</b> Sí	<b>Parada:</b> Si
<b>Error:</b> Atoramiento de papel periódico durante toda la línea		<b>Detección error:</b> No	<b>Control:</b> No
<b>Solución:</b> Detectar desgarros lo suficientemente pronto como para evitar paradas de la máquina		<b>Alarma:</b> No	
<b>Mejora clave:</b> Proceso modificado para proteger de daño a la pieza			
<b>Descripción del proceso:</b> el papel periódico pasa a través de varias torres, por varios rodillos, a una velocidad considerable, En muchas ocasiones por sucesos fortuitos algunos de los motores de la máquina rotativa goss reduce su velocidad por milésima de segundo, pero lo suficiente para generar un desequilibrio de fuerzas para empezar a desgarrar el papel por la disparidad en las fuerzas de los motores que giran los rodillos, generando un efecto en cadena, donde el efecto final es el atoramiento de papel entre los rodillos, perdiéndose gran cantidad de papel y tinta.			
<b>Antes de mejora</b>		<b>Después de mejora</b>	
<p>Cuando ocurren cortes o roturas, la máquina tiene que parar por el atoramiento de los rodillos, que empieza a rasgar todo el papel y desperdiciar tinta, causando gran cantidad de pérdida en materiales y tiempo.</p> 		<p>Se han instalado tres sensores fotoeléctricos al lado de los rodillos de alimentación para detectar cortes y grietas. Cuando se detecta esto, paran tanto la alimentación de papel como la máquina rotativa goss. El papel se recarga nuevamente y de manera rápida para poder continuar con el proceso.</p> 	

Figura 36. Formato de mejora de detección de atoramiento de papel

Fuente: Elaboración propia

El cuarto paso de Poka Yoke es establecer un proceso de mejora continua que pretenda mejorar progresiva y constantemente las primeras mejoras

implantadas, esto configura la base para asegurar la estabilización de los dispositivos y una continuada detección de errores o áreas de mejora. Para lograr la sostenibilidad en el tiempo de los progresos, se deben establecer acciones de forma sistemática y recurrente, permitiendo revisar todos los procesos del sistema de mejora implantado con el objeto de mejorar la gestión y reducir los despilfarros. A continuación, en la Figura 42 se muestra el procedimiento establecido para este paso.

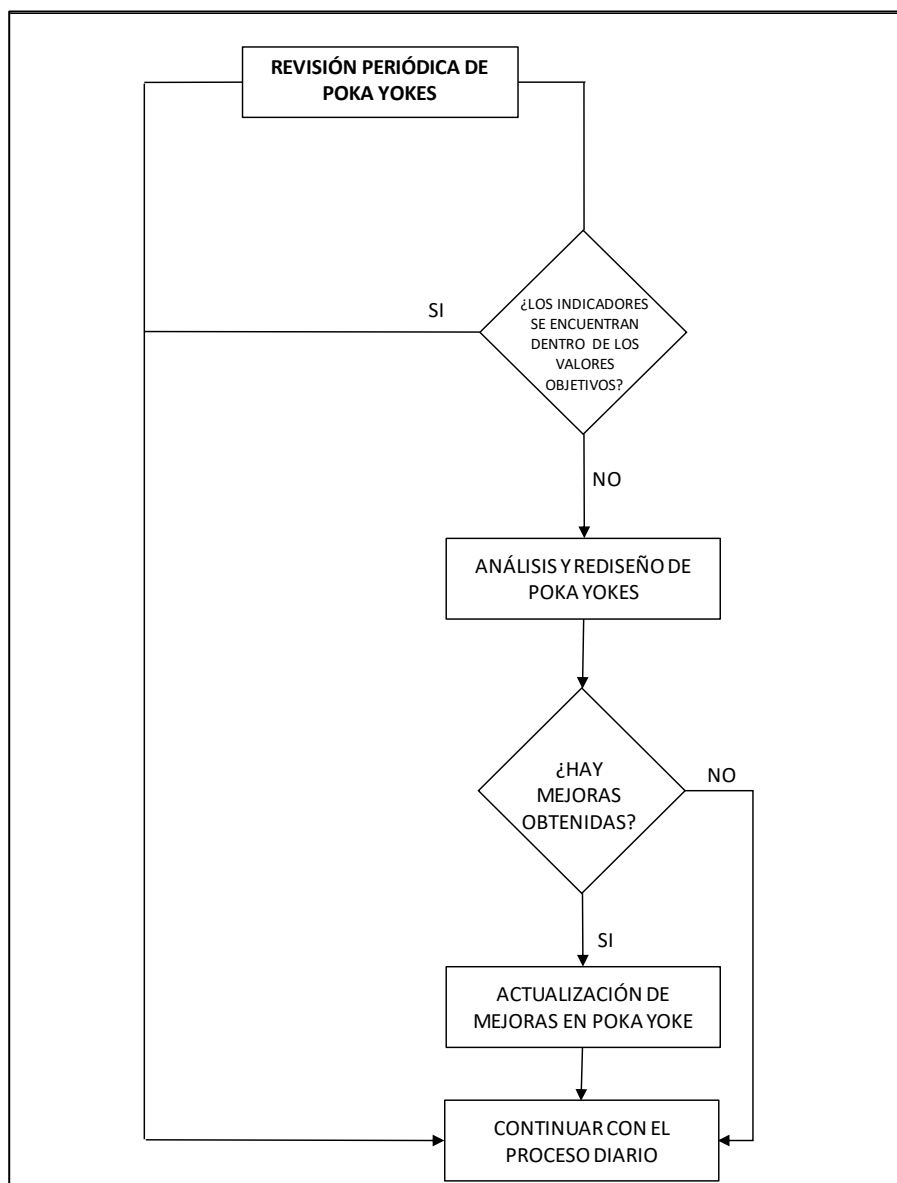
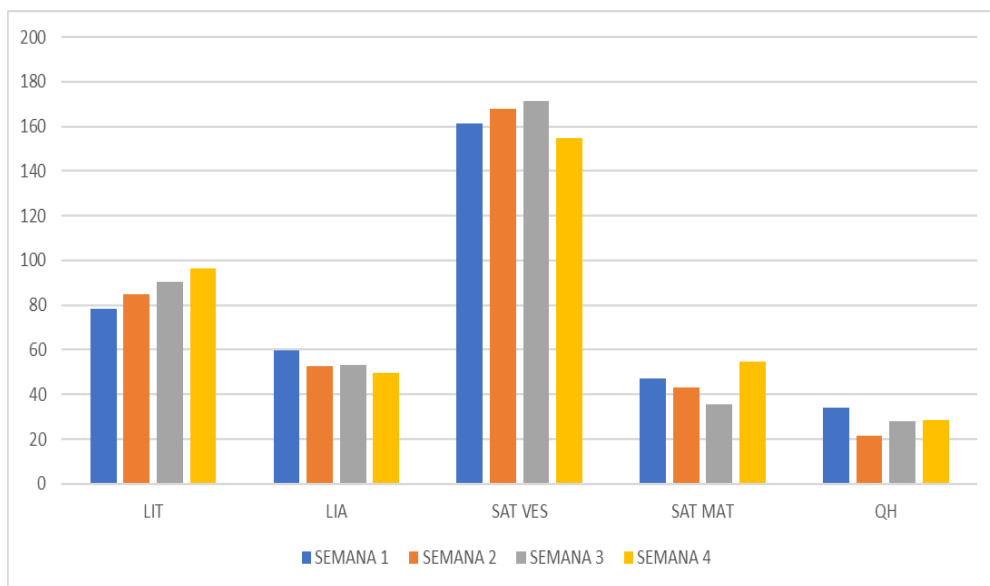


Figura 37. Procedimiento para la mejora continua de Poka Yokes

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que siempre habrá periódicos malogrados, pues existe una gran variedad de factores que conllevan a esto, pero el objetivo es reducir considerablemente el número de defectos de tal manera que se puedan mantener bajo control.

Después de haber diseñado el procedimiento completo para implementar Poka Yoke, fue necesario poder realizar mediciones. Mediante un programa piloto de cuatro semanas en la empresa, se realizó la prueba de los dispositivos instalados, cabe resaltar que el número de periódicos malogrados se redujo significativamente. En la Figura 43 se pueda observar el registro de periódicos malogrados durante las pruebas.



*Figura 38.* Registro de periódicos malogrados en semanas de pruebas

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se elaboró un Diagrama de Gantt (ver Figura 44) para planificar las actividades, los responsables y las fechas de ejecución de Poka Yoke.

