



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el área de  
producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C, San Martín  
de Porres, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Chiguala Segura, Flor Lucina ([orcid.org/0000-0002-6337-9762](https://orcid.org/0000-0002-6337-9762))

Villa Vargas, Walter Jonathan ([orcid.org/0000-0002-8764-8664](https://orcid.org/0000-0002-8764-8664))

**ASESOR:**

Dr. Díaz Dumont, Jorge Rafael ([orcid.org/0000-0003-0921-338X](https://orcid.org/0000-0003-0921-338X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedicado a nuestras familias quienes con sus consejos, esfuerzo y apoyo incondicional fueron nuestra inspiración y motivo para culminar nuestros estudios.

### **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios por cada día de vida, a cada uno de los profesores por sus enseñanzas y consejos durante nuestro trayecto universitario. Agradecemos a la empresa Envplast S.A.C. y a sus colaboradores por el gran apoyo que recibimos durante el desarrollo de la tesis.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variables y operacionalización .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo .....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	78
3.7. Aspectos éticos .....	79
IV. RESULTADOS .....	80
V. DISCUSIÓN .....	90
VI. CONCLUSIONES .....	92
VII. RECOMENDACIONES .....	94
REFERENCIAS .....	96
ANEXOS.....	104

## Índice de tablas

Tabla 1. Puntuaciones de Pareto .....	5
Tabla 2. Validez.....	29
Tabla 3. Eficiencia (pre-test).....	36
Tabla 4. Eficacia (pre-test).....	36
Tabla 5. Análisis del nivel de eficiencia (pre-test).....	37
Tabla 6. Análisis del nivel de eficacia (pre-test).....	38
Tabla 7. Análisis del nivel de productividad (pre-test) .....	40
Tabla 8. Eficiencia (post-test) .....	42
Tabla 9. Eficacia (post-test) .....	42
Tabla 10. Análisis del nivel de eficiencia (post-test) .....	43
Tabla 11. Análisis del nivel de eficacia (post -test) .....	44
Tabla 12. Análisis del nivel de productividad (post -test) .....	46
Tabla 13. Actividades que se realizan en el cambio de molde .....	52
Tabla 14. Resumen de las actividades realizadas en el cambio de molde.....	54
Tabla 15. Separar las actividades internas y externas .....	56
Tabla 16. Convertir las actividades internas en externas .....	59
Tabla 17. Actividades convertidas en actividades externas 1.....	62
Tabla 18. Actividades convertidas en actividades externas 2.....	63
Tabla 19. Solución de las actividades observadas .....	64
Tabla 20. Listado de elementos necesarios .....	66
Tabla 21. Listado de elementos innecesarios.....	67
Tabla 22. Cronograma de limpieza para la zona de herramientas, materiales y equipos.....	70
Tabla 23. Actividades realizadas entre dos operarios .....	70
Tabla 24. Cronograma de ejecución del proyecto de investigación.....	74
Tabla 25. Recursos y materiales .....	75
Tabla 26. Costos de implementación .....	75
Tabla 27. Ingresos.....	76
Tabla 28. Flujo de caja.....	77
Tabla 29. Indicadores financieros .....	78
Tabla 30. Evaluación comparativa del nivel de eficiencia .....	81

Tabla 31. Evaluación comparativa del nivel de eficacia .....	82
Tabla 32. Evaluación comparativa del nivel de productividad.....	83
Tabla 33. Prueba de normalidad del nivel de eficiencia .....	84
Tabla 34. Prueba T - Student para muestras emparejadas de la eficiencia .....	85
Tabla 35. Prueba de normalidad del nivel de eficacia.....	86
Tabla 36. Prueba T - Student para muestras emparejadas de la eficacia .....	87
Tabla 37. Prueba de normalidad del nivel de productividad .....	88
Tabla 38. Prueba T - Student para muestras emparejadas de la productividad .....	89

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa .....	4
Figura 2. Diagrama de Pareto .....	6
Figura 3. Adaptación de la Casa Toyota .....	14
Figura 4. Tarjeta roja .....	17
Figura 5. Localización Geográfica Google Maps .....	30
Figura 6. Productos ofrecidos.....	31
Figura 7. Organigrama de la empresa Envplast S.A.C.....	31
Figura 8. DOP de la fabricación de galoneras .....	32
Figura 9. Layout de la empresa .....	33
Figura 10. Materia prima, las rebabas y los productos con defectos.....	33
Figura 11. Tolda de la máquina inyectora-sopladora.....	34
Figura 12. Soplado de galonera .....	34
Figura 13. Rebaba y colocación de tapas .....	35
Figura 14. Galoneras agrupadas.....	35
Figura 15. Diagrama de box plot del nivel de eficiencia previa.....	37
Figura 16. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficiencia pre-test.....	38
Figura 17. Diagrama de box plot del nivel de eficacia pre-test.....	39
Figura 18. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficacia pre-test.....	39
Figura 19. Diagrama de box plot del nivel de productividad pre-test.....	40
Figura 20. Diagrama lineal de tendencia del nivel de productividad pre-test.....	41
Figura 21. Diagrama de box plot del nivel de eficiencia post-test.....	43
Figura 22. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficiencia post-test .....	44
Figura 23. Diagrama de box plot del nivel de eficacia post test.....	45
Figura 24. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficacia posterior .....	45
Figura 25. Diagrama de box plot del nivel de productividad post test.....	46
Figura 26. Diagrama lineal de tendencia del nivel de productividad posterior .....	47
Figura 27. Gerente general.....	48
Figura 28. Capacitación del SMED.....	49
Figura 29. Máquinas inyectora-sopladora .....	49
Figura 30. Partes de la máquina inyectora-sopladora .....	50
Figura 31. Equipos de apoyo para el cambio de molde.....	50

Figura 32. Herramientas y materiales necesarios para el cambio de molde .....	51
Figura 33. Traslados del operario en la máquina .....	51
Figura 34. Proceso del cambio de molde .....	55
Figura 35. Capacitación sobre las 5S.....	65
Figura 36. Elementos innecesarios con sus respectivas tarjetas rojas.....	67
Figura 37. Antes y después del Seiton .....	68
Figura 38. Antes y después del Seiso .....	69
Figura 39. Cambio de molde entre dos colaboradores.....	73
Figura 40. Diagrama de cajas y bigotes de la eficiencia.....	81
Figura 41. Diagrama de cajas y bigotes de la eficacia .....	82
Figura 42. Diagrama de cajas y bigotes de la productividad .....	83



## Resumen

La presente investigación titulada “Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C, San Martín de Porres, 2022”. Tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022; la población está constituida por los cambios de formato a 5B en un periodo de 8 semanas antes y 8 semanas después de la aplicación del SMED y siendo la variable independiente SMED y la dependiente productividad.

El estudio de la investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental, de nivel explicativo; los instrumentos abordados para la recopilación de información son fichas de observación, tabla de cálculo de productividad, tabla de actividades, cronómetro; los cuales fueron sometidos a validez y confiabilidad, cuyos resultados se presentan en tablas y figuras.

Entre las principales conclusiones se tiene que la aplicación del SMED mejora la productividad en la empresa, Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, lo que se evidencia en el aumento de la eficiencia y eficacia; en un 7.64% y 8.91% respectivamente, y en la productividad en un 17.22%.

**Palabras clave:** SMED, productividad, eficiencia, eficacia

## **Abstract**

This research entitled "Application of the SMED to improve productivity in the gallon container production area, Envplast S.A.C company, San Martín de Porres, 2022". Its objective was to determine how the application of the SMED will improve productivity in the gallon container production area, Envplast S.A.C company, San Martín de Porres, 2022; the population is constituted by the changes of format to 5B in a period of 8 weeks before and 8 weeks after the application of the SMED and being the independent variable SMED and the dependent productivity.

The study of the research began from a quantitative approach, with a quasi-experimental design, with an explanatory level; the instruments addressed for the collection of information observation sheets, productivity calculation table, activity table, stopwatch; which were subjected to validity and reliability, whose results are presented in tables and figures.

Among the main conclusions is that the application of the SMED improves productivity in the company, Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, which is evidenced in the increase in efficiency and effectiveness; by 7.64% and 8.91% respectively, and in productivity by 17.22%.

Keywords: SMED, productivity, efficiency, effectiveness

# **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la industria plástica presenta distintos inconvenientes ya que la mayoría de países están empezando a prohibir la elaboración de productos plásticos de un solo uso con el fin de reducir la contaminación que estas producen. La pandemia COVID-19 ha ocasionado aumentos en la fabricación de material plástico y en el consumo de este material, este aumento se da por ejemplo en bolsas, botellas, recipientes destinados al delivery o embalajes del comercio electrónico. Este aumento se debe a una mayor demanda para el uso hospitalario y para el uso doméstico, es posible que siga aumentando ya que se está permitiendo el desconfinamiento de la población. En el 2019 a nivel mundial la producción de plásticos fue de 368 millones de t mientras que en Europa fue de 57.9 millones de t. (PLASTICS EUROPE, 2020, p.16). En Latinoamérica, en promedio el consumo anual de plásticos por persona en el Perú es 30 kilos, Brasil 37 kilos, Argentina 44 kg y Chile 50 kg. Las exportaciones de plásticos y sus manufacturas en el 2017 en países como Perú superan los 450 millones de dólares anuales, México con 8 369, Colombia 1 279, Chile 428, Argentina 992 y Brasil con 3656 millones de dólares anuales, en Latinoamérica la demanda es muy superior a la oferta, Latinoamérica depende mucho de los productores de materia prima plástica, en el 2019 solo representaron el 4% de la producción de plásticos global (INEI, 2018). Según ABIEF (2020) indica que el desempeño de la industria brasileña de envases plásticos flexibles en el 2019 fue relativamente positivo. También menciona que la producción del sector creció un 2,3% con respecto al 2018, llegando a casi 2 millones de toneladas. Los ingresos por exportaciones también aumentaron en un 7%, totalizando US \$ 237 millones. En sentido contrario, las importaciones cayeron un 8% en volumen en el año 2019 (ABIEF, 2020). El consumo per cápita en 2020 alcanzó los 9,7 kg / habitante frente a los 9,1 kg / hab en 2019, esto sucedió porque desde que comenzó esta pandemia, estas empresas del sector actuaron rapidez y adaptación al nuevo escenario para evitar que diversos sectores estratégicos como alimentos, medicamentos y bebidas, se queden sin envases y que el consumidor final no sufra el problema de escasez de productos (TECNOLOGÍA DE MATERIAIS, 2021).

En el Perú, la industria ha crecido de manera silenciosa, desde el 2017 al 2020, las exportaciones de este sector han aumentado significativamente en un 23%. (LA CÁMARA, 2021). Del PBI industrial total, el 4% lo representa el sector plástico y este sector da trabajo a alrededor de 200,000 personas. Del total de impuestos que paga la manufactura, la industria de los plásticos representa el 13%. También menciona

que este sector año tras año va importando máquinas y va generando el aumento del empleo formal (SNI, 2019). La industria del plástico está creciendo año a año un 3.2% debido a que el sector construcción se está reactivando y al sector agroindustria (SNI, 2019). La SNI informó que pronto se elevarán los precios de los productos plásticos como las botellas, bolsas, empaques, tubos y materiales que nos protegen frente al covid 19 porque a nivel mundial hay escasez de resinas (polietileno, poliestirenos y polipropilenos), el cual es un insumo principal e importante para fabricar los productos plásticos (GESTIÓN, 2021). Los insumos plásticos están presentando incrementos en su precio, esto se empezó a dar debido al aumento que se dio en el costo para transportar desde aquellos países que son proveedores y que también se debe a la disminución de la producción de resinas por parte de las plantas de los proveedores. El costo para transportar un contenedor desde el continente asiático aumento de US\$60 a US\$350 por t (GESTIÓN, 2021).

Para el análisis del contexto de la empresa se cuenta con un área de producción en el cual se producen principalmente galoneras donde se han podido evidenciar deficiencias que generan la determinación del problema; para ello, se ha empleado, el diagrama de causa – efecto donde se expresan los inconvenientes.

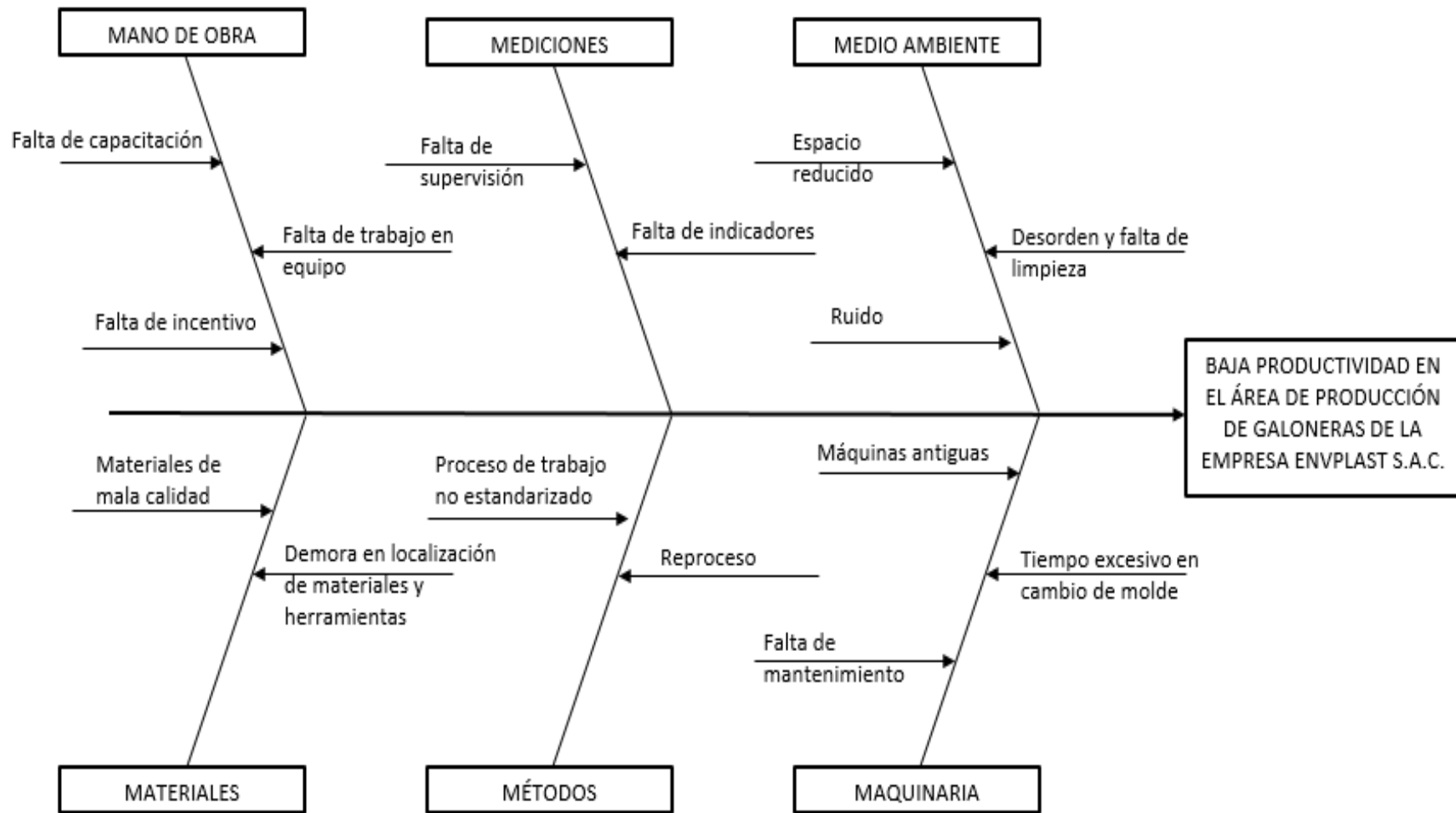


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Para un mejor análisis, se muestra la matriz de correlación de causas en el Anexo 1. A fin de poder precisar aquellas causas con mayor incidencia en el problema principal se elaboró la matriz de correlación de causas en el anexo 1. Se colocó las siguientes escalas en función a su influencia, 0 Indica una nula o poca relación entre las causas y 1 Indica que hay mucha relación entre las causas. La matriz de correlación permitió obtener un puntaje (frecuencia) para cada causa que se identificó en el diagrama causa-efecto.