CARTA GANTT				2021																
				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				
Proyecto: Implementación Poka Yoke				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 05 de abril 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de julio 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ETAPAS	ACTIVIDADES	Responsables	Duración																	
Diagnóstico de requerimiento de dispositivos	Identificación de los principales errores en el montaje de la maquinaria	Investigadores y personal del área de producción	2 semanas																	
	Descripción y análisis de los errores	Investigadores y personal del área de producción	2 semanas																	
Diseño de Poka Yokes	Diseño Poka Yoke - Error N°1	Investigadores y personal del área de producción	4 semanas																	
	Diseño Poka Yoke - Error N°2	Investigadores y personal del área de producción	4 semanas																	
	Diseño Poka Yoke - Error N°3	Investigadores y personal del área de producción	4 semanas																	
Sostenibilidad	Establecer procedimiento para la mejora continua de Poka Yokes	Investigadores y personal del área de producción	4 semanas																	

Figura 39. Diagrama de Gantt para la implementación de Poka Yoke

Fuente: Elaboración propia



### **2.3.8. Plan de capacitación**

Con las herramientas desarrolladas, es importante hacer entender a los trabajadores cómo se van a implementar las mejoras, pero previo a esto, es fundamental que los trabajadores conozcan ciertos conceptos y términos que les permitan entender y comprender a profundidad la propuesta de mejora, entonces será necesario capacitarlos en los temas desarrollados en la propuesta de mejora.

Es preciso aclarar que, por transparencia en la contabilidad de la empresa, los investigadores no pueden realizar las capacitaciones, en este caso se contratará los servicios de una empresa tercera especialista en Lean Manufacturing para poder encargarse de las capacitaciones.

Por otro lado, para establecer el plan de capacitación, primero se debe definir el contenido temático del curso, taller o seminario a desarrollar, debe existir coherencia entre los objetivos de la capacitación y los temas que serán abordados. Luego, se debe prever los medios y recursos didácticos, de igual forma contar con los materiales y el soporte tecnológico idóneo para desarrollar la capacitación de la mejor manera posible. En este caso, la empresa cuenta con la infraestructura y recursos necesarios para poder llevar a cabo las capacitaciones. Por otro lado, se debe determinar la duración y el cronograma, procurando que las sesiones no sean muy extensas.

Finalmente, es importante seleccionar a los participantes de acuerdo a sus conocimientos previos, la experiencia u otros requisitos que deben cumplir.

En la Figura 45 se muestra el formato de plan de capacitación para cada herramienta de mejora.

TEMA DE CAPACITACIÓN	MÓDULO	DIRIGIDO	DURACIÓN	OBJETIVO	CRONOGRAMA												EXPOSITOR	INVERSIÓN		
					ENERO				FEBRERO				MARZO							
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
IMPLEMENTACIÓN DE 5S	Introducción a la metodología de 5S	Personal del área de producción	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de 5S al personal de producción	■													Ramiro Mas Consultores E.I.R.L.	S/ 9,000.00	
	Desarrollos de las etapas de 5S para la disciplina en orden y limpieza		36 HORAS			■														
	Análisis de casos de éxito tras implementación de 5S		36 HORAS				■													
	Explicación de la propuesta de implementación de 5S en la planta		48 HORAS					■												
IMPLEMENTACIÓN DE SMED	Introducción a la metodología SMED	Personal del área de producción	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de SMED a los operadores de máquina					■									Ramiro Mas Consultores E.I.R.L.	S/ 12,500.00	
	Desarrollo de las fases de SMED para la reducción de los cambios de formato		36 HORAS					■												
	Análisis de casos de éxito tras implementación de SMED		36 HORAS						■											
	Explicación de la propuesta de implementación de SMED en la planta		48 HORAS							■										
IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE	Introducción a la metodología Poka Yoke	Personal del área de mantenimiento	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de Poka Yoke al personal de mantenimiento										■				Ramiro Mas Consultores E.I.R.L.	S/ 11,500.00	
	Desarrollo del procedimiento para diseñar Poka Yokes para eliminar defectos en los procesos		36 HORAS										■							
	Análisis de casos de éxito tras implementación de POKA YOKE		36 HORAS												■					
	Explicación de la propuesta de implementación de POKA YOKE en la planta		48 HORAS														■			

Figura 40. Formato de Plan de capacitación sobre las herramientas de mejora

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.9. Cálculo de inversiones

Para calcular el valor de la inversión se deberá sumar: el valor total de los recursos, el valor total de las actividades, el valor de los imprevistos, el costo de las capacitaciones, los honorarios de los trabajadores, ente otros valores.

La inversión considerada para cada herramienta está conformada por tres fases: fase de planificación, fase de implementación y la fase de sostenibilidad. Cabe aclarar que el monto calculado para el proyecto está considerando lo correspondiente a toda la planta industrial y que la empresa cuenta con políticas destinadas al desarrollo de mejoras, así como recursos económicos para financiar proyectos de mejora de hasta S/. 500,000.00

A continuación, en la Tabla 15 se muestra la inversión total requerida para poner en marcha la propuesta de mejora. Para más detalles del presupuesto calculado para la inversión de cada herramienta ver los anexos del 10 al 12.

Tabla 15.

*Resumen de inversiones por cada herramienta*

<b>Herramienta implementada</b>	<b>Ahorro esperado</b>	<b>Inversión requerida</b>
5S	S/30,303.83	S/53,665.00
SMED	S/39,308.87	S/60,585.00
POKA YOKE	S/70,118.73	S/57,515.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/139,731.43</b>	<b>S/171,765.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.10. Evaluación económica - financiera

Con la inversión calculada el siguiente paso es establecer el horizonte de tiempo y la tasa con la cual se evaluará la propuesta de mejora. Para el horizonte de tiempo se ha considerado un tiempo de vida de cinco años para el presente proyecto, esto basado en los estudios semejantes tomados como referencia que señalan que cinco años es un tiempo adecuado para que se desarrollen las tres fases de la inversión. Por otro lado, se ha considerado una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) del 28.26% los cálculos detallados se encuentran disponibles en el Anexo 13.

El flujo de caja desarrollado para el análisis solo considera los ingresos y egresos generados por la propuesta de mejora con la finalidad de no distorsionar el análisis como podría ocurrir si se consideraba el análisis a partir del estado de resultados de la empresa.

Entre los principales resultados obtenidos en el análisis económico se tiene que el proyecto se capitalizará en S/. 55,843.45 (VAN) a lo largo de los cinco años, con un rendimiento del 44.16% (TIR), una relación Beneficio-Costo de 1.19, esto indica que por cada sol invertido la empresa obtendrá 1.19 soles de ganancia. Finalmente, se sabe que el periodo de recuperación de la inversión es de un año y diez meses.

Con estos valores queda en evidencia que la propuesta de mejora es económicamente viable y tiene una alta probabilidad de éxito, lo que significa que la empresa podrá eliminar los despilfarros y ser más competitiva.

En la Figura 46 se muestra el formato empleado para el análisis económico financiero.

<b>Inversión Total</b>	S/.171,765.00
<b>TMAR</b>	28.26%

#### FLUJO DE CAJA

ANOS	0	2021	2022	2023	2024	2025
<b>INGRESOS DE LA PROPUESTA</b>	-					
AHORRO ESPERADO		S/.139,731.4	S/.139,731.4	S/.139,731.4	S/.139,731.4	S/.139,731.4
<b>EGRESOS DE LA PROPUESTAS</b>						
INVERSIÓN REQUERIDA	-S/.171,765.0					
PÉRDIDA MONETARIA		S/.49,373.4	S/.49,373.4	S/.49,373.4	S/.49,373.4	S/.49,373.4
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-S/.171,765.0</b>	<b>S/.90,358.0</b>	<b>S/.90,358.0</b>	<b>S/.90,358.0</b>	<b>S/.90,358.0</b>	<b>S/.90,358.0</b>

#### INDICADORES ECONÓMICOS

<b>VAN</b>	<b>S/.55,843.45</b>	El proyecto se capitalizará en S/. 55,843.45 generando un valor atractivo para la empresa
<b>TIR</b>	<b>44.16%</b>	El proyecto cuenta con una rentabilidad del 44.16% superior a la TMAR calculada.
<b>RBC</b>	<b>1.19</b>	Por cada sol invertido en el proyecto se obtendra 1.19 de ganancia
<b>PRI (BENEFICIO)</b>	<b>1.90</b>	De acuerdo al flujo de ahorro obtenido la inversión se recuperará en un año con diez meses

Figura 41. Formato de análisis económico de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de 5S