**Tabla 1. Puntuaciones de Pareto**

N°	CAUSAS	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acumulado
C8	Tiempo en el cambio de molde	14	14	16%	16%
C7	Desorden y falta de limpieza	12	26	13%	29%
C3	Demora en localización de materiales y herramientas	10	36	11%	40%
C1	Tiempo perdido en reprocesos	9	45	10%	51%
C4	Falta de capacitación	8	53	9%	60%
C6	Proceso de trabajo no estandarizado	7	60	8%	67%
C2	Falta de indicadores	6	66	7%	74%
C5	Supervisión ineficiente	6	72	7%	81%
C13	Falta de mantenimiento	4	76	4%	85%
C10	Materiales de mala calidad	4	80	4%	90%
C12	Máquinas antiguas	3	83	3%	93%
C11	Espacio reducido	2	85	2%	96%
C9	Falta de trabajo en equipo	2	87	2%	98%
C14	Falta de incentivo	1	88	1%	99%
C15	Ruido	1	89	1%	100%
	Total	89		100%	

En la tabla 1, se muestran todas las causas las cuales se encuentran ordenadas, donde la puntuación más alta corresponde al tiempo en el cambio de molde (14), seguido de desorden y falta de limpieza (12), demora en localización de materiales y herramientas (10), tiempo perdido en reprocesos (9), falta de capacitación (8), proceso de trabajo no estandarizado (7), falta de indicadores (6). Para graficar dicho escenario se presenta la siguiente figura.

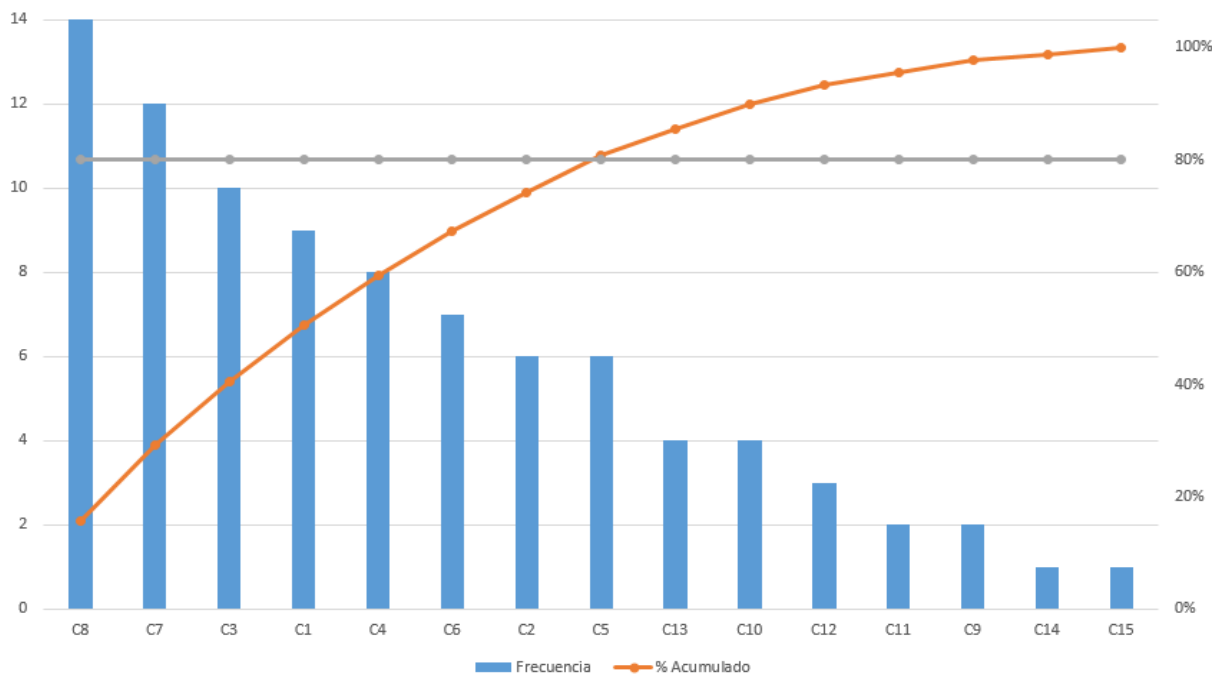


Figura 2. Diagrama de Pareto

En la Figura 2, podemos observar que las causas con mayor frecuencia son C8 tiempo en cambio de molde, C7 desorden y falta de limpieza y C3 demora en localización de materiales y herramientas.

A partir de ello, se comenta que el problema principal se centra en conocer ¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022?. Para su alcance, fue necesario desarrollar los problemas como ¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la eficiencia en los minutos reales de la maquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022? y ¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022?

La justificación de esta investigación se menciona de la siguiente manera: La justificación teórica de esta investigación busca aplicar la teoría de la aplicación del SMED en el área de producción de la empresa Envplast S.A.C. que es una empresa perteneciente a la industria del plástico. La justificación práctica de la investigación es establecer estándares que ayudarán a minimizar el tiempo en la preparación en las máquinas, logrando así que se mejore la eficacia como también eficiencia del área de



producción de galoneras. La justificación metodológica de la investigación es emplear la metodología SMED para medir a las variables en estudio. La justificación económica es aumentar las ganancias generadas a partir de la mejora de la productividad ya que se podrá producir más galoneras. La justificación social de la investigación está basada en mejorar el desempeño de la empresa en la sociedad, como también facilitará el trabajo diario de sus trabajadores.

A partir de ello, se elaboran los objetivos de la investigación, para esta investigación el objetivo general es determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022. Mientras que los objetivos específicos son: determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022 y determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la eficacia en la programación de producción de galoneras 5B en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022. Finalmente, para esta investigación la hipótesis general es: La aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022. De forma similar, las hipótesis específicas son: La aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022 y que La aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2021. Finalmente, en los anexos 2 y 3 se presenta la matriz de operacionalización y coherencia.

## **II. MARCO TEÓRICO**

A nivel internacional se cuenta con la investigación de PERTUZ (2018) en su trabajo de investigación llamado “Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla”, propuso como objetivo implementar la metodología SMED, como herramienta de reducción de tiempos de alistamiento en la máquina encapsuladora para aumentar la productividad de una empresa farmacéutica en Barranquilla. Para lograr el objetivo se registró todas las actividades que se realizan durante el alistamiento de la maquina encapsuladora, las cuales se diferencian en internas externas, el tiempo que se emplea en los cambios de materiales y ajustes de máquina. Se llegó a la conclusión que el tiempo de alistamiento se redujo de 240 minutos a 150 minutos. Este antecedente contribuyo para poder identificar tanto actividades internas como externas.

En la investigación de ABRIL (2019) en su trabajo de investigación llamado, “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, tuvo como objetivo mejorar el nivel productivo en una compañía dedicada a la fabricación de envases plásticos con impresión en flebografía, dado que se identificó tiempos excesivos e improductivos los cuales equivalen al 37% del total de los tiempos de producción, para ello plantea como solución la herramienta SMED. Se realizó la reclasificación de las actividades externas e internas, teniendo en consideración las que poseían un mayor impacto en los tiempos de cambio, haciendo uso de una metodología descriptiva y de exploración para cada actividad existente, en consecuencia, se propuso diversas mejoras que permitan el perfeccionamiento y la exactitud en cuanto el proceso formulación de tintas previo al cambio de formato prescindiendo así de la reformulación cuando la maquinaria se encuentra apagada.

En la investigación de SARMIENTO (2018) en la tesis titulada “Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa mundiplast mediante un sistema de producción esbelto lean manufacturing, Cuenca ,2018”, el objetivo de este trabajo de investigación es eliminar los desperdicios presentes en el proceso productivo en la empresa Mundiplast. Se aplicaron el TPM, 5S y SMED. En conclusión, con la implementación de 5S se aumentó de 28,80% a un 85,60% el cumplimiento. Con el cambio rápido de moldes, tanto en las inyectoras como sopladoras, se redujo en un

40.04% el tiempo relacionado a las tareas de desmontaje y 20.53% en el montaje; solo en las sopladoras hubo una reducción de 14.93% en el desmontaje y de un 23,61% en el montaje. Con la implementación del TPM se aumentó el OEE de cada equipo, en la inyectora #4 de 78,37% a 88,32% y de 75,17% a 86,66% en la sopladora #2.

En la investigación de PACHACAMA (2019) en la tesis titulada “Mejora de la productividad, en el área de mecanizado transfer para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegener, a través de la implementación del lean manufacturing, Sangolquí, 2019”, el objetivo de este trabajo de investigación es determinar cómo la implementación de las herramientas del LM mejorará la productividad en la sección de mecanizado transfer. En conclusión, se implementó las herramientas Lean VSM, 5S, SMED, esto ayudó a que en cada proceso se reduzca los diversos tiempos de ciclo: en estampado se disminuyó un 41.67%, corte en prensa en 44,51%; granallado en 39,18 %; mecanizado en 44,02 % y en empaque se disminuyó un 28,77 %. La productividad aumentó en cada proceso: en el proceso de granallado 0,18 %; en el proceso de mecanizado 5,27 %; en el proceso de empaque 5,79 %. Aumentó la eficiencia del ciclo en cada proceso: estampado aumento en 4,67 %; corte en prensa en 11%; granallado en 1.4 %; mecanizado en 18,27 %; empaque en 4.14 %, respectivamente. Al realizar el VSM se determinó que al implementar las mejoras en cada uno de los procesos se redujo los tiempos de entrega de 21,2 días a 6,7 días.

En la investigación de MORALES (2020) en la tesis titulada “Aplicación de la metodología SMED para mejorar la productividad del área de impresión del departamento de etiquetas en una industria de productos plásticos agroindustriales, el objetivo de esta investigación es aplicar la metodología SMED para mejorar la productividad del área de impresión mediante la aplicación de la metodología SMED en el Departamento de Etiquetas en una industria de productos plásticos agroindustriales. Su diseño es no experimental. Se aplicó cuatro fases: en la primera fase se realizó la revisión documental; en la segunda fase se evaluó el estado situacional del procedimiento de cambio, del tiempo de cambio de cada una de las máquinas y del departamento en su conjunto; en la tercera fase se aplicó las etapas de la metodología SMED y en la cuarta fase se mostró los beneficios obtenidos por la implementación del SMED. Se logró reducir el tiempo promedio de cambio de orden de producción en un 32.58% es decir 14.94 minutos.

En el escenario nacional se cuenta con el trabajo de SANTANA (2019) en su investigación llamada “Aplicación del SMED para mejorar la productividad en la línea de fabricación de envases tall 1 de la empresa Gloria S.A, Huachipa, 2019”, tiene como objetivo determinar como la aplicación del SMED mejora la productividad en la línea de fabricación de envases TALL 1, el tipo de investigación es aplicada, de diseño cuasiexperimental, su población lo conforma el cambio de formato de la maquina TALL N°01 de fabricación de envases de hojalata en un tiempo de 8 cambios en 4 meses y su población es igual a la muestra. Se realizó un análisis de la situación actual, se realizó una hoja de observación de las actividades, luego empezó a separar las actividades internas y externas y finalmente se realizaron modificaciones en la máquina. Se logró incrementar la eficiencia de 83.02% a 94.84%, su eficacia mejoro de 82.99% a 95.01% y su productividad mejoro de 68.95% a 90.17%.

En la investigación de SOBERO (2017) en su investigación llamada “Aplicación del sistema SMED para mejorar la productividad de la línea de envasado de la empresa Gloria S.A, LURIGANCHO, 2017”, tiene como objetivo determinar cómo la aplicación del sistema SMED mejora la productividad en la línea de envasado de la empresa Gloria S.A. El tipo de investigación es aplicada, de diseño cuasiexperimental, su población lo conforman los reportes de la producción diaria de los diferentes productos lácteos. Se inició con la identificación y cronometraje de las actividades internas y externas y se estandarizo las actividades con el propósito de reducir el tiempo de cambio de formato. Se mejoró la eficiencia de 83.02% a 94.42%, la eficacia mejoro de 70.03% a 88.56% y su productividad mejoro de 69% a 88%.

En la investigación de GARCÍA (2020) en su investigación llamada “Aplicación del SMED en los cambios de estilos para incrementar la productividad de la empresa Topitex Star E.I.R.L. Chíncha, 2020”, tiene como objetivo determinar de qué manera la aplicación del SMED en los cambios de estilos incrementa la productividad de la empresa Topitex Star E.I.R.L. El tipo de investigación es básica, de diseño no experimental, su población lo conforman el total de prendas en proceso de producción diaria durante 25 días. En los pasos para implementar sus mejoras considera cuatro actividades previas para luego aplicar tres pasos más de los cuales se tiene la separación de actividades internas y externas, conversión de las operaciones internas a externas y por ultimo perfeccionar las operaciones. Se mejoró la eficiencia de

72.94% a 78.26%, la eficacia de 91.23% a 97.96% y la productividad de 66.73% a 97.96%.

En la investigación de JULCA (2018) en su investigación llamada “Aplicación de la herramienta SMED para mejorar la productividad en la línea 3 del área de conversión en una empresa de consumo masivo, Puente Piedra, 2018”, tiene como objetivo determinar como la aplicación de la Herramientas SMED mejorará la productividad en la línea 3 del área de conversión de la empresa de consumo masivo. El tipo de investigación es aplicada, de diseño cuasiexperimental, su población lo conforman la producción diaria de la línea 3 del área de conversión de enero a junio. Para dar solución a las causas identificadas se procedió a capacitar a los colaboradores de la línea 3 sobre el SMED y 5S, se procedió a identificar las actividades presentes en el cambio de formato, se estandarizo las actividades del cambio de formato Se logró mejorar la eficiencia de 57% a 72%, la eficacia de 96% a 97% y la productividad de 55% a 68%.

En la investigación de BENÍTES (2021) en su investigación “Aplicación del SMED para incrementar la productividad del proceso de producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa, 2021”, tiene como objetivo determinar como la aplicación del SMED incrementa la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C. El tipo de investigación es aplicada, de diseño cuasiexperimental, su población lo conforman 8 semanas para el pre test y 8 semanas para el post test, la muestra está comprendida por la producción de toneladas de arena fina y gruesa y el tiempo de operatividad de la Zaranda vibratoria, durante los meses de noviembre y diciembre del año 2020 y los meses enero y febrero del 2021. Se logró aumentar la productividad a 74.47%, la eficiencia aumento a 88.50% y la eficacia mejoro hasta el 84.11%.

Con respecto al marco conceptual y referido a la variable independiente, a saber, SMED se menciona:

“El SMED es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina” (HERNÁNDEZ Y VIZÁN, 2013, p.42). Esta metodología está enfocada en bajar el tiempo empleado en la preparación de las máquinas, para ello es necesario realizar un estudio minucioso del proceso y hacer diversos cambios en la máquina,

herramientas, utillaje los cuales reduzcan los tiempos de preparación (HERNÁNDEZ Y VIZÁN, 2013, p.42).

“La herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) tiene como objetivo reducir los tiempos de preparación, aumentar la productividad, reducir los costos de fabricación y ser capaces de producir tamaños de lotes pequeños” (DE MORAES, BAPTISTA, FERRACINI Y BUCIOLI, 2019, 257).

Según SHIGEO (1983) plantea tres etapas para reducir los tiempos en la preparación de máquinas:

Paso 1: Separar las actividades internas y externas: Esta etapa es la más importante en la implementación de SMED. Para poder diferenciar el tipo de actividad se toma en cuenta lo siguiente: se entiende que toda actividad interna se realiza con la máquina apagada, en cuanto a las actividades externas se realizan mientras la maquina está encendida.

Paso 2: Convertir las actividades internas en externas: Se trata de convertir estas actividades internas en externas para así emplear menos tiempo de preparación mientras la máquina este apagada.

Paso 3: Reducir la preparación interna y externa: en esta parte se trata de mejorar todo lo relacionado a las actividades de preparación para ello se puede aplicar estas recomendaciones:

- Estandarizar la función, estandarizar las partes involucradas en el proceso de preparación.
- Incluir el uso de mordazas funcionales o eliminar los cierres por completo, para así evitar emplear más tiempo en el ajuste o desajuste de los pernos.
- Adoptar modos de operación paralela: se propone colocar un operario adicional cuando la máquina tenga varios accesos de preparación lo cual genera demasiados movimientos a la hora de trasladarse.
- Mecanización: en esta parte se necesitará el empleo de técnicas mecánicas las cuales ayuden a reducir el tiempo de preparación.

“La filosofía Lean Manufacturing trabaja enfocándose en la mejora continua y buscando optimizar un sistema de producción o de un servicio, a través de la

eliminación o disminución de desperdicio como los inventarios, tiempo, productos con defectos, transportes, retrabajos” (ROJAS Y GISBERT, 2017, p.118).

El objetivo del Lean Manufacturing es disminuir los costos, mejorar la producción, mejorar la eficiencia, hacer que la relación con proveedores y vendedores mejoren, y estabilizar el trabajo para así satisfacer a los trabajadores y clientes. El Lean Manufacturing propone diversas herramientas los cuales a través de su uso permite la propuesta de objetivos organizacionales a alcanzar. En ese sentido, no se trata de aplicar todas las herramientas juntas o una por una, se tiene que tener en cuenta el propósito específico (CARREÑO, AMAYA Y RUIZ, 2018, p.52).

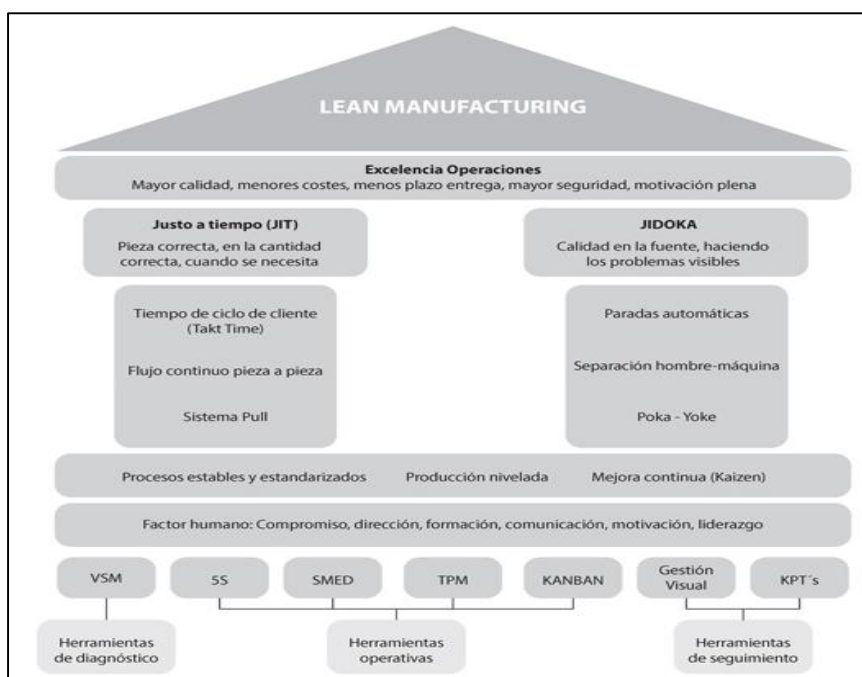


Figura 3. Adaptación de la Casa Toyota

Fuente: HERNÁNDEZ y VIZÁN

Según VILLASEÑOR (2007) describe que hay 5 principios los cuales sirven como guía para el cambio de un sistema de producción a Lean.

Valor: El pensamiento esbelto se debe iniciar con la definición de la palabra valor para ello es importante saber los requisitos del cliente, ofrecer los productos al cliente a un precio el cual acepte pagar ya que entiende que ese producto lo vale, esto se logra mediante el diálogo con clientes específicos. El consumidor final es el único que define el valor y el fabricante es el que crea el valor.



Mapa de valor: consiste en el estudio de todas las operaciones del proceso productivo, a partir desde la materia prima hasta que el cliente reciba el producto finalizado para así poder determinar cuáles agregan valor y las que no agregan valor. En este paso se revela la existencia de diferentes desperdicios.

Flujo: En esta etapa se debe crear un flujo para toda actividad que genere valor, es decir no debe haber obstáculos, los cuales generen lentitud en nuestro flujo de valor o flujo continuo.

Jalar: Consiste en que no se tiene que producir algún producto o servicio hasta que el cliente lo desee, porque no se requiere atender ninguna necesidad, puesto que solo se generarían desperdicios en el proceso. Es decir, producir de acuerdo a la demanda.

Perfección: Los primeros 4 pasos interactúan sobre si mismos lo cual genera valor dentro de un flujo cada vez más rápido y se muestran los desperdicios presentes en el proceso. Adicionalmente, se crea una retroalimentación la cual es muy positiva para todo trabajador que realiza mejoras, esta es una característica importante del trabajo esbelto y sirve como estímulo muy fuerte para continuar esforzándonos en mejorar.

Según TAPIA, ESCOBEDO, BARRÓN, MARTÍNEZ Y ESTEBANÉ (2017) mencionan que “el desperdicio es toda actividad la cual utiliza recursos y que a nuestro producto o servicio no le agrega valor y si se da un buen uso a los recursos, esto nos ayudaría en la reducción de los desperdicios” (p.172). Según TAPIA *et al.* (2017) mencionan que los desperdicios que existen en un proceso son 8:

- Sobreproducción: Se refiere a cuando se produce antes que se requiera o cuando se produce mucho más de lo que requiere el cliente interno o externo.
- Tiempo de espera o demoras: Se refiere a la espera por material o información que hacen los operarios durante el proceso de producción.
- Inventario: es todo exceso de materia prima, en proceso o terminada que se almacena, lo cual hace que se requieran de instalaciones adicionales.
- Transporte: Se refiere a los movimientos innecesarios del material en proceso o del producto finalizado.
- Defectos: Se refiere a toda reparación que se da a un material en proceso o cuando el producto vuelve a una parte del proceso por el cual ya paso.
- Desperdicios de procesos. Se refiere al esfuerzo que no agrega valor al producto.

- Movimiento: Se da cuando las personas o máquinas generan movimientos innecesarios.
- Subutilización del personal: Da a entender que no se aprovecha o no se toma en cuenta las destrezas y habilidades de los trabajadores.

### Herramientas de Lean Manufacturing

Las 5S : Según FAVELA, ESCOBEDO, ROMERO Y HERNÁNDEZ (2019) las 5S es una herramienta que se enfoca en que el trabajo se realice con eficiencia y eficacia, con una adecuada organización y estandarización, pretende hacer que el lugar de trabajo sea agradable y que las actividades se realicen con un buen rendimiento, con un ambiente que brinde seguridad, limpieza, orden y constancia que permita un buen desempeño de las labores del día a día para así poder dar una excelente calidad en nuestros servicios y productos (p.124). Los beneficios al aplicar las 5S son: mejoras en la salud ocupacional, mejora de la calidad, disminución del tiempo empleado en buscar herramientas, la reducción de costos y el mantener el equipo en óptimas condiciones, además al corto plazo se genera un cambio en la forma habitual de cómo realizaban sus actividades, esto permitirá a la empresa mejorar su capacidad y su productividad (FAVELA *et al.*, 2019, p.124). Para la implantación del Lean Manufacturing es necesario iniciar con la aplicación de las 5S, ya que en un breve plazo se obtiene un primer logro lo cual incentiva a la empresa a seguir con la implementación a pesar de los problemas que se presenten (SARRIA, FONSECA Y BOCANEGRA, 2017).

Ahora se presentan los cinco pasos para implementar las 5S:

Seiri (Clasificar): Se empieza con distinguir los objetos que son necesarios y los que son innecesarios dentro del área de trabajo, esto permite dar un uso eficiente del espacio disponible. Los elementos innecesarios se almacenan lejos del área de trabajo o se desechan, esto genera menos peligros y menos desorden (SINGH Y AHUJA, 2015). Cuando se menciona objetos estos pueden ser: herramientas, materiales y documentos. Se emplearán las tarjetas rojas las cuales sirven para la identificación de los elementos.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Figura 4. Tarjeta roja

Fuente: HERNÁNDEZ y VIZÁN

Seiton (Ordenar): En este paso se asigna un lugar para cada objeto el cual ya ha sido clasificado como esencial para así tener un fácil acceso, para ello estos artículos esenciales se deben etiquetar, clasificar y colocar según su frecuencia de uso para que así los operarios puedan localizarlos rápidamente, usarlos y devolverlos a su lugar asignado (HERNÁNDEZ, CAMARGO Y MARTÍNEZ, 2015, p.108).

Seiso (Limpiar): En este paso el objetivo es garantizar que los lugares de trabajo y las máquinas se limpien con regularidad y estén en condiciones óptimas de funcionamiento, ya que las anomalías se detectan más rápido y fácilmente en lugares de trabajo limpios (BORGES, FREITAS Y SOUSA, 2015, p.122).

Seiketsu (Estandarizar): Después de realizar los pasos anteriores la empresa ya ha alcanzado un estado óptimo, dado que los lugares de trabajo están limpios, organizados y con buen aspecto. Sin embargo, al lograr este paso también se enfrenta al aspecto más complicado de las 5S: intentar que el área de trabajo se mantenga en buenas condiciones a largo plazo. Para lograr esto, las empresas deben estandarizar las reglas definidas en los pasos anteriores, lo que debe hacerse junto con los empleados, ya que son los más conocedores de sus lugares de trabajo, equipos y problemas, anomalías más frecuentes (BORGES *et al.*, 2015, p.122). “Este paso debe garantizar que se sigan todas las reglas para que la organización, el almacenamiento y la limpieza periódica se conviertan en un hábito, evitando el regreso de los malos hábitos anteriores” (PATEL Y THAKKAR, 2014, p.134).

Shitsuke (Disciplina): Tiene como objetivo comprobar si los materiales y documentos están almacenados en los lugares adecuados, si se realizan inspecciones, los equipos están en condiciones normales de funcionamiento y se realizan limpiezas periódicas. En esta etapa, las empresas deben promover eficazmente las 5S, capacitar a sus empleados sobre todos los aspectos de la metodología y asegurarse de que cumplan con sus responsabilidades (BORGES *et al.*, 2015, p.122).

Poka Yoke: Se denomina Poka Yoke a los métodos simples para realizar las pruebas de calidad, son implementados para que los materiales defectuosos no pasen por el proceso de producción. Las Máquinas se detienen cuando se generan defectos, la producción se detiene hasta que la fuente del defecto pueda estar solucionado, esto ayuda a garantizar una cultura de tolerancia cero para defectos (ILO, 2017, p.84).

VSM: El mapeo de flujo de valor es una metodología la cual se emplea para elaborar diagramas de flujo para así poder representar todas las actividades que se realizan en una empresa, sirve para identificar el desperdicio, sirve como base para poder planificar la implementación del Lean Manufacturing (VITERI, MATUTE, SÁNCHEZ Y RIVERA, 2016, p.5).

TPM: “El mantenimiento productivo total es un método el cual aumenta la eficiencia de los equipos y maquinarias del proceso productivo, para así asegurar su buen funcionamiento y así evitar desperdiciar tiempo al producirse una falla en ellos” (CARRILLO, ALVIS, MENDOZA Y COHEN, 2019, p.75).

Respecto a la variante dependiente productividad se indica que “la productividad es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla” (CRUELLES, 2012, p.8). “Es posible aumentar la productividad; para ello se pueden reducir los recursos utilizados manteniendo la misma producción” (VITERI *et al.*, 2016, p.2).

Las dimensiones para el SMED son:

“Es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina” (HERNÁNDEZ Y VIZÁN, 2013, p.42).

### Dimensión 1: Operación interna

Nos indica que: “las operaciones internas se realizan mientras la máquina apagada” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$OI = \left( \frac{TOI}{TO} \right) \times 100\%$$

Dónde:

OI: Operaciones internas

TOI: Tiempo de operaciones internas

TO: Tiempo de operaciones

### Dimensión 2: Operación externa

Nos indica que: “las operaciones externas se realizan mientras la máquina está encendida” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$OE = \left( \frac{TOE}{TO} \right) \times 100\%$$

Dónde:

OE: Operaciones externas

TOE: Tiempo de operaciones externas

TO: Tiempo de operaciones

### Dimensión 3: Perfeccionar las operaciones

Nos indica que: “se trata de mejorar todo lo relacionado a las actividades de preparación para ello se puede estandarizar las partes involucradas en el proceso de preparación, emplear mordazas funcionales, emplear técnicas mecánicas o adoptar modos de operación paralela” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$MTC = \left( \frac{TCA - TCD}{TCA} \right) \times 100\%$$

Dónde:

MTC: Mejora del tiempo de cambio

TCA: Tiempo de cambio antes

TCD: Tiempo de cambio después

Las dimensiones para la productividad son:

“La productividad es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla” (CRUELLES, 2012, p.8).

### **Dimensión 1: Eficiencia**

“Es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, para tener eficiencia primero se debe de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recurso” (GUTIÉRREZ, 2010, p.21). “El termino eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de insumos o recursos, por ello los recursos deben de usarse eficientemente” (ROBBINS Y COULTER, 2014, p.8).

$$EFMRM = \left( \frac{CRMM - TCM}{TLM} \right) \times 100\%$$

#### **Dónde:**

EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina

CRMM: Capacidad real de máquina en minutos

TCM: Tiempo de cambio en minutos

TLM: Tiempo laboral en minutos

Nota: Medición semanal

### **Dimensión 2: Eficacia**

“Es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (GUTIÉRREZ, 2010, p.21).

$$EFPP = \left( \frac{TPE}{TPP} \right) \times 100\%$$

**Dónde:**

EFPP: Eficacia en la programación de producción

TPE= Total de producción ejecutada

TPP= Total de productos programados

Nota: Medición semanal

### **III. METODOLOGÍA**



### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Para nuestro caso el tipo de investigación es aplicada, porque se tomará todo conocimiento sobre el SMED para elevar la productividad en el área de producción de galoneras. “Está orientada a resolver diversos problemas teniendo en cuenta los resultados de la investigación básica” (ÑAUPAS, VALDIVIA, PALACIOS Y ROMERO, 2018, p.136). “Existe una vinculación entre la investigación aplicada y la investigación básica, porque la primera necesita de los aportes teóricos y de los descubrimientos de la segunda para así dar solución al problema” (VALDERRAMA, 2013, p.176).

#### **3.1.2. Enfoque de investigación**

El enfoque del trabajo es cuantitativo, porque “hace uso de la recolección y análisis de los datos para dar respuesta a la formulación del problema de investigación, también se utilizan los métodos o técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis” (VALDERRAMA, 2013, p.106).

#### **3.1.3. Diseño de investigación**

En esta investigación el diseño de investigación es experimental, “en un diseño experimental se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para poder ver sus efectos en la o las variables dependientes” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.151). A su vez pertenece al sub-diseño cuasiexperimental, ya que “son de nivel explicativo y abarcan correlaciones” (VALDERRAMA, 2013, p.176). Por ello a través del análisis antes y después de la variable productividad se podrá ver si la aplicación del SMED mejora la productividad.

#### **3.1.4. Nivel de investigación**

Contamos con un nivel explicativo porque “se enfoca en dar explicación del por qué sucede un fenómeno y de qué forma se manifiesta, es decir busca el porqué del problema a través de la relación causa-efecto” (VALDERRAMA, 2013, p.174). Por ello,

en esta investigación se realizó un estudio en el área de producción para así entender el porqué de la baja productividad.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variable independiente: SMED**

##### **Definición conceptual**

“Es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina” (HERNÁNDEZ Y VIZÁN, 2013, p.42).

##### **Definición operacional**

Está conformada por etapas que involucran la aplicación de fórmulas correspondientes a operaciones internas, operaciones externas y perfeccionar las operaciones.

Dimensión 1: Operación interna

$$OI = \left( \frac{TOI}{TO} \right) X 100\%$$

Dónde:

OI: Operaciones internas

TOI: Tiempo de operaciones internas

TO: Tiempo de operaciones

Dimensión 2: Operación externa

$$OE = \left( \frac{TOE}{TO} \right) X 100\%$$

Dónde:

OE: Operaciones externas

TOE: Tiempo de operaciones externas

TO: Tiempo de operaciones

Dimensión 3: Perfeccionar las operaciones

$$MTC = \left( \frac{TCA - TCD}{TCA} \right) \times 100\%$$

Dónde:

MTC: Mejora del tiempo de cambio

TCA: Tiempo de cambio antes

TCD: Tiempo de cambio después

### 3.2.2. Variable dependiente: Productividad

#### Definición conceptual

“La productividad es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla” (CRUELLES, 2012, p.8).

#### Definición operacional

La productividad está basada en las dimensiones de eficiencia y eficacia. “El término eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de insumos o recursos, por ello los recursos deben de usarse eficientemente” (ROBBINS Y COULTER, 2018, p.8). “La eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (GUTIÉRREZ, 2010, p.21). El índice de productividad se expresa de la siguiente forma.

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

Dimensión 1: Eficiencia

Eficiencia en minutos reales máquina (EFMRM)

$$EFMRM = \left( \frac{CRMM - TCM}{TLM} \right) \times 100\%$$

Dónde:

CRMM: Capacidad real de máquina en minutos

TCM: Tiempo de cambio en minutos

TLM: Tiempo laboral en minutos

Nota: Medición semanal

Dimensión 2: Eficacia

Eficacia en la programación de producción (EFPP)

$$EFPP = \left( \frac{TPE}{TPP} \right) \times 100\%$$

Dónde:

TPE: Total de producción ejecutada

TPP: Total de productos programados

Nota: Medición semanal

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

“Describe como población al conjunto infinito o finito de seres, cosas u individuos, que comparten características en común, las cuales pueden de ser observados” (VALDERRAMA, 2013, p.182). Por ello, para este estudio la población son los cambios de formato a 5B en un periodo de 8 semanas antes y 8 semanas después de la aplicación del SMED.