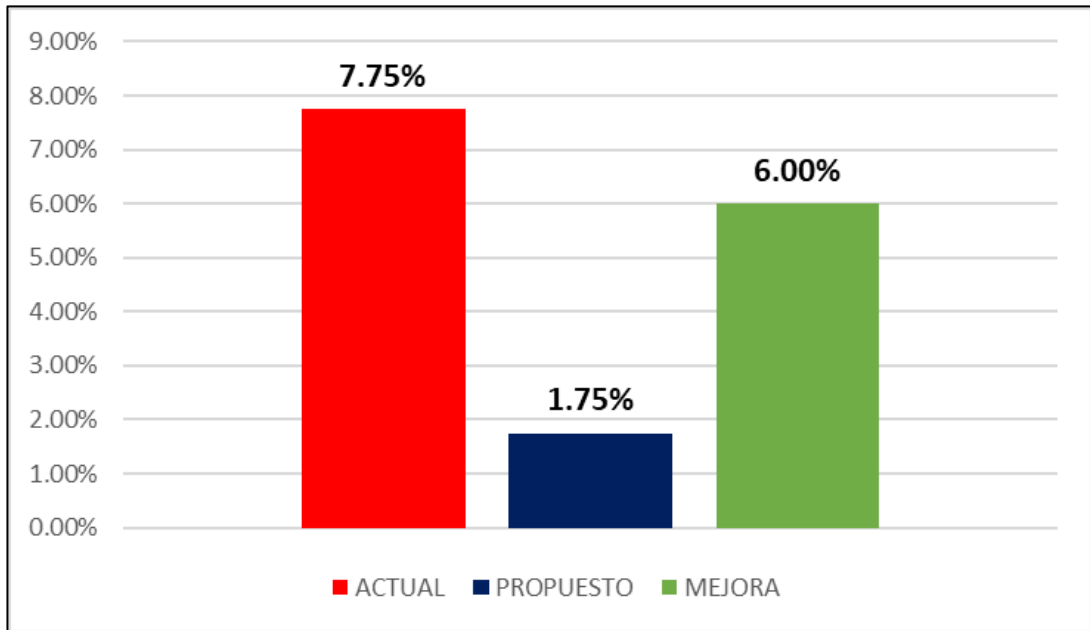


Figura 42. % Horas improductivas por búsquedas de materiales

Fuente: Elaboración propia

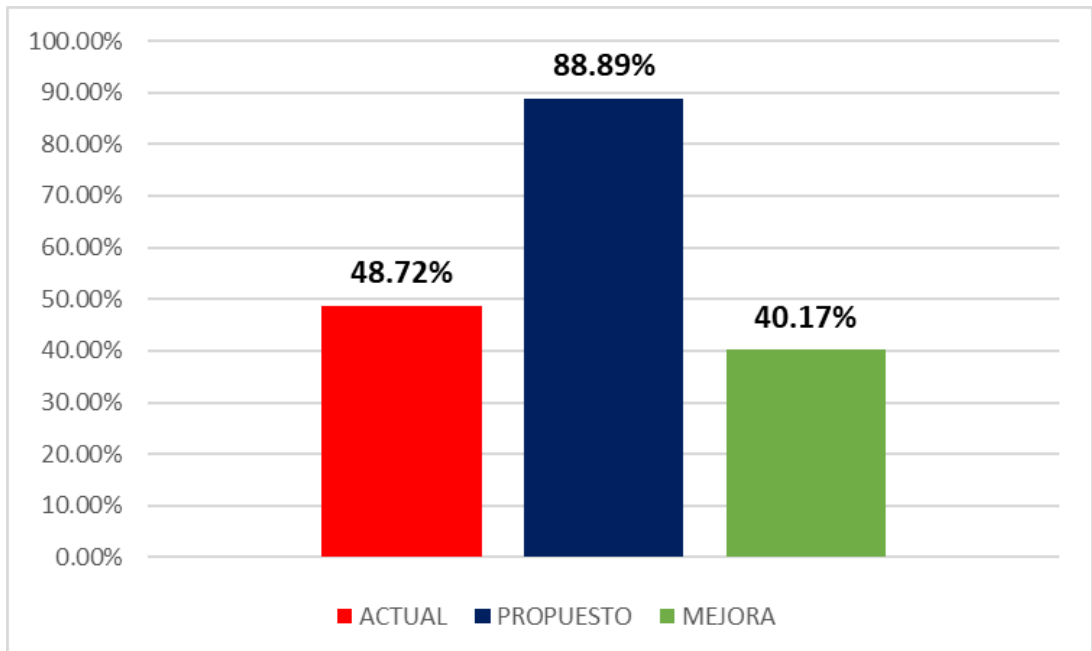
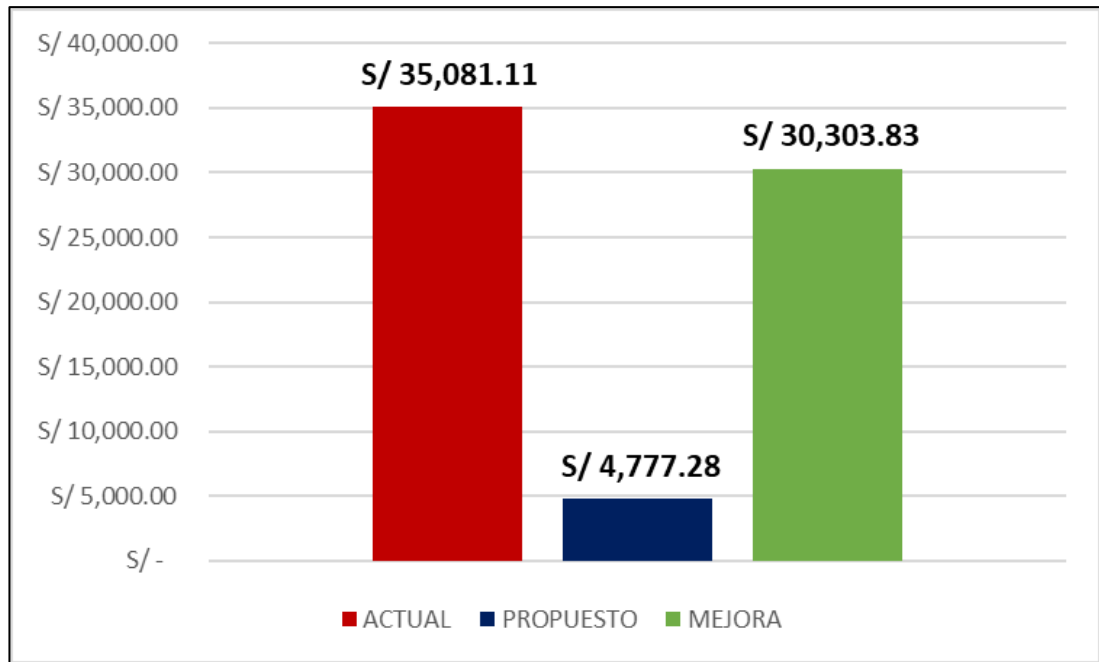


Figura 43. % De ejecución de trabajos de limpiezas programadas

Fuente: Elaboración propia



*Figura 49.* Pérdida monetaria generada por CR1

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Resultados de SMED

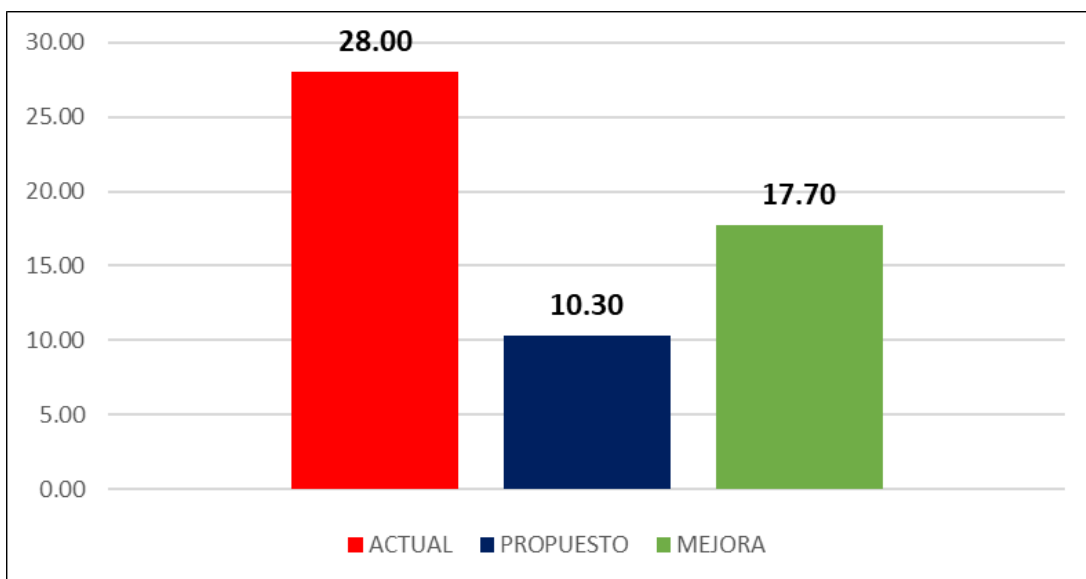


Figura 44. Tiempo promedio de cambio de formato (minutos)

Fuente: Elaboración propia

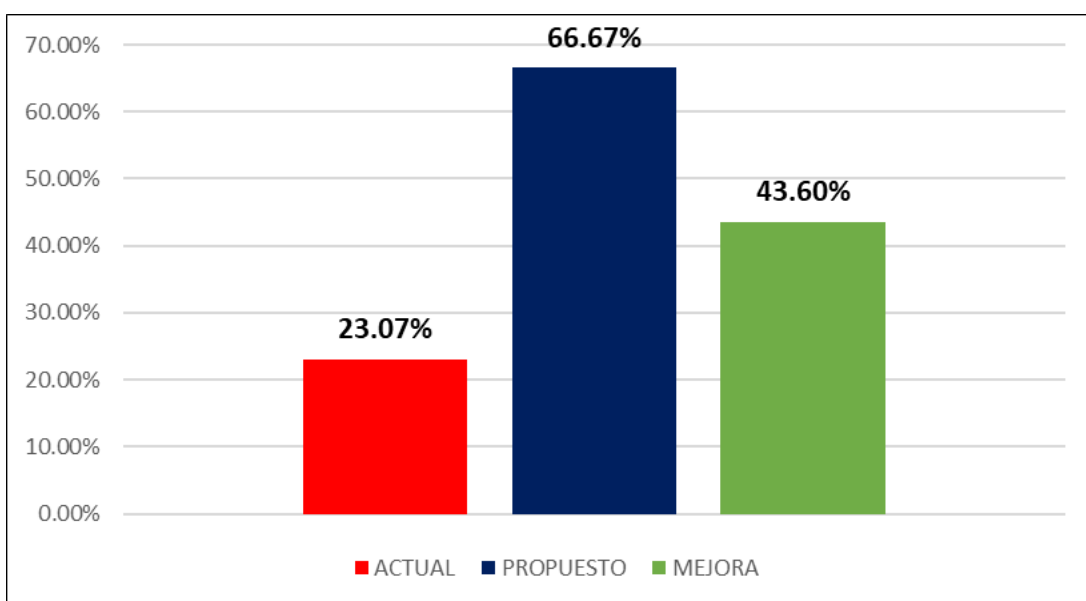
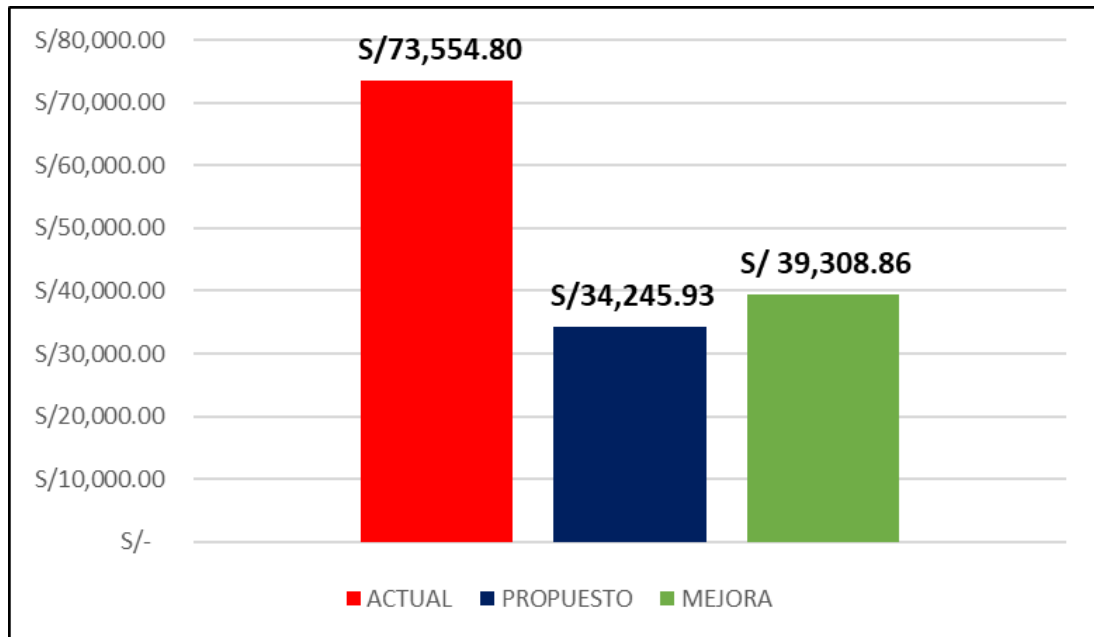