#### **3.3.2. Muestra**

Se entiende como muestra a “aquella parte que se eligió de la población, de la cual se obtiene datos necesarios para nuestro estudio” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.196). Para este caso nuestra muestra será toda la población, es decir, todos los cambios de formato a 5B en un periodo de 8 semanas antes y 8 semanas después de la aplicación del SMED.

### **3.3.3. Muestreo**

“Es un proceso mediante el cual se selecciona una parte de la población, para realizar el muestreo hay 2 tipos: el no probabilístico y el probabilístico” (VALDERRAMA, 2013, p.182). “En un muestreo probabilístico, cada sujeto a estudio se selecciona de manera aleatoria y estos tienen la misma probabilidad de ser escogidos” (OTZEN Y MANTEROLA, 2017, p.228). Mientras que “en un muestreo no probabilístico el investigador selecciona la muestra según su criterio” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.200). En la presente investigación se empleó el muestreo no probabilístico.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

En una investigación las unidades de análisis son aquellas que tienen características parecidas y que se encuentran en un determinado ámbito. Empíricamente se podría mencionar que son las propiedades, características o cualidades de objetos, personas, fenómenos a los cuales se aplican los instrumentos para medir las variables en estudio” (ÑAUPAS, VALDIVIA, PALACIOS Y ROMERO, 2018, p.326). De acuerdo a lo mencionado la unidad de análisis en esta investigación es el cambio de formato a 5B.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnicas**

“Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos que el investigador usa para lograr determinadas metas o dar solución a un problema en específico (SILVESTRE Y HUAMÁN, 2019, p.343). Con esta información es posible indicar las técnicas que se emplearon en esta investigación.

#### **Observación directa**

“La observación es un procedimiento científico mediante el cual se observa aquello que nos interesa, el cual fue previamente seleccionado y de la cual describiremos y explicaremos” (VALDERRAMA, 2013, p.77). En este caso se aplicó la técnica de observación directa.

## **Análisis de datos secundarios**

“Implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos que nos brinden información importante para nuestra investigación” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.62). Es decir, se tendrá acceso a bases de datos sobre las variables en estudio con el fin de conocer su nivel de desempeño.

### **3.4.2. Instrumentos**

#### **Ficha de recolección de datos**

“El instrumento de recolección de datos es aquella herramienta que registra datos provenientes de las unidades de análisis” (RÍOS, 2017, p.103). También se le define como “aquellos medios materiales que se usan para recolectar y guardar la información” (VALDERRAMA, 2013, p.182). En esta investigación los instrumentos que se usaron son: Fichas de observación, tabla de cálculo de productividad, tabla de actividades, cronómetro.

### **3.4.3. Validez y confiabilidad de instrumentos**

#### **Validez**

“El grado en que un instrumento mide con exactitud la variable que verdaderamente pretende medir. En otras palabras, si refleja el concepto abstracto a través de sus indicadores empíricos” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.229). Es decir, se evalúa la exactitud que puede arrojar el instrumento de medición; este punto es de vital importancia porque permite que los resultados arrojen datos que explique la realidad sobre los cambios acontecidos.

En esta investigación se logró la validez por el juicio de expertos que “viene a ser el conjunto de opiniones que brindan los profesionales de experiencia, con la finalidad de que la redacción de las preguntas tenga sentido lógico y comprensibilidad” (VALDERRAMA, 2013, p.199). Para lograr ello, se recurrió al juicio de profesionales de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, los cuales revisaron y aprobaron el instrumento de medición; lo mencionado se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Validez**

Validador	Grado	Especialidad	Resultado
Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas	Magister	Ingeniero Industrial	Aplicable
Jorge Rafael Díaz Dumont	Doctor	Ingeniero Industrial	Aplicable
Jorge Lázaro Franco Medina	Doctor	Ingeniero Industrial	Aplicable

Elaboración propia

### **Confiabilidad**

“La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes en la muestra” (HERNÁNDEZ Y MENDOZA, 2018, p.229). En tanto que para la confiabilidad se evidencia que el instrumento en cuestión fue confiable puesto que se obtuvo consistencia en las puntuaciones obtenidas.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Situación inicial de la empresa**

En primer término, será preciso mencionar la situación actual de la empresa a fin de conocer el estado de las operaciones y plantear alternativas que puedan mejorar el escenario observado. En este sentido, se comentará sobre la información más relevante.

Envplast S.A.C. es una empresa peruana fundada en Lima en el año 2006, se encuentra ubicada en el distrito de San Martín de Porres. Su principal actividad es la producción de galoneras de diferentes tamaños por medio de inyección y soplado. Esta empresa emplea materiales como, por ejemplo: PEAD (polietileno de alta densidad), PEBD (polietileno de baja densidad), PP (polipropileno), entre otros. La empresa cuenta con su propia movilidad, la cual se encarga de distribuir sus productos a sus clientes. Entre los principales clientes están: Liguria, AMBER 2000, CIRMED, YCHICAWA, entre otros.

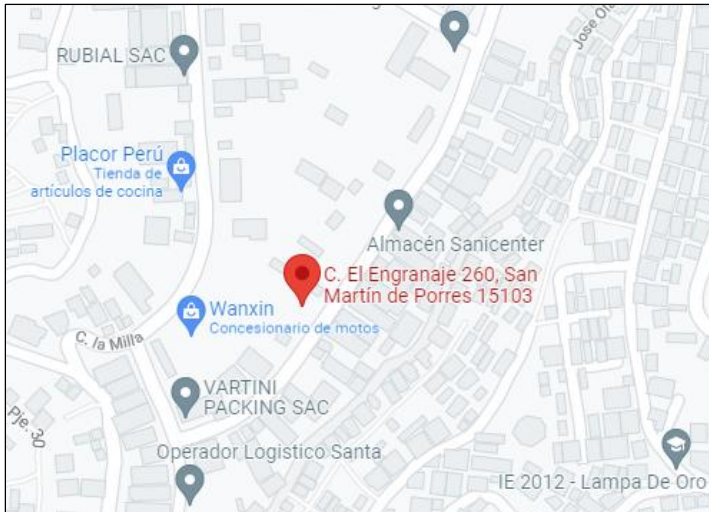


Figura 5. Localización Geográfica Google Maps

## Misión

Ofrecer al cliente productos de calidad que cubran todas sus necesidades para lograr su satisfacción total siendo respetuosos del cuidado del medio ambiente.

## Visión

Ser reconocida como la mejor empresa peruana en nuestro rubro, en base a la calidad de nuestros productos, atención al cliente y compromiso de nuestros trabajadores.

## Productos y Servicios

Dentro de los productos que ofrece la empresa tenemos: 1B, 2, 3, 5A, 5B, 5 ALEMAN, 6, 10, entre otros. Adicionalmente ofrecen el servicio de soplado para lo cual el molde y la materia prima son suministradas por los clientes.





Figura 6. Productos ofrecidos

### Organigrama

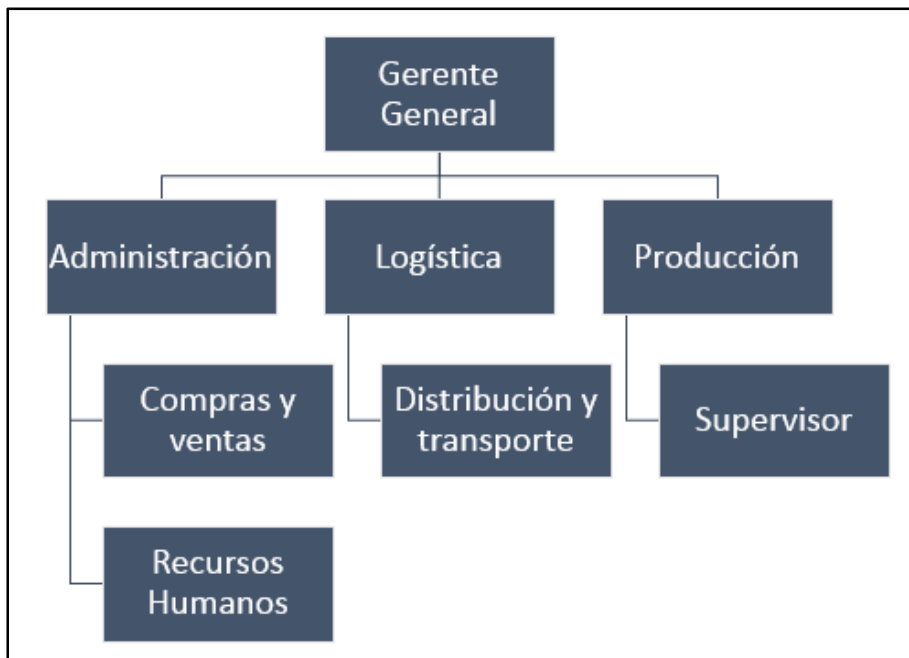


Figura 7. Organigrama de la empresa Envplast S.A.C.

### Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

En este diagrama, se puede apreciar de manera gráfica el proceso de fabricación de galoneras.



Tabla de resumen		
Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación		11
Inspección		1
Operación/ Inspección		0
Total		12

Figura 8. DOP de la fabricación de galoneras

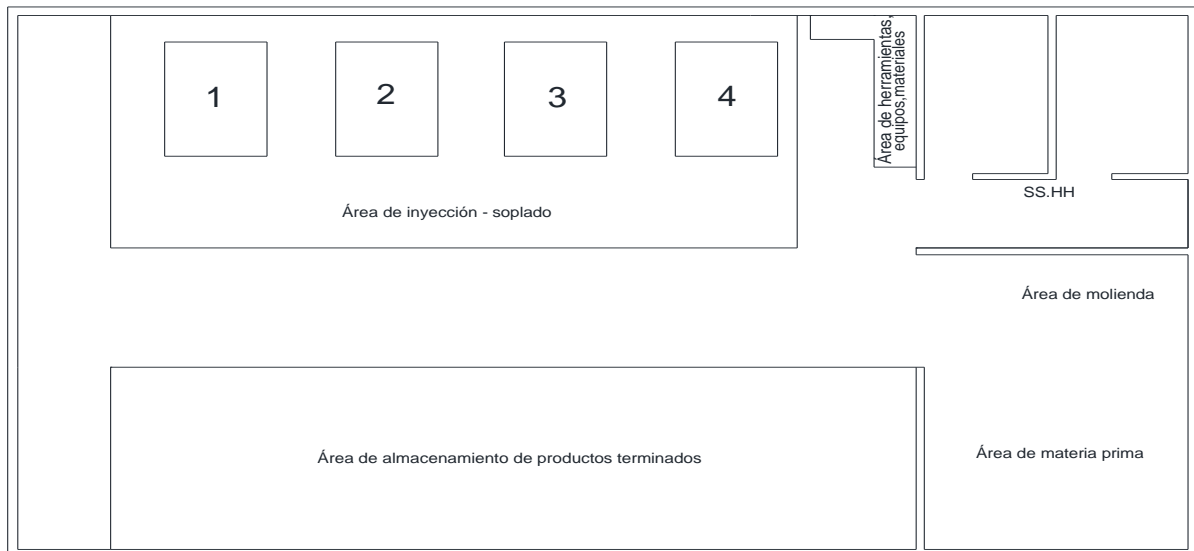


Figura 9. Layout de la empresa

### Descripción del producto

De los productos ofrecidos ya mencionados, la galonera 5B es el producto con mayor demanda, es su producto estrella de la empresa. Las galoneras 5B tienen una capacidad de 19.4 litros y su peso es de 770gr.

### Descripción del proceso productivo

El proceso de fabricación de galoneras es el mismo para todos sus productos. Para la elaboración de las galoneras 5B se emplea como materia prima el material tutti, el cual es un polietileno mezclado (material reciclado), esta materia prima es usada en la mayoría de galoneras que se producen.

En el área de molienda se da inicio la producción de galoneras, en el cual se coloca en la tolva de la máquina de molienda el polietileno, las rebabas y los productos con defectos con el fin de ser triturados.



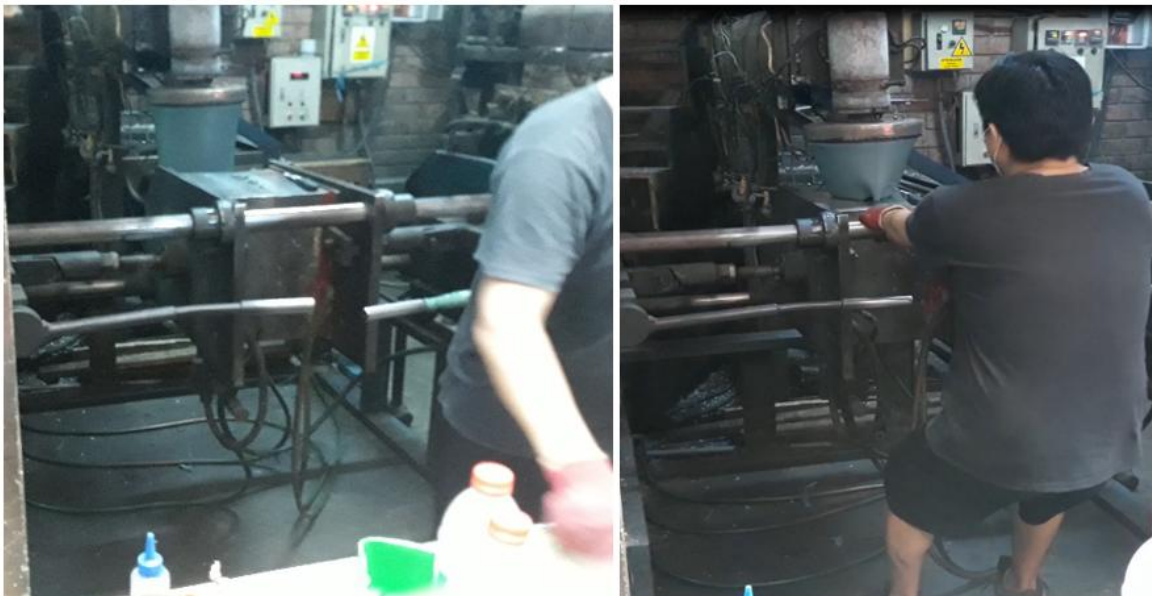
Figura 10. Materia prima, las rebabas y los productos con defectos

Posterior a ello se lleva el material triturado a las tolvas de cada máquina inyectora-sopladora de las cuales se dispone de 4 máquinas.



*Figura 11.* Tolva de la máquina inyectora-sopladora

Luego, este material pasa a través de un horno, el cual se funde y con ayuda de un girador en su interior este material llega hacia la campana, en la cual el material fundido comienza a descender hasta llegar a la altura del soplador, luego se cierra el molde y se corta el plástico, luego se abre el grifo de aire y agua, se espera un tiempo hasta que la galonera obtenga su forma y sus propiedades, posterior a ello el operario retira la galonera y le da una inspección visual.



*Figura 12.* Soplado de galonera

Luego se realiza la rebaba de la galonera y la colocación de las tapas.



Figura 13. Rebaba y colocación de tapas

Estas galoneras se llevan al almacén, luego se agrupan las galoneras y finalmente se realiza la distribución hacia los clientes.



Figura 14. Galoneras agrupadas

### Pre – test Productividad

En este sentido, se debe conocer el nivel de desempeño de la productividad actual, para ello se muestra la siguiente tabla.

**Tabla 3. Eficiencia (pre-test)**

Fecha	Capacidad real de máquina en minutos (CRMM)	Tiempo de cambio en minutos (TCM)	Turno laboral en minutos (TLM)	Eficiencia
S1	480	67,34	480	85,97%
S2	480	67,11	480	86,02%
S3	480	68,35	480	85,76%
S4	480	66,35	480	86,18%
S5	480	66,98	480	86,05%
S6	480	68,64	480	85,70%
S7	480	67,66	480	85,90%
S8	480	68,15	480	85,80%

Fuente: Elaboración propia

En análisis de la eficiencia mediante la observación directa del índice de Eficiencia en minutos reales máquina (EFMRM), nos muestra una eficiencia inicial de 85,97% y llegando a 85,80% en la última semana.

**Tabla 4. Eficacia (pre-test)**

Fecha	Productos Programados	Producción ejecutada	Eficacia
S1	265	207	78,11%
S2	265	211	79,62%
S3	265	201	75,85%
S4	265	193	72,83%
S5	265	195	73,58%
S6	265	201	75,85%
S7	265	203	76,60%
S8	265	205	77,36%

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de la eficacia, a través de la observación directa en las fichas de recolección de datos, nos muestra que en la primera semana la eficacia es de 78.11% y para la última semana es de 77.36 %.

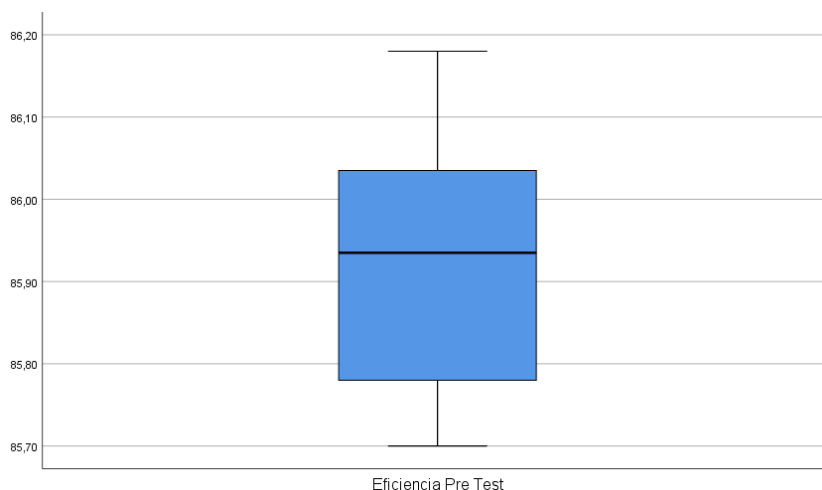
### Presentación del análisis a nivel descriptivo de la dimensión eficiencia

**Tabla 5.** Análisis del nivel de eficiencia (pre-test)

Indicador	Estadístico
Media	85,92%
Mediana	85,94%
Desv. Desviación	,1629%
Mínimo	85,70%
Máximo	86,18%
Asimetría	,133
Curtosis	-,941

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la eficiencia previa fue de 85.92 %, en tanto que el nivel máximo fue de 86.18 % y el nivel mínimo corresponde a 85.70 %. Respecto a la asimetría es positiva, lo que implica una preponderancia de eficiencias bajas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada (Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.



**Figura 15.** Diagrama de box plot del nivel de eficiencia previa

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15, el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.

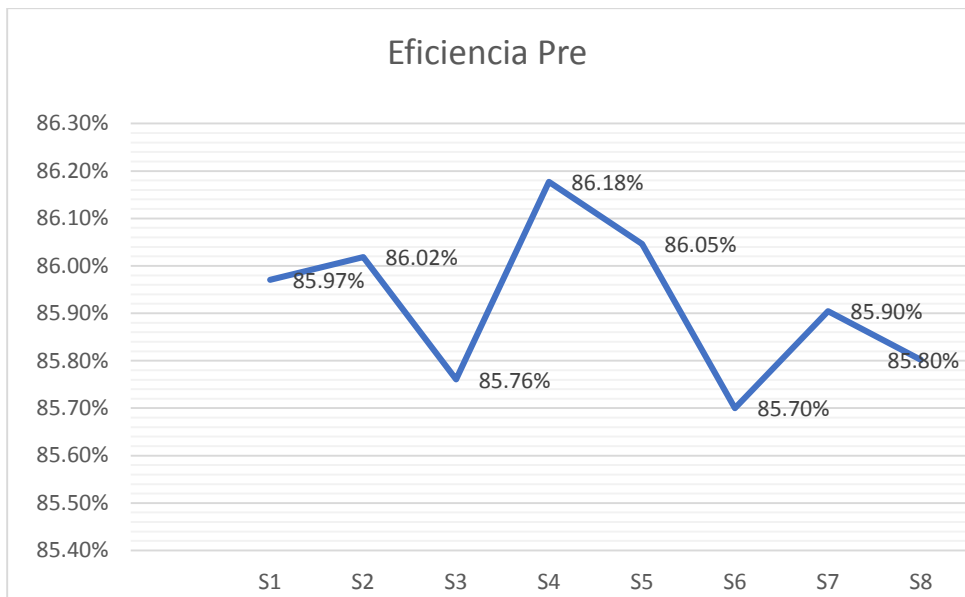


Figura 16. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficiencia pre-test

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las eficiencias es descendente, siendo su valor más bajo de 85.70% en comparación con el punto más alto de 86.18%.

### Presentación del análisis a nivel descriptivo de la dimensión eficacia

Tabla 6. Análisis del nivel de eficacia (pre-test)

Indicador	Estadístico
Media	76,23%
Mediana	76,23%
Desv. Desviación	2,246%
Mínimo	72,83%
Máximo	79,62%
Asimetría	-,175
Curtosis	-,467

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la eficacia previa fue de 76.23 %, en tanto que el nivel máximo fue de 79.62 % y el nivel mínimo corresponde a 72.83. Respecto a la asimetría es negativa, lo que implica una preponderancia de eficacias altas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada (Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.



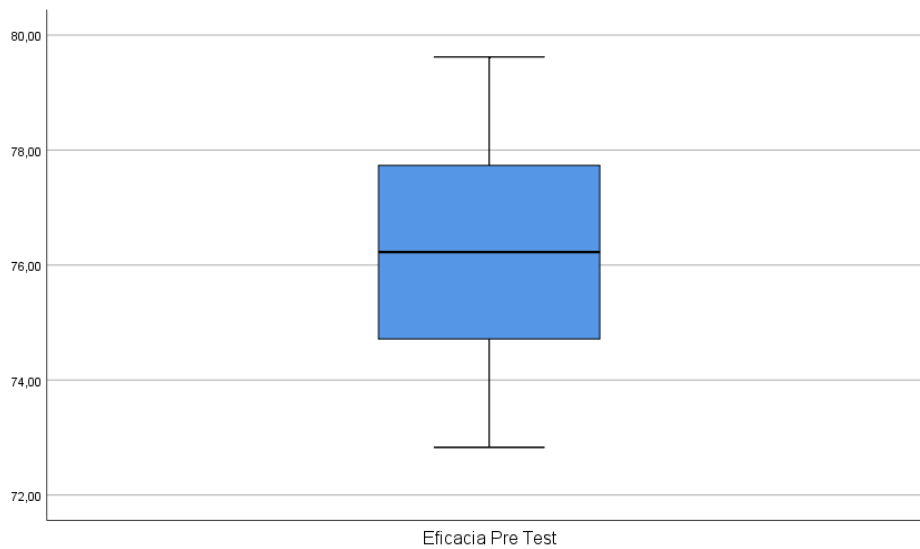


Figura 17. Diagrama de box plot del nivel de eficacia pre-test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17; el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.

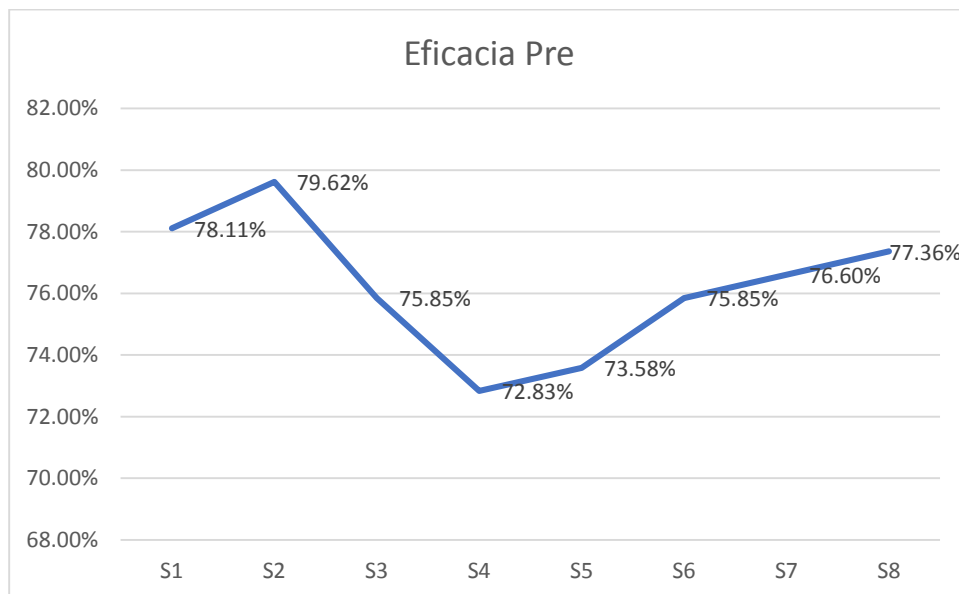


Figura 18. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficacia pre-test

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las eficacias es descendente, siendo su valor más bajo de 72.83% en comparación con el punto más alto de 79.62%.

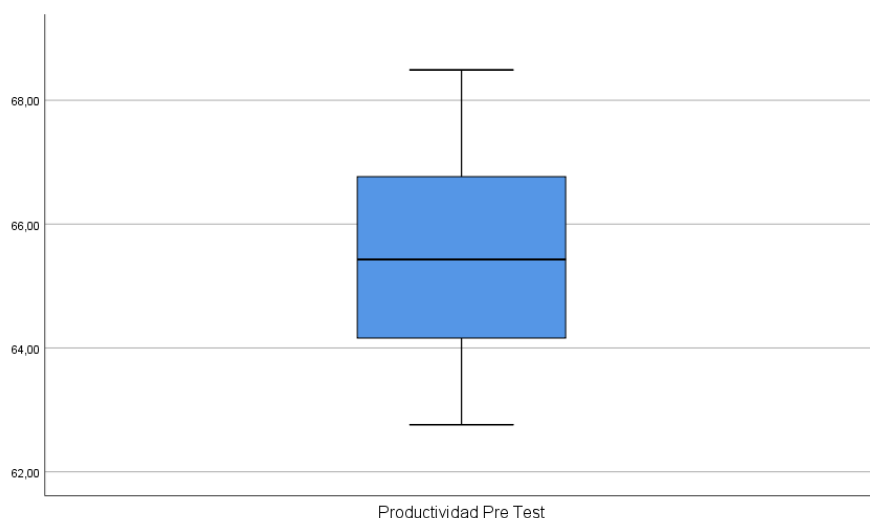
## Presentación del análisis a nivel descriptivo de la variable productividad

**Tabla 7.** Análisis del nivel de productividad (pre-test)

Indicador	Estadístico
Media	65,50%
Mediana	65,43%
Desv. Desviación	1,899%
Mínimo	62,76%
Máximo	68,49%
Asimetría	,032
Curtosis	-,497

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la productividad previa fue de 65.50 %, en tanto que el nivel máximo fue de 68.49 % y el nivel mínimo corresponde a 62.76 %. Respecto a la asimetría es positiva, lo que implica una preponderancia de productividades bajas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada (Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.



**Figura 19.** Diagrama de box plot del nivel de productividad pre-test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19; el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.

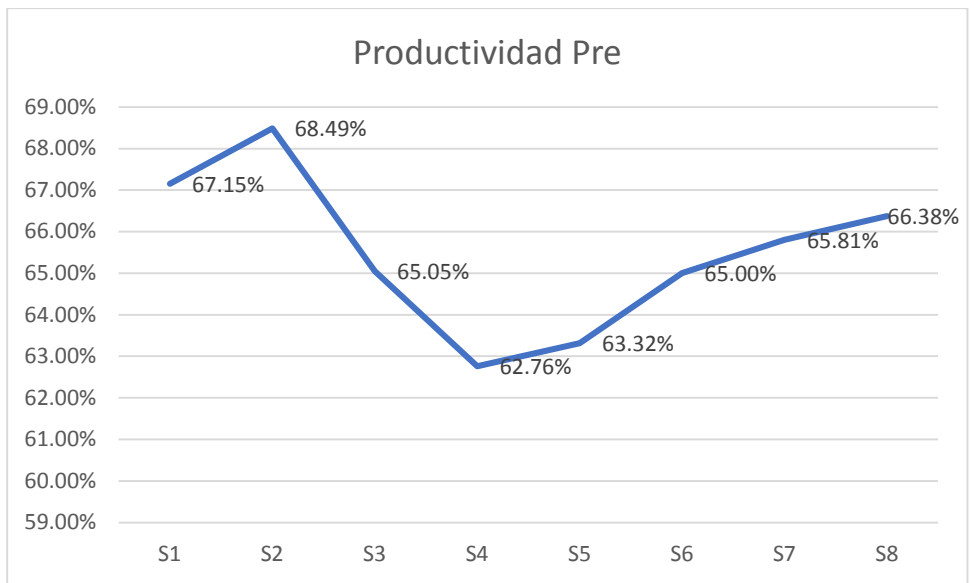


Figura 20. Diagrama lineal de tendencia del nivel de productividad pre-test

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las productividades es descendente, siendo su valor más bajo de 62.76% en comparación con el punto más alto de 68.49%.

### Post Test de la productividad.

En este sentido, se debe conocer el nivel de desempeño de la productividad después de la aplicación del SMED, para ello se muestra la siguiente tabla.

**Tabla 8. Eficiencia (post-test)**

Fecha	Capacidad real de máquina en minutos (CRMM)	Tiempo de cambio en minutos (TCM)	Turno laboral en minutos (TLM)	Eficiencia
S9	480	36,75	480	92,34%
S10	480	36,66	480	92,36%
S11	480	35,86	480	92,53%
S12	480	36,38	480	92,42%
S13	480	35,68	480	92,57%
S14	480	35,72	480	92,56%
S15	480	36,14	480	92,47%
S16	480	35,53	480	92,60%

Fuente: Elaboración propia

En análisis de la eficiencia mediante la observación directa del índice de Eficiencia en minutos reales máquina (EFMRM), nos muestra una eficiencia inicial de 92.34% y llegando a 92.60% en la última semana.

**Tabla 9. Eficacia (post-test)**

Fecha	Productos Programados	Producción ejecutada	Eficacia
S9	265	218	82,26%
S10	265	221	83,40%
S11	265	216	81,51%
S12	265	214	80,75%
S13	265	219	82,64%
S14	265	228	86,04%
S15	265	224	84,53%
S16	265	220	83,02%

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de la eficacia, a través de la observación directa en las fichas de recolección de datos, nos muestra que en la primera semana la eficacia es de 82.26% y para la última semana es de 83.02%.

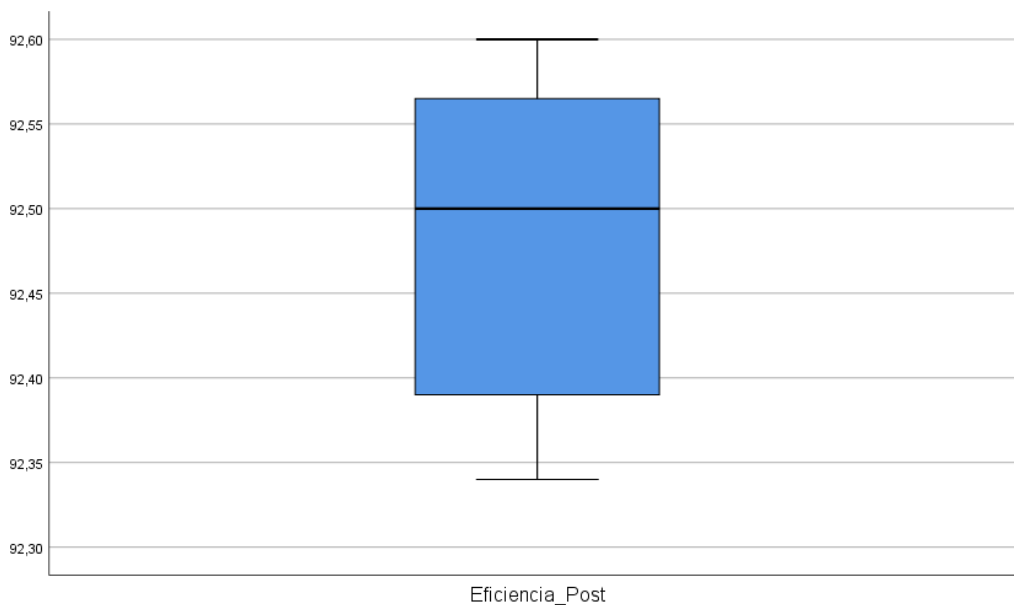
### Presentación del análisis a nivel descriptivo de la dimensión eficiencia

**Tabla 10.** *Análisis del nivel de eficiencia (post-test)*

Indicador	Estadístico
Media	92,46%
Mediana	92,50%
Desv. Desviación	,0994%
Mínimo	92,34%
Máximo	92,60%
Asimetría	-,360
Curtosis	-1,615

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la eficiencia posterior fue de 92.46 %, en tanto que el nivel máximo fue de 92.60 % y el nivel mínimo corresponde a 92.34 %. Respecto a la asimetría es negativa, lo que implica una preponderancia de eficiencias altas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada (Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.