Figura 45. % De actividades externas en los cambios de formato

Fuente: Elaboración propia





*Figura 46.* Pérdida monetaria generada por CR2

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Resultados de Poka Yoke

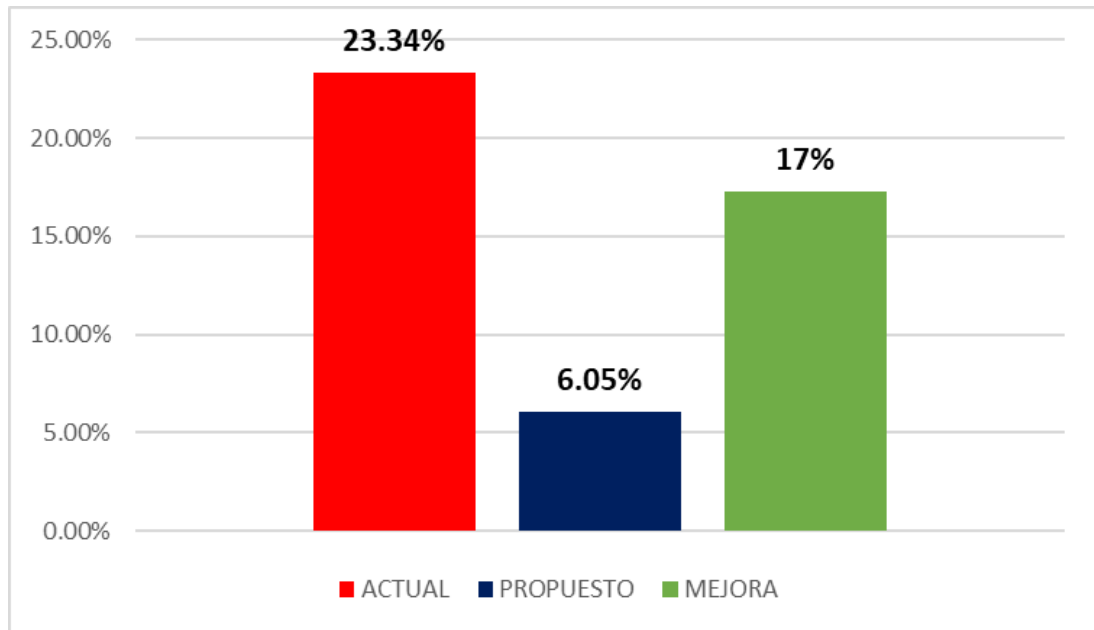


Figura 47. % Periódicos malogrados

Fuente: Elaboración propia

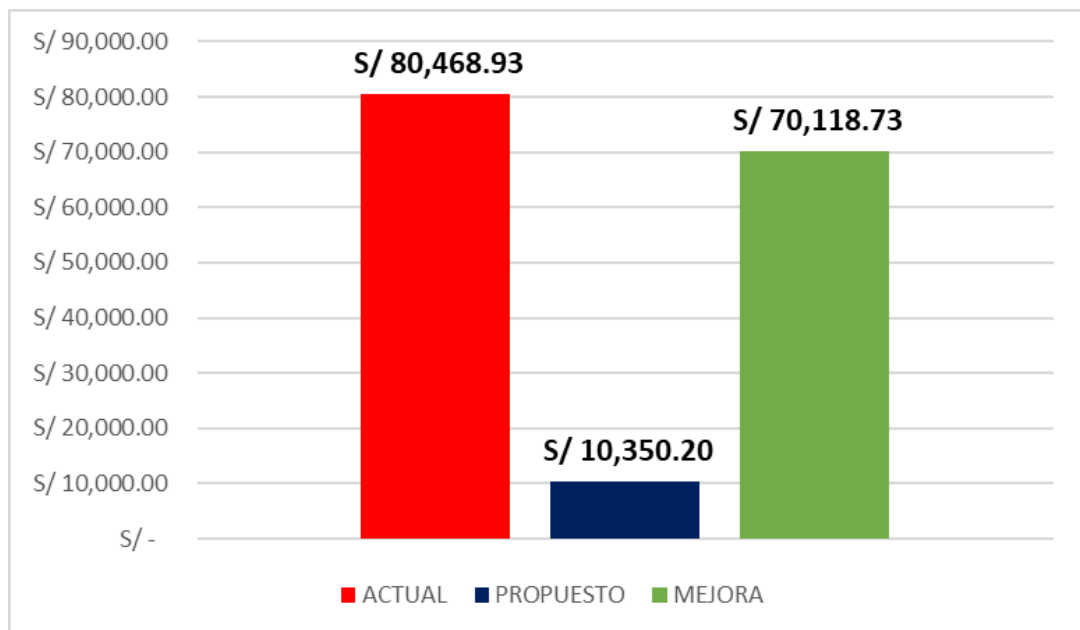


Figura 48. Pérdida monetaria generada por CR3

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Resumen de resultados

Tabla 16.

*Resumen de resultados económicos de las herramientas de mejora*

Herramienta implementada	Pérdida monetaria actual	Pérdida monetaria después de mejora	Ahorro esperado	Inversión requerida
5S	S/ 35,081.11	S/ 4,777.28	S/30,303.83	S/53,665.00
SMED	S/ 73,554.80	S/ 34,245.93	S/39,308.87	S/60,585.00
POKA YOKE	S/ 80,468.93	S/ 10,350.20	S/70,118.73	S/57,515.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 189,104.84</b>	<b>S/ 49,373.41</b>	<b>S/139,731.43</b>	<b>S/171,765.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Tras implementar las 5S, en las Figuras 47 y 48 se presentan los resultados obtenidos de los indicadores en relación a los tiempos improductivos por búsquedas de materiales y porcentaje de ejecución de los trabajos de limpieza. Las mejoras obtenidas fueron de 6% y 40% señalan que se lograron los valores objetivos planteados al comienzo de la investigación; esto debido a que se mejoraron las condiciones de trabajo y se estableció una filosofía de orden y limpieza en el área de producción. Al respecto, Arrieta (2017) señala que el objetivo de las 5S es evitar que los trabajadores dediquen horas para buscar elementos que deberían estar siempre disponibles en el área de trabajo, mientras que Ángulo (2018) agrega que para lograr que las 5S sean sostenibles en el tiempo es importante vigilar mediante auditorías periódicas que permitan la evolución de las actividades de mejora planteadas; sin embargo, Meléndez (2016) señala que la sostenibilidad de las 5S y el beneficio en cuanto a términos monetarios, pasa por reducir las incidencias por tiempos de búsquedas y trabajos de limpiezas a tiempo.

Por otra parte, tras implementar SMED, en la Figura 50 se presentan los resultados obtenidos de los indicadores en relación al tiempo de cambio de formato. La mejora obtenida fue la reducción del tiempo de 28 a 10.3 minutos, esto indica que habrá un gran ahorro de tiempo permitiendo una mejor holgura al momento de cerrar las ediciones, ya que se eliminaron actividades de preparación innecesarias y se aumentó el número de actividades con la máquina encendida. Respectivamente, Acurio (2017) señala que el objetivo de SMED es permitir flexibilizar la producción de manera que se puedan hacer cambios de formato, mientras que Guerrero & Vargas (2018) agregan que la clave para tener éxito con el SMED, es hacer mejoras en el método de cambios

de útiles con el fin de establecer mejoras que dependan más del método en sí, que de la capacidad de quien lo realiza.

Finalmente, tras implementar Poka Yoke, en la Figura 53 se presentan los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de periódicos malogrados. La mejora obtenida fue la reducción de un 23% a 6%, esto indica que se logró eliminar los principales problemas que ocasionaban los defectos de periódicos, esto debido a que se diseñaron dispositivos que previenen errores durante la impresión de periódicos; al respecto, Guerrero & Vargas (2018) señalan que el Poka Yoke, es la herramienta idónea para eliminar defectos, pues ataca directamente la causa que ocasiona los defectos y propone mecanismos que ayudan bastante a los operadores de máquina.

#### 4.2. Conclusiones

- Tras realizar el diagnóstico de la situación problemática, en el área de producción, se identificaron tres grandes despilfarros, que tras analizarlos con el Diagrama de Ishikawa se encontraron las siguientes causas raíz: falta de orden y limpieza, falta de un método eficiente para realizar cambio de formato y falta de dispositivos y procedimientos que eviten errores durante la impresión.
- Se cuantificaron las pérdidas monetarias de cada causa raíz, calculándose una pérdida monetaria de S/ 189,104.84 durante el último año, quedando en evidencia la necesidad de buscar mejoras que reduzcan esta pérdida.
- La propuesta de mejora se desarrolló a través de tres herramientas de mejora las cuales fueron: 5S, SMED y Poka Yoke, obteniéndose resultados significativos. Entre los principales están la reducción de los tiempos de búsquedas de materiales en un 77%, la reducción del tiempo de cambio de formato a 10.3 minutos y la reducción del porcentaje de periódicos malogrados hasta el 6.05%.

- Se evaluó económicamente la propuesta de mejora a través de los principales indicadores como: VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/. 55,843.45; 44.16% y 1.19, para cada indicador respectivamente; evidenciando que la implementación de las herramientas era factible y rentable para la empresa.
- Finalmente, se determinó que la propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing tiene un impacto sobre los costos, ya que estos se reducen en un 58.8%, lo que significa un ahorro por año de S/.139,731.40.

## REFERENCIAS

- Acurio R. (2017). *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de moldeo de chocolate en la empresa compañía nacional de chocolates de Perú SA, Lima 2017*. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo.
- Angulo C. (2018). *Propuestas de mejora para la operación de una zona franca mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing*. Revista Virtual Pro, 145(3).
- Arrieta, J. (2017). *Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado*. Revista Virtual Pro, 132(9).
- Delgado, A., & Hermelinda, N. (2019). *Caracterización de la gestión de calidad bajo el enfoque de las 5s en las micro y pequeñas empresas del sector servicio–rubro restaurantes del distrito de Huaraz, 2016*. Tesis de titulación. ULADECH.
- García Ramírez, N. A. (2020). *Implementación de la herramienta SMED en la línea de producción de agua cristal y cristalina para la conversión de formatos de botella de agua 600 ml a 300 ml y viceversa*.
- González, D. (2019). *Aplicación de técnicas "Lean Manufacturing" en una empresa aeronáutica*.
- Guerrero, J. & Vargas, N. (2018). *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en las áreas de producción y calidad para incrementar la rentabilidad en la empresa Hirbin SAC*. Tesis de titulación. Universidad Privada del Norte, Trujillo – Perú.
- Hernandez, V. (2013). *Lean Manufacturing*. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicas-eimplantacion>

Meléndez, F. (2016). *Aplicación de la metodología 5s para la mejora de la productividad en el proceso del encuadernado en la Industria Gráfica Quad Graphics Perú, 2015*. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo.