**Figura 21.** Diagrama de box plot del nivel de eficiencia post-test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 21, el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.

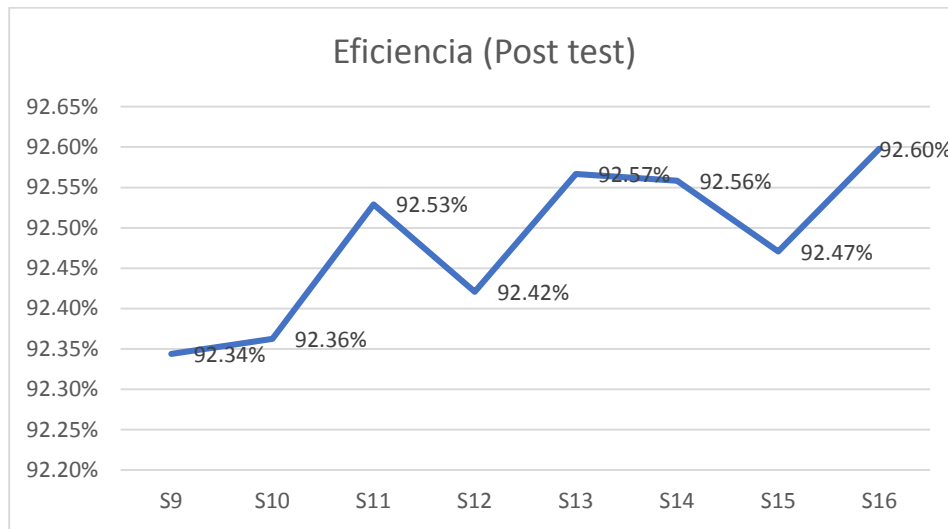


Figura 22. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficiencia post-test

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las eficiencias es ascendente, siendo su valor más bajo de 92.34% en comparación con el punto más alto de 92.60%.

### Presentación del análisis a nivel descriptivo de la dimensión eficacia

Tabla 11. Análisis del nivel de eficacia (post -test)

Indicador	Estadístico
Media	83,02%
Mediana	82,83%
Desv. Desviación	1,678%
Mínimo	80,75%
Máximo	86,04%
Asimetría	,625
Curtosis	,320

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la eficacia posterior fue de 83.02 %, en tanto que el nivel máximo fue de 86.04 % y el nivel mínimo corresponde a 80.75 %. Respecto a la asimetría es positiva, lo que implica una preponderancia de eficacias bajas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada

(Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.

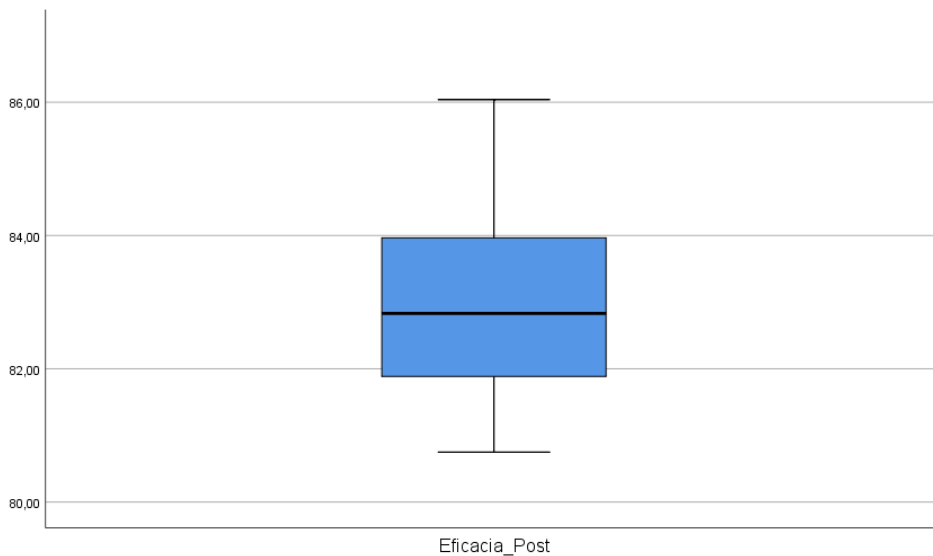


Figura 23. Diagrama de box plot del nivel de eficacia post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.

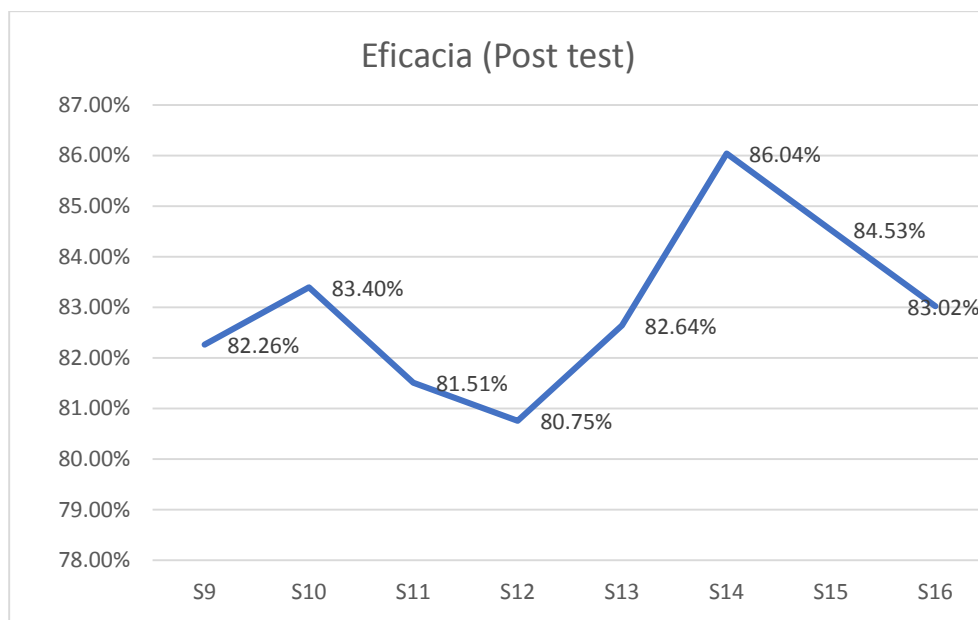


Figura 24. Diagrama lineal de tendencia del nivel de eficacia posterior

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las eficacias es ascendente, siendo su valor más bajo de 80.75 % en comparación con el punto más alto de 86.04%.

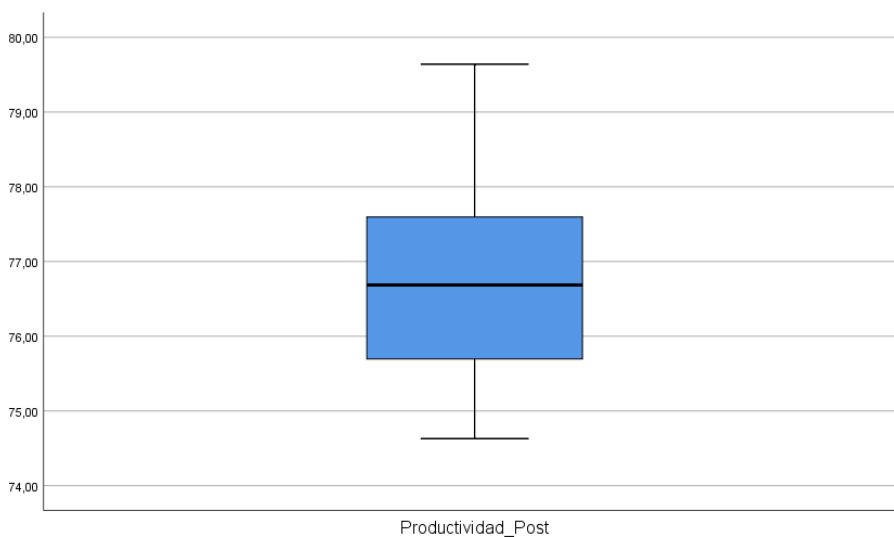
## Presentación del análisis a nivel descriptivo de la variable productividad

**Tabla 12.** *Análisis del nivel de productividad (post -test)*

Indicador	Estadístico
Media	76,78%
Mediana	76,69%
Desv. Desviación	1,575%
Mínimo	74,63%
Máximo	79,64%
Asimetría	,642
Curtosis	,445

Fuente: Elaboración propia con SPSS v.25

El nivel medio de la productividad posterior fue de 76.78 %, en tanto que el nivel máximo fue de 79.64 % y el nivel mínimo corresponde a 74.63%. Respecto a la asimetría es positiva, lo que implica una preponderancia de productividades bajas respecto a la media. En cuanto a la curtosis al ser menor que 3, expresa una distribución aplanada (Platikurtika) esto implica una alta dispersión de los datos en comparación con la media.

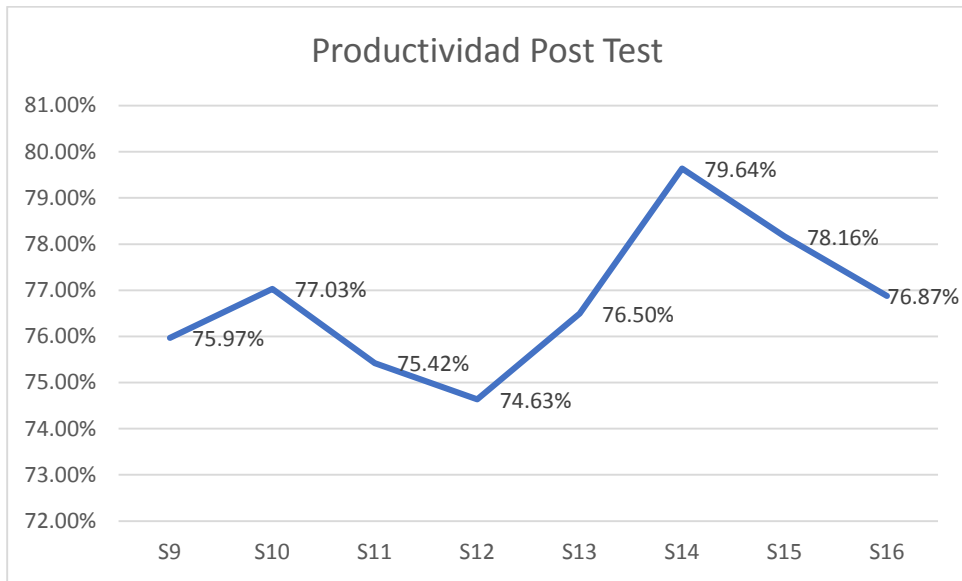


**Figura 25.** Diagrama de box plot del nivel de productividad post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 25; el gráfico de box Plot evidencia que existe una baja dispersión agrupación de puntajes respecto a la mediana.





*Figura 26.* Diagrama lineal de tendencia del nivel de productividad posterior

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la tendencia de las productividades es ascendente, siendo su valor más bajo de 74.63% en comparación con el punto más alto de 79.64%.

## **Propuesta de mejora para la implementación**

Para el cambio de la situación inicial, es preciso tener en claro cuáles serán los pasos a seguir para la implementación, en tanto que se desea aumentar la productividad, expresado en el aumento de la producción de galoneras 5B. En este sentido, se aplicará el SMED a fin de lograr cambios significativos; a partir de ello, se plantea lo siguiente:

Ejecución de la propuesta

### **Etapas preliminares**

Para la aplicación del SMED se requiere del compromiso y la constancia del personal. Previo a la aplicación de cada etapa de esta metodología se realizan las siguientes actividades preliminares:

#### **Sensibilización a la gerencia**

La aplicación del SMED requiere de la participación constante de la gerencia, por ello se realizó una reunión con el gerente de la empresa en la cual se le informó sobre la herramienta SMED y los beneficios que conlleva su aplicación.



*Figura 27. Gerente general*

#### **Capacitación sobre el SMED**

La capacitación se realizó con ayuda de la gerencia, en esta capacitación se mencionó al personal del área de producción todo conocimiento relacionado a la herramienta SMED y sobre sus beneficios.



Figura 28. Capacitación del SMED

### Estudio sobre el cambio de molde

En este estudio se dieron detalles de cómo se desarrolla el cambio de molde. La empresa cuenta con cuatro máquinas inyectoras-sopladoras, las cuales presentan las mismas características, por lo que el cambio de molde representa la misma dificultad. El cambio de molde se realiza ya que se requiere producir otro producto, el tiempo que se dedica al cambio de molde es un tiempo en que la máquina está apagada por lo tanto no se produce. Actualmente, el cambio de molde es realizado por el mismo operario que se encuentra a cargo de la máquina y ello se realiza en las máquinas 2 y 4.



Figura 29. Máquinas inyectora-sopladora

A continuación, se indicará las partes principales de la máquina que es necesario conocer para poder entender cómo es que se realiza el cambio de molde.

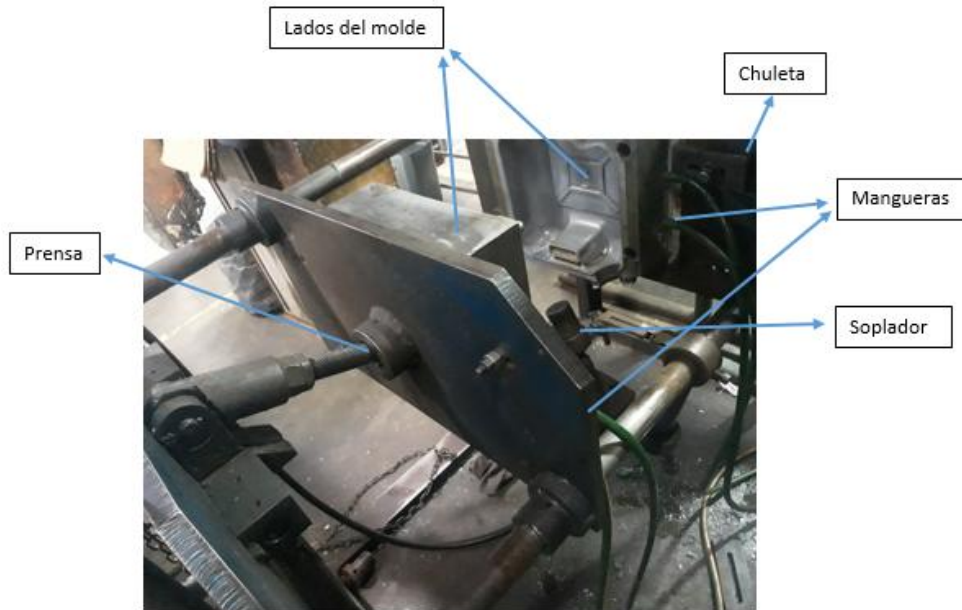


Figura 30. Partes de la máquina inyectora-sopladora

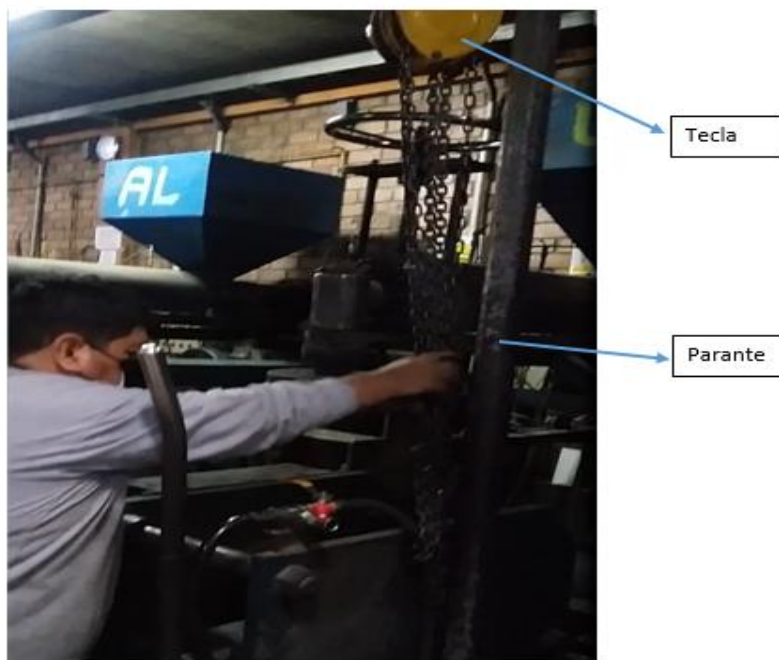


Figura 31. Equipos de apoyo para el cambio de molde

A continuación, se mostrará las herramientas y materiales que son necesarios para realizar el cambio de molde.

Herramientas: llave stilson, alicate, llave corona 3/4, llave mixta 3/4, llave estrella.

Materiales: alambre, fajas, mangueras.



Figura 32. Herramientas y materiales necesarios para el cambio de molde

En la siguiente figura se muestra el punto A y el punto B, se menciona esos puntos ya que el operario al realizar el cambio de molde se traslada del punto A al B, del B al A en diferentes momentos, se observa que el operario tiene que hacer un mayor esfuerzo ya que el acceso al punto B no es muy sencillo.

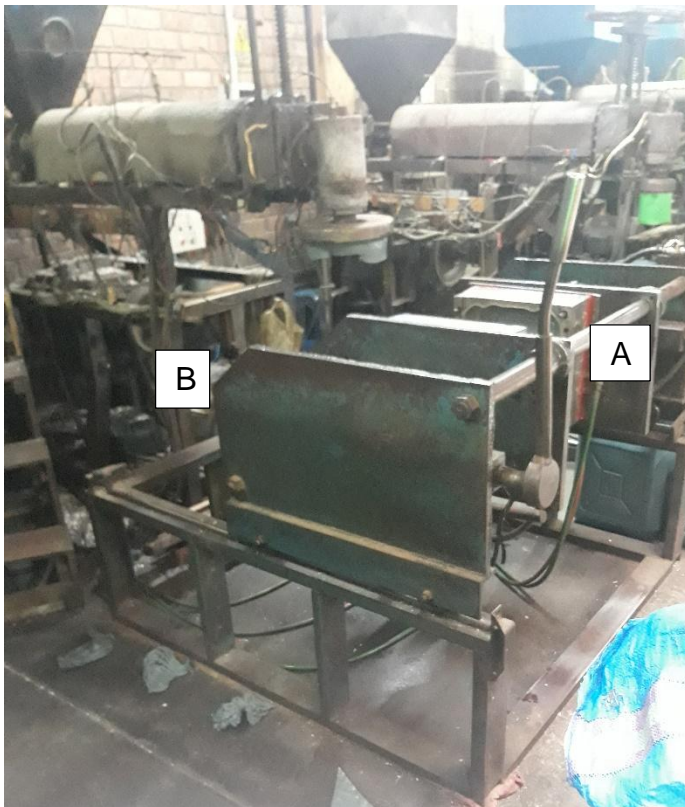


Figura 33. Traslados del operario en la máquina

## Descripción del cambio de molde

Actualmente, para el cambio de molde se sigue estos pasos:

**Tabla 13.** *Actividades que se realizan en el cambio de molde*

Nº	Actividades	Tiempo (segundos)
1	Apagar la máquina y se regresa a la máquina	6,89
2	Retirar mangueras del molde	80,83
3	Trasladarse a traer (llaves mixta, llave corona y faja)	5,36
4	Buscar (llaves mixta, llave corona y faja)	18,8
5	Regresar	8,71
6	Acomodar el teclé cerca al lado del molde a bajar	14,29
7	Colgar la faja en el teclé y colocarla alrededor del lado del molde	21,38
8	Retirar chuleta del primer lado del molde (adelante)	105,15
9	Trasladarse al otro extremo	8,15
10	Retirar chuleta del primer lado del molde (atrás)	108,16
11	Regresar	8,68
12	Bajar el primer lado del molde	58,35
13	Retirar la faja del lado del molde	10,27
14	Subir faja con ayuda del teclé	14,48
15	Colocar la faja alrededor del segundo lado del molde	8,86
16	Retirar chuleta del segundo lado del molde	65,96
17	Trasladarse al otro extremo	8,03
18	Retirar chuleta del segundo lado del molde	69,37
19	Regresar	9,72
20	Bajar el segundo lado del molde	59,36
21	Retirar la faja del lado del molde	10,1
22	Llevar primer lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,94
23	Regresar	7,97
24	Llevar segundo lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,8
25	Regresar	8,36
26	Traer el primer lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,81
27	colocar la faja debajo del primer lado del molde a subir	38,6
28	Subir primer lado del molde	128,8
29	Acomodar el lado del molde a la máquina	132,77
30	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	136,88
31	Trasladarse hacia el otro extremo	8,98
32	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	134,59
33	Trasladarse hacia el otro extremo	8,51
34	Quitar la faja del lado del molde	18,9
35	Traer segundo lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,71
36	Acomodar el lado del molde para ser subido	17,99

37	Bajar la faja (usando el temple)	23,92
38	Colocar la faja debajo del segundo lado del molde a subir	29,63
39	Subir segundo lado del molde	129,58
40	Acomodar el segundo lado del molde a la máquina	19,08
41	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	131,72
42	Trasladarse hacia el otro extremo	7,1
43	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	130,48
44	Trasladarse hacia el otro extremo	9,87
45	Aflojar un poco los brazos que sostiene el molde completo	46,43
46	Traer la llave stilson	12,25
47	Buscar llaver stilson	9,17
48	Regresar a la máquina	9,65
49	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	38,3
50	Juntar y abrir los lados del molde	7,78
51	Echar aceite entre la placa y brazos que sostienen el peso del molde	24,46
52	Juntar y abrir los lados del molde	11,11
53	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	12,9
54	Juntar y abrir los lados del molde	4,79
55	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	11,32
56	Juntar y abrir los lados del molde (asegurar el buen cierre del molde)	35,7
57	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	28,35
58	Abrir el molde	5,26
59	Retirar faja del temple y acomodar el temple cerca al parante	35,7
60	Trasladarse hacia el otro extremo	12,08
61	Aflojar el punto que sostiene el soplador	28,99
62	Trasladarse hacia el otro extremo	9,9
63	Cambiar boquilla del soplador	94,91
64	Trasladarse hacia el otro extremo	11,08
65	Ajustar, nivelar el soplador al molde y colocar aceite)	379,14
66	Trasladarse hacia el otro extremo	8,9
67	Cerrar el molde y regular prensa (cierre correcto del molde)	45,7
68	Llevar a guardar las llaves y faja	29
69	Trasladarse hacia la máquina	9,19
70	Limpieza de la superficie del molde	14,66
71	Búsqueda de herramienta (alicate) primer piso	53,89
72	Retirar alambre de las mangueras a colocar	32,72
73	Trasladarse hacia el otro extremo	8,32
74	Colocar mangueras en la parte de atrás (limpiar conexiones)	93,68
75	Trasladarse hacia el otro extremo	8,89
76	Colocar mangueras en la parte de adelante (limpiar conexiones)	141,11
77	Búsqueda de herramienta (alicate) segundo piso	140,27
78	Ir a traer el alambre	8,63

79	Buscar alambre	15,44
80	Regresar a la parte trasera de la máquina	7,73
81	Amarrar la cadena que sostiene el temple al parante	29,06
82	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (atrás)	256,5
83	Trasladarse hacia el otro extremo	9,96
84	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (adelante)	168,02
85	Ir a prender la bomba	8,24
86	Últimas revisiones en general	42,5
87	Ir a guardar el alambre y el trapo	8,84
88	Guardar alambre y trapo	4,07
89	Regresar a la máquina	8,68
90	Llevar a guardar el alicate y la llave stilson	8,72
91	Guardar el alicate y la llave stilson	4,21
92	Regresar a la máquina	8,51
93	Últimas revisiones en general + descanso	98,55
94	Trasladarse a prender máquina	8,17
95	Prender la máquina y esperar la primera salida de plástico	98,8
Total		4118,12

De la tabla anterior se determina que el cambio de molde actual tiene una duración de 4118.12 segundos, esto equivale a 68.64 minutos.

Estas actividades se resumen de la siguiente manera.

**Tabla 14.** *Resumen de las actividades realizadas en el cambio de molde*

Nº	Actividades
1	Apagar máquina
2	Retirar mangueras
3	Bajar primer lado del molde
4	Bajar segundo lado del molde
5	Guardar ambos lados del molde
6	Traer primer lado del molde
7	Subir primer lado del molde
8	Traer segundo lado del molde
9	Subir segundo lado del molde
10	Nivelar soplador al molde
11	Colocar las mangueras
12	Últimas revisiones generales
13	Prender la máquina





Figura 34. Proceso del cambio de molde

### Paso 1: Separar las actividades internas y externas:

En este paso se realizó la identificación de las actividades internas y externas, para ello se tiene en cuenta que las actividades internas se realizan con la máquina apagada y que las actividades externas se realizan con la máquina encendida.

**Tabla 15. Separar las actividades internas y externas**

Nº	Actividades	Tiempo (segundos)	Actividades internas (segundos)	Actividades externas (segundos)
1	Apagar la máquina y se regresa a la máquina	6,89	X	
2	Retirar mangueras del molde	80,83	X	
3	Trasladarse a traer (llaves mixta, llave corona y faja)	5,36	X	
4	Buscar (llaves mixta, llave corona y faja)	18,8	X	
5	Regresar	8,71	X	
6	Acomodar el teclé cerca al lado del molde a bajar	14,29	X	
7	Colgar la faja en el teclé y colocarla alrededor del lado del molde	21,38	X	
8	Retirar chuleta del primer lado del molde (adelante)	105,15	X	
9	Trasladarse al otro extremo	8,15	X	
10	Retirar chuleta del primer lado del molde (atrás)	108,16	X	
11	Regresar	8,68	X	
12	Bajar el primer lado del molde	58,35	X	
13	Retirar la faja del lado del molde	10,27	X	
14	Subir faja con ayuda del teclé	14,48	X	
15	Colocar la faja alrededor del segundo lado del molde	8,86	X	
16	Retirar chuleta del segundo lado del molde	65,96	X	
17	Trasladarse al otro extremo	8,03	X	
18	Retirar chuleta del segundo lado del molde	69,37	X	
19	Regresar	9,72	X	
20	Bajar el segundo lado del molde	59,36	X	
21	Retirar la faja del lado del molde	10,1	X	
22	Llevar primer lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,94	X	
23	Regresar	7,97	X	
24	Llevar segundo lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,8	X	
25	Regresar	8,36	X	
26	Traer el primer lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,81	X	
27	colocar la faja debajo del primer lado del molde a subir	38,6	X	
28	Subir primer lado del molde	128,8	X	
29	Acomodar el lado del molde a la máquina	132,77	X	
30	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	136,88	X	
31	Trasladarse hacia el otro extremo	8,98	X	
32	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	134,59	X	
33	Trasladarse hacia el otro extremo	8,51	X	
34	Quitar la faja del lado del molde	18,9	X	

35	Traer segundo lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,71	X	
36	Acomodar el lado del molde para ser subido	17,99	X	
37	Bajar la faja (usando el temple)	23,92	X	
38	Colocar la faja debajo del segundo lado del molde a subir	29,63	X	
39	Subir segundo lado del molde	129,58	X	
40	Acomodar el segundo lado del molde a la máquina	19,08	X	
41	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1punto)	131,72	X	
42	Trasladarse hacia el otro extremo	7,1	X	
43	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1punto)	130,48	X	
44	Trasladarse hacia el otro extremo	9,87	X	
45	Aflojar un poco los brazos que sostiene el molde completo	46,43	X	
46	Traer la llave stilson	12,25	X	
47	Buscar llaver stilson	9,17	X	
48	Regresar a la máquina	9,65	X	
49	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	38,3	X	
50	Juntar y abrir los lados del molde	7,78	X	
51	Echar aceite entre la placa y brazos que sostienen el peso del molde	24,46	X	
52	Juntar y abrir los lados del molde	11,11	X	
53	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	12,9	X	
54	Juntar y abrir los lados del molde	4,79	X	
55	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	11,32	X	
56	Juntar y abrir los lados del molde (asegurar el buen cierre del molde)	35,7	X	
57	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	28,35	X	
58	Abrir el molde	5,26	X	
59	Retirar faja del temple y acomodar el temple cerca al parante	35,7	X	
60	Trasladarse hacia el otro extremo	12,08	X	
61	Aflojar el punto que sostiene el soplador	28,99	X	
62	Trasladarse hacia el otro extremo	9,9	X	
63	Cambiar boquilla del soplador	94,91	X	
64	Trasladarse hacia el otro extremo	11,08	X	
65	Ajustar, nivelar el soplador al molde y colocar aceite)	379,14	X	
66	Trasladarse hacia el otro extremo	8,9	X	
67	Cerrar el molde y regular prensa (cierre correcto del molde)	45,7	X	
68	Llevar a guardar las llaves y faja	29	X	
69	Trasladarse hacia la máquina	9,19	X	
70	Limpieza de la superficie del molde	14,66	X	
71	Búsqueda de herramienta (alicate) primer piso	53,89	X	
72	Retirar alambre de las mangueras a colocar	32,72	X	
73	Trasladarse hacia el otro extremo	8,32	X	
74	Colocar mangueras en la parte de atrás (limpiar conexiones)	93,68	X	
75	Trasladarse hacia el otro extremo	8,89	X	
76	Colocar mangueras en la parte de adelante (limpiar conexiones)	141,11	X	

77	Búsqueda de herramienta (alicate) segundo piso	140,27	X	
78	Ir a traer el alambre	8,63	X	
79	Buscar alambre	15,44	X	
80	Regresar a la parte trasera de la máquina	7,73	X	
81	Amarrar la cadena que sostiene el temple al parante	29,06	X	
82	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (atrás)	256,5	X	
83	Trasladarse hacia el otro extremo	9,96	X	
84	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (adelante)	168,02	X	
85	Ir a prender la bomba	8,24	X	
86	Últimas revisiones en general	42,5	X	
87	Ir a guardar el alambre y el trapo	8,84	X	
88	Guardar alambre y trapo	4,07	X	
89	Regresar a la máquina	8,68	X	
90	Llevar a guardar el alicate y la llave stilson	8,72	X	
91	Guardar el alicate y la llave stilson	4,21	X	
92	Regresar a la máquina	8,51	X	
93	Últimas revisiones en general y descanso	98,55	X	
94	Trasladarse a prender máquina	8,17	X	
95	Prender la máquina y esperar la primera salida de plástico	98,8		x
Total		4118,12	4019.32	98.8

De la tabla anterior, se determinó que: De las 95 operaciones o actividades, 94 son operaciones internas y 1 es operación externa.

Operaciones internas

$$= (4019.32 / 4118.12) \times 100\% = 97.60\%$$

Esto indica que las operaciones internas representan el 97.60% de las operaciones totales.

Operaciones externas

$$= (98.80 / 4118.12) \times 100\% = 2.40\%$$

Esto indica que las operaciones externas representan el 2.40% de las operaciones totales.

## Paso 2: Convertir las actividades internas en externas

En este paso se enfoca en la conversión de la preparación interna en externa.