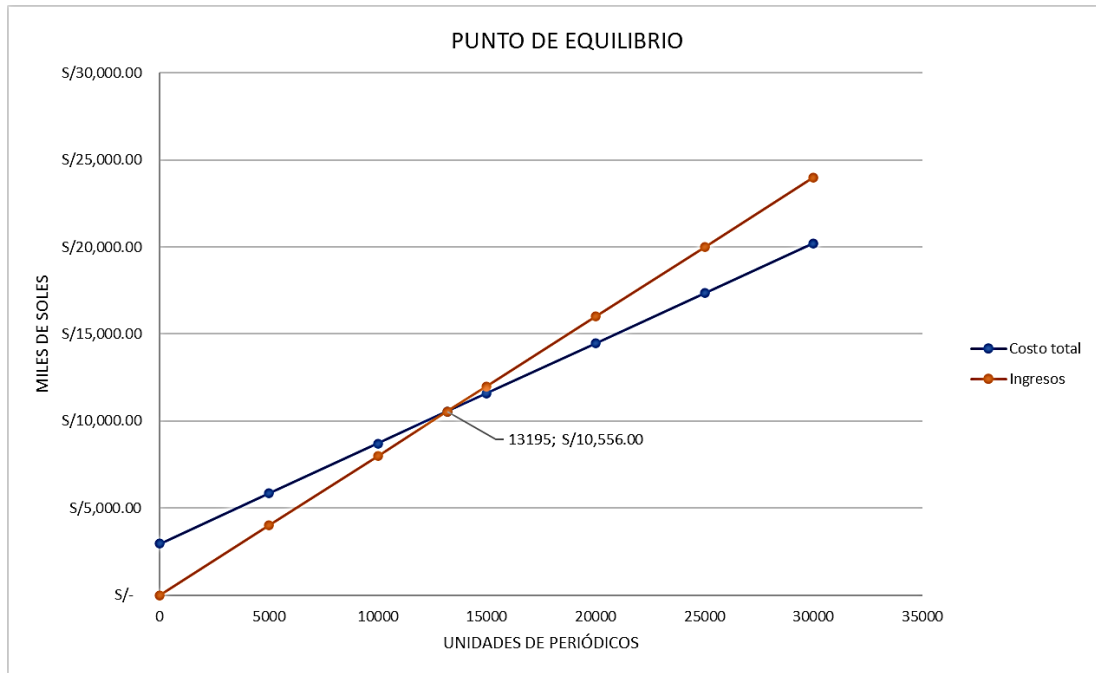
Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books.

Sullo, M. (2020). *5s para mejorar la gestión de almacenes y el servicio al cliente en empresas industriales, Lima 2019*.



**ANEXOS**

**ANEXO 01: Punto de equilibrio de la empresa estudiada**



Fuente: Empresa editora de periódicos

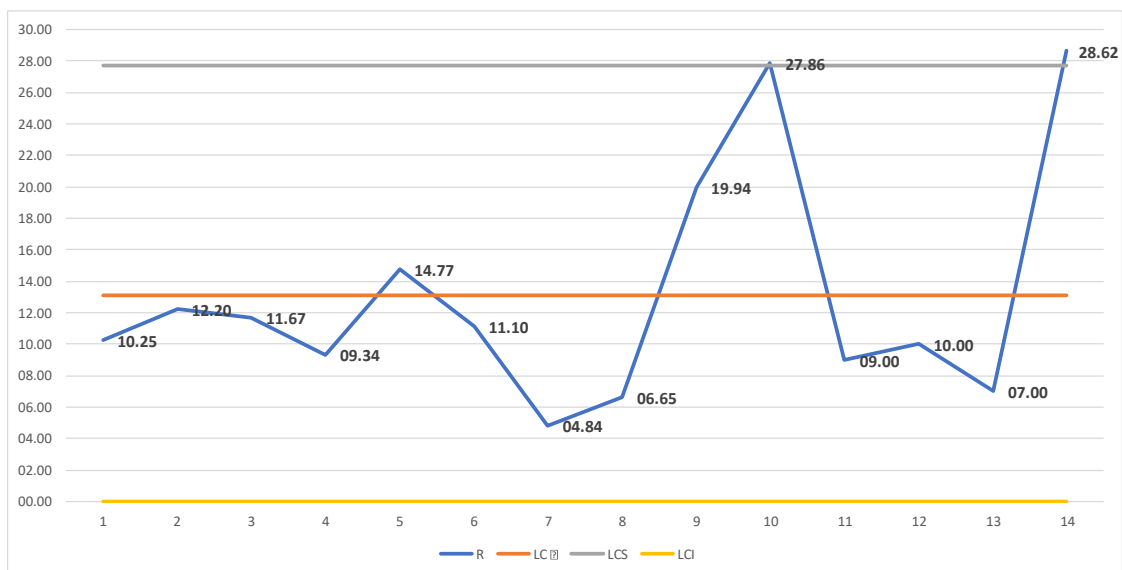
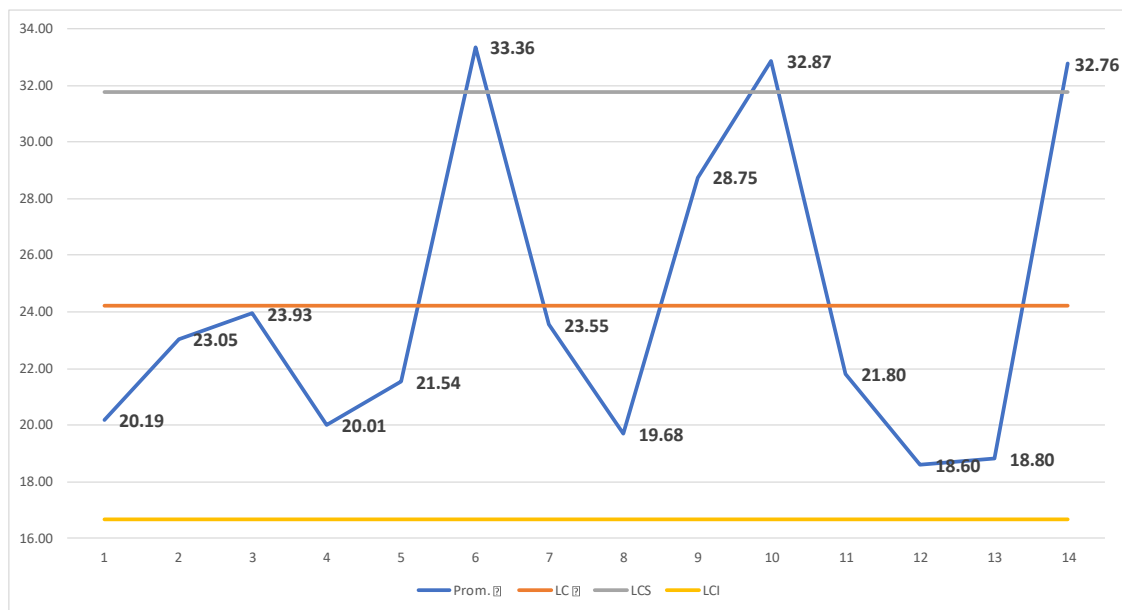
## ANEXO 02: Despilfarro 1 – Pérdida de materiales y tiempos de búsquedas

Material	Promedio (%)	Mediana (%)	Número de incidencias
PAPEL PERIÓDICO DE 61.0 CM 45.0 GR/M2	10.90	10.60	12.00
PAPEL PERIÓDICO DE 30.5 CM 45.0 GR/M2	09.50	08.60	35.00
PAPEL PERIÓDICO DE 82.0 CM 45.0 GR/M3	73.70	45.20	41.00
TINTA BLACK.	47.50	40.70	24.00
TINTA YELLOW.	31.30	37.10	05.00
TINTA MAGENTA.	48.00	32.80	11.00
TINTA CYAN.	59.80	32.60	08.00
PLACA UV CTcP 850*586	18.30	17.90	04.00
PLACA UV CTcP 914*610	18.00	13.80	53.00
PLACA UV CTcP 670*586	11.30	07.70	30.00
REV. PLACAS CTCP	52.20	14.40	05.00
ROLLER WASH	15.60	15.10	18.00
SOLUCIÓN DE FUENTE	15.40	26.70	03.00
CONSERVADOR DE PLANCHAS CTCP	25.40	14.80	03.00
TRAPOS WIPALL	19.90	29.50	07.00
TOTAL	30.45%		

Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 03: Despilfarro 2 – Elevado tiempo de cambio de formato

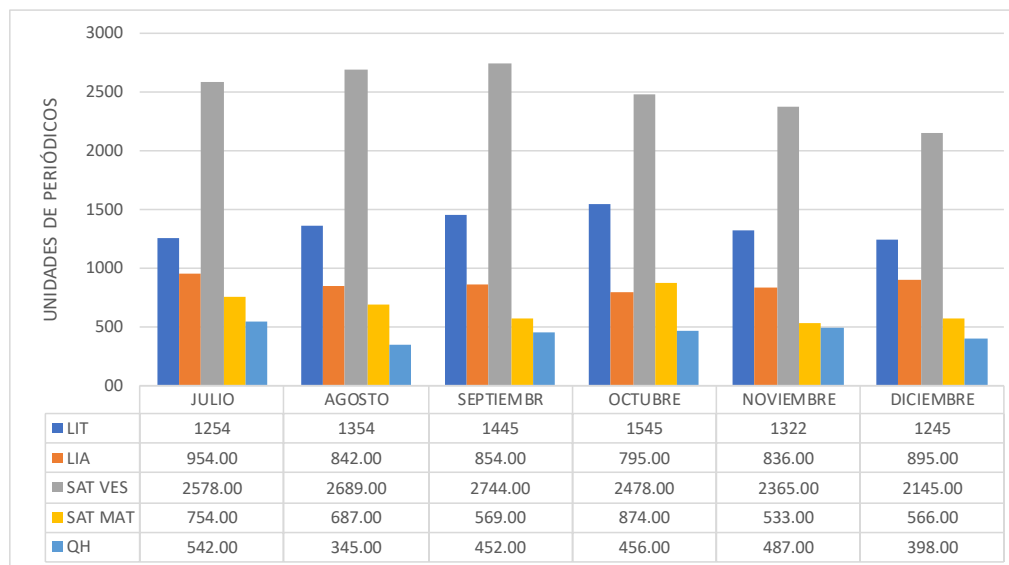
DÍA	LIT	LIA	SAT MAT	SAT VESP	QH?	Prom. $\bar{X}$	LC $\bar{X}$	LCS	LCI	R	LC $\bar{R}$	LCS	LCI
1	19.57	15.13	22.34	25.38	18.54	20.19	24.21	31.76	16.66	10.25	13.09	27.67	00.00
2	22.35	30.15	17.95	25.36	19.45	23.05	24.21	31.76	16.66	12.20	13.09	27.67	00.00
3	31.15	20.36	19.48	27.52	21.15	23.93	24.21	31.76	16.66	11.67	13.09	27.67	00.00
4	18.69	21.58	18.22	25.45	16.11	20.01	24.21	31.76	16.66	09.34	13.09	27.67	00.00
5	30.25	15.48	19.25	17.58	25.14	21.54	24.21	31.76	16.66	14.77	13.09	27.67	00.00
6	30.15	30.24	32.15	33.02	41.25	33.36	24.21	31.76	16.66	11.10	13.09	27.67	00.00
7	21.48	21.15	23.69	25.44	25.99	23.55	24.21	31.76	16.66	04.84	13.09	27.67	00.00
8	20.19	23.10	17.48	21.19	16.45	19.68	24.21	31.76	16.66	06.65	13.09	27.67	00.00
9	35.41	30.10	15.47	32.25	30.54	28.75	24.21	31.76	16.66	19.94	13.09	27.67	00.00
10	44.55	46.28	25.39	18.42	31.22	32.87	24.21	31.76	16.66	27.86	13.09	27.67	00.00
11	16.00	25.00	22.00	23.00	23.00	21.80	24.21	31.76	16.66	09.00	13.09	27.67	00.00
12	18.00	17.00	25.00	18.00	15.00	18.60	24.21	31.76	16.66	10.00	13.09	27.67	00.00
13	22.00	19.00	15.00	20.00	18.00	18.80	24.21	31.76	16.66	07.00	13.09	27.67	00.00
14	43.55	45.87	25.69	17.25	31.45	32.76	24.21	31.76	16.66	28.62	13.09	27.67	00.00



Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 04: Despilfarro 3 – Periódicos malogrados

MES	LIT	LIA	SAT VES	SAT MAT	QH	COSTO
JULIO	1254	954.00	2578.00	754.00	542.00	S/ 2,774.79
AGOSTO	1354	842.00	2689.00	687.00	345.00	S/ 2,622.49
SEPTIEMBR	1445	854.00	2744.00	569.00	452.00	S/ 2,654.67
OCTUBRE	1545	795.00	2478.00	874.00	456.00	S/ 2,645.48
NOVIEMBRE	1322	836.00	2365.00	533.00	487.00	S/ 2,425.93
DICIEMBRE	1245	895.00	2145.00	566.00	398.00	S/ 2,301.21



Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 05: Formato de costos de fabricación

<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>				
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>				
INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
PAPEL PERIÓDICO DE 61.0 CM 45.0 GR/M2	10	Unidad Bobina	S/80.00	S/800.00
PAPEL PERIÓDICO DE 30.5 CM 45.0 GR/M2	5	Unidad Bobina	S/60.00	S/300.00
PAPEL PERIÓDICO DE 82.0 CM 45.0 GR/M3	4	Unidad Bobina	S/50.00	S/200.00
TINTA BLACK.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA YELLOW.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA MAGENTA.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA CYAN.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/1,860.00</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>				
TRABAJADOR	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
Bobinero	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
Receptor	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
Ayudante	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/2,790.00</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>				
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>				
INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
PLACA UV CTcP 850*586	1245	unid	S/0.50	S/622.50
PLACA UV CTcP 914*610	745	unid	S/0.50	S/372.50
PLACA UV CTcP 670*586	425	unid	S/0.50	S/212.50
REV. PLACAS CTCP	2	unid	S/10.00	S/20.00
ROLLER WASH	3	unid	S/15.00	S/45.00
SOLUCIÓN DE FUENTE	5	unid	S/12.00	S/60.00
CONSERVADOR DE PLANCHAS CTCP	4	unid	S/14.00	S/56.00
TRAPOS WIPALL	7	unid	S/5.00	S/35.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/1,423.50</b>
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>				
TECNICO ELECTRICISTA	1	Hombre	S/1,500.00	S/1,500.00
TÉCNICO MECÁNICO	1	Hombre	S/1,500.00	S/1,500.00
JEFE DE PLANTA	1	Hombre	S/2,800.00	S/2,800.00
PRACTICANTE	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/6,730.00</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>				
DEPRECIACIÓN	1	Servicio	S/1,500.00	S/1,500.00
ALMACENAMIENTO	1	Servicio	S/450.00	S/450.00
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	1	Servicio	S/2,500.00	S/2,500.00
LIMPIEZA	1	Servicio	S/200.00	S/200.00
AGUA	1	Servicio	S/350.00	S/350.00
LUZ	1	Servicio	S/1,547.00	S/1,547.00
PREDIOS	1	Servicio	S/345.00	S/345.00
INTERNET	1	Servicio	S/120.00	S/120.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/7,012.00</b>

Fuente: Empresa editora de periódicos

**ANEXO 06: Formato de resumen de costos**

<b>TABLA RESUMEN DE COSTOS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Costo total</b>	<b>Producción</b>	<b>C.U.</b>
Costo materiales directos	S/1,860.00	34478	S/0.05
Costo mano de obra directa	S/2,790.00	34478	S/0.08
Costos indirectos de fabricación	S/15,165.50	34478	S/0.44
<b>COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN</b>	<b>S/19,815.50</b>	34478	<b>S/0.57</b>
Costo de ventas	S/1,981.55	34478	S/0.06
Gastos administrativos	S/990.78	34478	S/0.03
Costo Total del producto	S/22,787.83	34478	S/0.66
Ingreso por ventas	S/27,582.40	34478	S/0.80
<b>Utilidad mensual</b>	<b>S/4,794.58</b>	34478	<b>S/0.14</b>
<b>PÉRDIDAS POR HORA</b>			
Lucro cesante	S/23.05	-	-
Tasa C.I.F.	S/72.91	-	-
Costo de M.O.D.	S/13.41	-	-

Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 07: Formato de costeo CR1

DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/		13.41	$Pérdida\ monetaria = Hrs.\ i\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + C.O.) + C.M.M.$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora C.O. = Costo de oportunidad por hora C.M.M. = Costo de materiales malogrados por falta de limpieza				
Tasa C.I.F.	S/		72.91					
Costo de oportunidad	S/		23.05					
AÑO	MES	Nº Incidencias	Horas improductivas por búsquedas de materiales	Costos de mano de obra directa	Costos indirectos de fabricación	Costo de oportunidad	Costo de materiales malogrados por falta de limpieza	Pérdida monetaria
2019	Enero	12	12.45	S/ 167.00	S/ 907.74	S/ 286.98	S/ 1,483.00	S/ 2,677.73
	Febrero	11	16.54	S/ 221.86	S/ 1,205.95	S/ 381.26	S/ 1,396.00	S/ 2,983.21
	Marzo	13	13.45	S/ 180.41	S/ 980.65	S/ 310.03	S/ 1,544.00	S/ 2,834.69
	Abril	13	15.82	S/ 212.20	S/ 1,153.45	S/ 364.66	S/ 1,254.00	S/ 2,772.12
	Mayo	14	16.78	S/ 225.08	S/ 1,223.45	S/ 386.79	S/ 1,573.00	S/ 3,183.24
	Junio	15	14.98	S/ 200.93	S/ 1,092.21	S/ 345.30	S/ 1,560.00	S/ 2,997.51
	Julio	11	15.54	S/ 208.45	S/ 1,133.04	S/ 358.21	S/ 1,301.00	S/ 2,792.25
	Agosto	12	16.23	S/ 217.70	S/ 1,183.35	S/ 374.12	S/ 1,227.00	S/ 2,784.46
	Septiembre	12	19.41	S/ 260.36	S/ 1,415.20	S/ 447.42	S/ 1,224.00	S/ 3,086.62
	Octubre	10	14.52	S/ 194.76	S/ 1,058.67	S/ 334.70	S/ 1,203.00	S/ 2,596.37
	Noviembre	11	18.74	S/ 251.37	S/ 1,366.35	S/ 431.97	S/ 1,438.00	S/ 3,236.33
	Diciembre	18	18.92	S/ 253.78	S/ 1,379.48	S/ 436.12	S/ 1,321.00	S/ 3,136.60
<b>Mensual</b>		<b>13</b>	<b>16.12</b>	<b>S/ 216.16</b>	<b>S/ 1,174.96</b>	<b>S/ 371.46</b>	<b>S/ 1,377.00</b>	<b>S/ 2,923.43</b>
<b>Anual</b>		<b>152</b>	<b>193.38</b>	<b>S/ 2,593.90</b>	<b>S/ 14,099.54</b>	<b>S/ 4,457.57</b>	<b>S/ 16,524.00</b>	<b>S/ 35,081.11</b>

Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 08: Formato de costeo CR2

DATOS (Hr)				FÓRMULA			
Costo M.O.D.	S/		13.41	$Pérdida monetaria = Hrs. improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + C.O.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora C.O. = Costo de oportunidad			
Tasa C.I.F.	S/		72.91				
Costo de oportunidad	S/		23.05				
AÑO	MES	N° cambios de lotes	Horas de preparación de cambio de lote	Costo de mano de obra directa	Costos indirectos de fabricación	Costo de oportunidad	Pérdida monetaria
2019	Enero	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Febrero	140	58.80	S/ 788.71	S/ 4,287.17	S/ 1,355.39	S/ 5,642.56
	Marzo	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Abril	150	63.00	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
	Mayo	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Junio	150	63.00	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
	Julio	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Agosto	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Septiembre	150	63.00	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
	Octubre	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
	Noviembre	150	63.00	S/ 845.05	S/ 4,593.40	S/ 1,452.20	S/ 6,045.60
	Diciembre	155	65.10	S/ 873.22	S/ 4,746.51	S/ 1,500.61	S/ 6,247.12
<b>Mensual</b>		<b>152</b>	<b>63.88</b>	<b>S/ 856.78</b>	<b>S/ 4,657.19</b>	<b>S/ 1,472.37</b>	<b>S/ 6,129.57</b>
<b>Anual</b>		<b>1825</b>	<b>766.50</b>	<b>S/ 10,281.42</b>	<b>S/ 55,886.33</b>	<b>S/ 17,668.47</b>	<b>S/ 73,554.80</b>

Fuente: Empresa editora de periódicos



### ANEXO 09: Formato de costeo CR3

DATOS (Hr)		FÓRMULA							
Costo de pérdida por periódico		S/0.57	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = (LIT + LIA + SAT\ VEP + SAT\ MAT + QH) * C.P.U.$ LIT = unidades malogradas de diario 1 LIA = unidades malogradas de diario 2 SAT VEP = unidades malogradas de diario 3 SAT MAT = unidades malogradas de diario 4 QH = unidades malogradas de diario 5 C.F.U. = Costo de pérdida por periódico malogrado						
AÑO	MES	LIT	LIA	SAT VEP	SAT MAT	QH	Total de periódicos malogrados	Pérdida monetaria	
2019	Julio	1254	954	2578	754	542	6082	S/ 3,495.50	
	Agosto	1354	842	2689	687	345	5917	S/ 3,400.67	
	Septiembre	1445	854	2744	569	452	6064	S/ 3,485.16	
	Octubre	1545	795	2478	874	456	6148	S/ 3,533.43	
	Noviembre	1322	836	2365	533	487	5543	S/ 3,185.72	
	Diciembre	1245	895	2145	566	398	5249	S/ 3,016.75	
PROMEDIO MENSUAL		1361	863	2500	664	447	5834	S/ 3,352.87	
TOTAL ANUAL		8165	5176	14999	3983	2680	35003	S/ 40,234.47	

Fuente: Empresa editora de periódicos

### ANEXO 10: Inversión de 5S

Nombre o título del proyecto:		<b>IMPLEMENTACIÓN 5S</b>	
FASE DE PLANIFICACIÓN	S/21,650.00		
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/12,015.00		
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/20,000.00		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/53,665.00</b>		
<b>1. PLANIFICACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorarios de la investigadora	S/3,000.00	1	S/3,000.00
Costo de capacitaciones	S/9,000.00	1	S/9,000.00
Honorarios de operadores	S/930.00	10	S/9,300.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	<b>S/13,280.00</b>		<b>S/21,650.00</b>
<b>2. IMPLEMENTACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorarios de la investigadora	S/3,000.00	2	S/6,000.00
Honorarios de operadores	S/930.00	10	S/9,300.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/215.00	1	S/215.00
Insumos para adecuación de espacio (pintura, resane u otro)	S/2,250.00	1	S/2,250.00
	<b>S/3,645.00</b>		<b>S/12,015.00</b>
<b>3. SOSTENIBILIDAD :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Costos de auditorías	S/1,500.00	5	S/7,500.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	5	S/12,500.00
	<b>S/4,000.00</b>		<b>S/20,000.00</b>

Fuente: Empresa editora de periódico

### ANEXO 11: Inversión de SMED

Nombre o título del proyecto:		<b>IMPLEMENTACIÓN SMED</b>	
FASE DE PLANIFICACIÓN	S/28,150.00		
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/12,435.00		
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/20,000.00		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/60,585.00</b>		
<b>1. PLANIFICACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorarios de investigadores	S/3,000.00	2	S/6,000.00
Costo de capacitaciones	S/12,500.00	1	S/12,500.00
Honorarios de operadores	S/930.00	10	S/9,300.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/16,780.00		S/28,150.00
<b>2. IMPLEMENTACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorario investigadores	S/3,000.00	2	S/6,000.00
Honorario de operadores	S/930.00	10	S/9,300.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/385.00	1	S/385.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/4,065.00		S/12,435.00
<b>3. SOSTENIBILIDAD :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Costos de auditorías	S/1,500.00	5	S/7,500.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	5	S/12,500.00
	S/4,000.00		S/20,000.00

Fuente: Empresa editora de periódico

## ANEXO 12: Inversión de Poka Yoke

Nombre o título del proyecto:		<b>IMPLEMENTACIÓN POKA YOKE</b>	
FASE DE PLANIFICACIÓN	S/24,250.00		
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/13,265.00		
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/20,000.00		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/57,515.00</b>		
<b>1. PLANIFICACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorarios de investigadores	S/3,000.00	1	S/3,000.00
Costo de capacitaciones	S/11,500.00	1	S/11,500.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/930.00	10	S/9,300.00
Material didáctico y útiles	S/450.00	1	S/450.00
	<b>S/15,880.00</b>		<b>S/24,250.00</b>
<b>2. IMPLEMENTACIÓN :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Honorario investigadores	S/3,000.00	1	S/3,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	10	S/9,300.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/215.00	1	S/215.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/3,500.00	1	S/3,500.00
	<b>S/4,895.00</b>		<b>S/13,265.00</b>
<b>3. SOSTENIBILIDAD :</b>			
<b>Concepto del Gasto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
Costos de auditorías	S/1,500.00	5	S/7,500.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	5	S/12,500.00
	<b>S/4,000.00</b>		<b>S/20,000.00</b>

Fuente: Empresa editora de periódico

### ANEXO 13: Cálculo del TMAR

Año	Inflación acumulada al último día de diciembre	100% + Inflación anual acumulada
2015	4.40	104.40
2016	3.23	103.23
2017	1.36	101.36
2018	2.19	102.19
2019	1.90	101.90
f = inflación media anual =		2.61%

**Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2019)**

Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
Bajo	1 a 10 %
Medio	11 a 20 %
Alto	>20%

**Fuente: Baca (2017)**

Ítem	Concepto	Valor
i	inflación	2.61%
f	premio al riesgo	25.00%
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento	28.26%

**Fuente: Baca (2017)**

Fórmula:  $TMAR = i + f + if$

Fuente: Empresa editora de periódico