**Tabla 16.** *Convertir las actividades internas en externas*

Nº	Actividades	Tiempo (segundos)	Actividades Internas (segundos)	Actividades externas (segundos)
1	Apagar la máquina y se regresa a la máquina	6,89	x	
2	Retirar mangueras del molde	80,83	x	
3	Trasladarse a traer (llaves mixta, llave corona y faja)	5,36		x
4	Buscar (llaves mixta, llave corona y faja)	18,8		x
5	Regresar	8,71		x
6	Acomodar el teclé cerca al lado del molde a bajar	14,29	x	
7	Colgar la faja en el teclé y colocarla alrededor del lado del molde	21,38	x	
8	Retirar chuleta del primer lado del molde (adelante)	105,15	x	
9	Trasladarse al otro extremo	8,15		
10	Retirar chuleta del primer lado del molde (atrás)	108,16	x	
11	Regresar	8,68		
12	Bajar el primer lado del molde	58,35	x	
13	Retirar la faja del lado del molde	10,27	x	
14	Subir faja con ayuda del teclé	14,48	x	
15	Colocar la faja alrededor del segundo lado del molde	8,86	x	
16	Retirar chuleta del segundo lado del molde (adelante)	65,96	x	
17	Trasladarse al otro extremo	8,03		
18	Retirar chuleta del segundo lado del molde (atrás)	69,37	x	
19	Regresar	9,72		
20	Bajar el segundo lado del molde	59,36	x	
21	Retirar la faja del lado del molde	10,1	x	
22	Llevar primer lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,94		x
23	Regresar	7,97		x
24	Llevar segundo lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,8		x
25	Regresar	8,36		x
26	Traer el primer lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,81		x
27	colocar la faja debajo del primer lado del molde a subir	38,6	x	
28	Subir primer lado del molde	128,8	x	

29	Acomodar el lado del molde a la máquina	132,77	x	
30	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	136,88		
31	Trasladarse hacia el otro extremo	8,98		
32	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	134,59	x	
33	Trasladarse hacia el otro extremo	8,51		
34	Quitar la faja del lado del molde	18,9	x	
35	Traer segundo lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,71		x
36	Acomodar el lado del molde para ser subido	17,99	x	
37	Bajar la faja (usando el temple)	23,92	x	
38	Colocar la faja debajo del segundo lado del molde a subir	29,63	x	
39	Subir segundo lado del molde	129,58	x	
40	Acomodar el segundo lado del molde a la máquina	19,08	x	
41	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	131,72	x	
42	Trasladarse hacia el otro extremo	7,1		
43	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	130,48	x	
44	Trasladarse hacia el otro extremo	9,87		
45	Aflojar un poco los brazos que sostiene el molde completo	46,43	x	
46	Traer la llave stilson	12,25		x
47	Buscar llaver stilson	9,17		x
48	Regresar a la máquina	9,65		x
49	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	38,3	x	
50	Juntar y abrir los lados del molde	7,78	x	
51	Echar aceite entre la placa y brazos que sostienen el peso del molde	24,46	x	
52	Juntar y abrir los lados del molde	11,11	x	
53	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	12,9	x	
54	Juntar y abrir los lados del molde	4,79	x	
55	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	11,32	x	
56	Juntar y abrir los lados del molde (asegurar el buen cierre del molde)	35,7	x	
57	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	28,35	x	
58	Abrir el molde	5,26	x	
59	Retirar faja del temple y acomodar el temple cerca al parante	35,7	x	
60	Trasladarse hacia el otro extremo	12,08		
61	Aflojar el punto que sostiene el soplador	28,99	x	

62	Trasladarse hacia el otro extremo	9,9		
63	Cambiar boquilla del soplador	94,91	x	
64	Trasladarse hacia el otro extremo	11,08		
65	Ajustar, nivelar el soplador al molde y colocar aceite)	379,14	x	
66	Trasladarse hacia el otro extremo	8,9		
67	Cerrar el molde y regular prensa (cierre correcto del molde)	45,7	x	
68	Llevar a guardar las llaves y faja	29		x
69	Trasladarse hacia la máquina	9,19		x
70	Limpieza de la superficie del molde	14,66	x	
71	Búsqueda de herramienta (alicate) primer piso	53,89		x
72	Retirar alambre de las mangueras a colocar	32,72	x	
73	Trasladarse hacia el otro extremo	8,32		x
74	Colocar mangueras en la parte de atrás (limpiar conexiones)	93,68	x	
75	Trasladarse hacia el otro extremo	8,89		x
76	Colocar mangueras en la parte de adelante (limpiar conexiones)	141,11	x	
77	Búsqueda de herramienta (alicate) segundo piso	140,27		
78	Ir a traer el alambre	8,63		x
79	Buscar alambre	15,44		x
80	Regresar a la parte trasera de la máquina	7,73		
81	Amarrar la cadena que sostiene el temple al parante	29,06	x	
82	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (atrás)	256,5	x	
83	Trasladarse hacia el otro extremo	9,96	x	
84	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (adelante)	168,02	x	
85	Ir a prender la bomba	8,24	x	
86	Últimas revisiones en general	42,5	x	
87	Ir a guardar el alambre y el trapo	8,84		x
88	Guardar alambre y trapo	4,07		x
89	Regresar a la máquina	8,68		
90	Llevar a guardar el alicate y la llave stilson	8,72		x
91	Guardar el alicate y la llave stilson	4,21		x
92	Regresar a la máquina	8,51		
93	Últimas revisiones en general y descanso	98,55	x	
94	Trasladarse a prender máquina	8,17	x	
95	Prender la máquina y esperar la primera salida de plástico	98,8	x	
Total		4118,12	4019,32	98,8

De la tabla anterior, a continuación, se presentan las actividades las cuales se convirtieron en actividades externas, estas se realizan antes de que se apague la máquina para la realización del cambio de molde.

**Tabla 17. Actividades convertidas en actividades externas 1**

Nº	Actividades	Tiempo (segundos)
3	Trasladarse a traer (llaves mixta, llave corona y faja)	5,36
4	Buscar (llaves mixta, llave corona y faja)	18,8
5	Regresar	8,71
26	Traer el primer lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,81
35	Traer segundo lado del molde a colocar (zona moldes a mq 2)	23,71
46	Traer la llave stilson	12,25
47	Buscar llaver stilson	9,17
48	Regresar a la máquina	9,65
71	Búsqueda de herramienta (alicate) primer piso	53,89
78	Ir a traer el alambre	8,63
79	Buscar alambre	15,44

De la tabla 17, se menciona que las actividades como traer las herramientas o materiales se realizaban en plena realización del cambio de molde, para darle solución se colocó a un operario de apoyo el cual tendrá la responsabilidad de tener listo todas las herramientas y materiales necesarios para el cambio de molde, adicionalmente tiene la responsabilidad de traer ambos lados del molde a colocar, todo esto se realiza antes de apagar la máquina.



**Tabla 18. Actividades convertidas en actividades externas 2**

Nº	Actividades	Tiempo (segundos)
22	Llevar primer lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,94
23	Regresar	7,97
24	Llevar segundo lado del molde a guardar (mq 2 a zona molde)	17,8
25	Regresar	8,36
68	Llevar a guardar las llaves y faja	29
69	Trasladarse hacia la máquina	9,19
87	Ir a guardar el alambre y el trapo	8,84
88	Guardar alambre y trapo	4,07
90	Llevar a guardar el alicate y la llave stilson	8,72
91	Guardar el alicate y la llave stilson	4,21

De la tabla 18, se menciona que las actividades que consisten en guardar las herramientas o materiales se realizaban en plena realización del cambio de molde, para darle solución se dio la responsabilidad de guardar las herramientas y materiales al operario (punto B), el cual es el encargado de producir galoneras, adicionalmente tiene la responsabilidad de guardar ambos lados del molde que se retiraron, ambas acciones se realizaran aprovechando el tiempo de espera que se da en la primera salida del plástico fundido.

### Paso 3: Perfeccionar las actividades

En esta parte se redujo los tiempos de las actividades presentes en el cambio de molde para ello se aplicó las siguientes soluciones:

**Tabla 19.** *Solución de las actividades observadas*

Actividades observadas	Solución
Se observó suciedad en los pasillos, se encontró elementos que dificultan el tránsito.	5S (Seiri, Seiton, Seiso)
Se observó que la zona de herramientas, equipos y materiales se encuentra desordenada y sucia. Las herramientas, equipos y materiales no se regresan a su sitio.	5S (Seiri, Seiton, Seiso) y la compra de un estante.
Se observó que el operario tiene que movilizarse de un lado de la máquina al otro lado máquina.	Contar con el apoyo de un trabajador
Se observó que el operario demora en realizar sus actividades.	Contar con el apoyo de un trabajador
Se observó falta de herramientas, específicamente alicates esto genera pérdida de tiempo en la búsqueda.	Comprar alicates

## **Implementación de las 5S**

### **Actividades preliminares**

Para la aplicación de las 5S se requiere del compromiso y la constancia del personal. Previo a la aplicación de cada etapa de esta metodología se realizan las siguientes actividades preliminares:

### **Capacitación sobre las 5S**

La capacitación se realizó con ayuda de la gerencia, en esta capacitación se mencionó al personal del área de producción todo conocimiento relacionado a la herramienta 5S, sus etapas y sus beneficios.



*Figura 35. Capacitación sobre las 5S*

### **Desarrollo del seiri (clasificación)**

Primero se reunió a los 4 trabajadores y se les informó sobre las actividades que se realizarán, en esta parte la retroalimentación con los operarios es importante ya que ellos conocen bien su área de trabajo, ellos tienen conocimiento de si tal elemento es necesario o no. Se les informo que:

Se hará un listado de los elementos necesarios e innecesarios presentes en el área de producción.

Los elementos necesarios se ubicarán en la zona de herramientas, equipo y materiales.

Se colocará una tarjeta roja a todos los elementos innecesarios.

El área destinada para los elementos innecesarios será en el segundo piso, ya que se cuenta con espacio suficiente.

Dada la disponibilidad solo se contó con el apoyo de un operario (el de mayor experiencia), el cual nos brindó información relacionada de cada elemento presente el área de producción y de la zona de herramientas, equipos y materiales, a su vez ante alguna duda se preguntaba al mismo operario que se ubicaba en su zona de trabajo.

**Tabla 20.** *Listado de elementos necesarios*

Ítem	Listado de elementos	Razón	Unidades
1	Llave stilson	necesario	4
2	Máquina para soldar	necesario	2
3	Lentes para soldar	necesario	2
4	Escobilla de fierro	necesario	4
5	Lima	necesario	2
6	Fajas de caucho	necesario	10
7	Repuesto de molino	necesario	6
8	Guantes para soldar	necesario	4
9	Tubos para prensa	necesario	2
10	Amarrete para molino	necesario	3
11	Grasa para rodaje de máquina	necesario	2
12	Alicate a presión	necesario	3
13	Material para soldar	necesario	2
14	Campana para jarras	necesario	1
15	Campana de 3,2,1	necesario	1
16	Campana de 5, 6	necesario	1
17	Campana de 10	necesario	1
18	Mandil para soldar	necesario	2
19	Repuestos para cuchillas del molino	necesario	4
20	Repuestos para eje de prensa	necesario	3
21	Bomba	necesario	1
22	Llave de dado	necesario	2
23	Esmeril de mano	necesario	1
24	Esmeril de mano pequeño	necesario	1
25	Abrazadera	necesario	2
26	Malla	necesario	2

27	Reductor de prensa	necesario	1
28	Cadena	necesario	2
29	Campanas	necesario	3
30	Trapos	necesario	5
31	Llave mixta #28	necesario	3
32	Llave mixta 15/16	necesario	2
33	Llave de corona 3/4	necesario	1
34	Llave de corona 15/16	necesario	1
35	Alicate	necesario	2
36	Sierra manual	necesario	1
37	Llave francesa 8"	necesario	1

**Tabla 21. Listado de elementos innecesarios**

Ítem	Elementos innecesarios	Razón	Forma de desecho
1	Prendas de vestir	Contaminante y/o innecesario	Eliminar
2	Botellas de vidrio	Contaminante y/o innecesario	Vender
3	Ventilador	No se necesita	Mover a otra área
4	Cuadernos	Contaminante y/o innecesario	Eliminar
5	Botellas de plástico	Contaminante y/o innecesario	Vender
6	Parte de la máquina	Contaminante y/o innecesario	Vender



**Figura 36. Elementos innecesarios con sus respectivas tarjetas rojas**

### Desarrollo del seiton (ordenar)

Después de haber realizado la primera S Seiri, se procedió a organizar los elementos necesarios como herramientas, materiales y equipos presentes en el área de producción, de tal manera que se pueda ubicar a simple vista. Para ordenar y agrupar se tuvo en cuenta el tipo de uso y frecuencia. Con la compra de un estante y la elaboración de un colgador se pudo organizar mejor estos elementos. Se colocó etiquetas para identificar más rápido cada uno de estos elementos.



Figura 37. Antes y después del Seiton

### Desarrollo del seiso (limpiar)

En esta tercera etapa de las 5S, se realizó la limpieza general del área de producción y de la zona de herramientas, equipos y materiales, gerencia determinó que esta actividad se realice un domingo ya que es un día con menor producción. Por lo general los trabajadores del área de producción barren o limpian inadecuadamente su área de trabajo y la zona de herramientas, materiales y equipos casi nunca la limpian, esto hizo que se acumule mucha suciedad. Se contó con el apoyo de 2 operarios para la limpieza de ambas áreas, se colocó una galonera para que todo envase de vidrio sea colocado ahí y no se esté dejando en otros sitios, lo cual genera desorden y suciedad. Las imágenes del después servirán para mostrar a los trabajadores como debe estar su área de trabajo.



Figura 38. Antes y después del Seiso

A su vez se indica que cada colaborador es responsable de la limpieza de su máquina y de su zona de trabajo, adicionalmente se prepara un cronograma de limpieza para la zona de herramientas, materiales y equipos.

**Tabla 22.** Cronograma de limpieza para la zona de herramientas, materiales y equipos

Responsable de la limpieza	Día de la limpieza
Jhorvin Deyan	Lunes
Cesar Pino	Martes
Luis Flores	Miércoles
Castinaldo Venegas	Jueves
Leo Vela	Viernes

### Reducción de las actividades realizadas en el cambio de molde

En la siguiente tabla se muestra las actividades que se realizan entre dos operarios y los tiempos empleados. El colaborador designado para brindar apoyo al operario de la máquina es el señor Flores Luis.

**Tabla 23.** Actividades realizadas entre dos operarios

Nº	Actividades	Lo realiza el operario (A) ayudante	Actividades	Lo realiza el operario (B)	Tiempo (segundos)
1	Apagar la máquina y se regresa a la máquina			X	6,89
2	Retirar mangueras del molde	X		X	65,73
3	Acomodar el teclé cerca al lado del molde a bajar	X		X	14,29
4	Colgar la faja en el teclé y colocarla alrededor del lado del molde	X		X	21,38
5	Retirar chuleta del primer lado del molde (adelante)	X	Retirar chuleta del primer lado del molde (atrás)	X	25,23
6	Bajar el primer lado del molde	X		X	28,14
7	Retirar la faja del lado del molde	X		X	10,27
8	Subir faja con ayuda del teclé	X			14,48
9	Colocar la faja alrededor del segundo lado del molde	X		X	8,86
10	Retirar chuleta del segundo lado del molde (adelante)	X	Retirar chuleta del segundo lado del molde (atrás)	X	26,54
11	Bajar el segundo lado del molde	X		X	27,58



12	Retirar la faja del lado del molde	X		X	10,1
13	colocar la faja debajo del primer lado del molde a subir	X		X	10,13
14	Subir primer lado del molde	X		X	26,52
15	Acomodar el lado del molde a la máquina	X		X	5,95
16	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	X	Colocar la chuleta al primer lado del molde a la máquina (1 punto)	X	27,32
17	Quitar la faja del lado del molde	X		X	18,9
18	Acomodar el lado del molde para ser subido	X		X	17,99
19	Bajar la faja (usando el temple)	X			8,83
20	Colocar la faja debajo del segundo lado del molde a subir	X		X	9,99
21	Subir segundo lado del molde	X		X	26,09
22	Acomodar el segundo lado del molde a la máquina	X		X	5,7
23	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	X	Colocar la chuleta al segundo lado del molde a la máquina (1 punto)	X	26,88
24	Aflojar un poco los brazos que sostiene el molde completo	X			46,43
25	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	X		X	13,49
26	Juntar y abrir los lados del molde	X			7,78
27	Echar aceite entre la placa y brazos que sostienen el peso del molde	X		X	24,46
28	Juntar y abrir los lados del molde	X			11,11
29	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	X			12,9
30	Juntar y abrir los lados del molde	X			4,79
31	Ajustar un poco la placa que sostiene el molde completo	X			11,32
32	Juntar y abrir los lados del molde (asegurar el buen cierre del molde)	X			35,7
33	Regular prensa ( se realiza para que cierre adecuadamente el molde)	X		X	28,35
34	Abrir el molde	X			5,26
35	Retirar faja del temple y acomodar el temple cerca al parante			X	35,7
36	Aflojar el punto que sostiene el soplador	X		X	20,33
37	Cambiar boquilla del soplador	X		X	84,93
38	Ajustar, nivelar el soplador al molde y colocar aceite)	X		X	379,14
39	Cerrar el molde y regular prensa (cierre correcto del molde)	X			45,7
40	Retirar alambre de las mangueras a colocar			X	32,72

41	Trasladarse hacia el otro extremo			X	8,32
42	Colocar mangueras en la parte de atrás (limpiar conexiones)			X	93,68
43	Trasladarse hacia el otro extremo			X	8,89
44	Colocar mangueras en la parte de adelante (limpiar conexiones)			X	141,11
45	Amarrar la cadena que sostiene el temple al parante			X	29,06
46	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (atrás)			X	256,5
47	Trasladarse hacia el otro extremo			X	9,96
48	Cortar, colocar el alambre y ajustar las mangueras en el molde (adelante)			X	168,02
49	Ir a prender la bomba			X	8,24
50	Últimas revisiones en general			X	42,5
51	Limpieza de la superficie del molde			X	14,66
52	Trasladarse a prender máquina			X	8,17
53	Prender la máquina y esperar la primera salida de plástico			X	98,8
Total					2131,81

En la tabla 23, se muestra que el tiempo empleado con la aplicación del SMED es de 2131.81 segundos esto equivale a 35.53 minutos y que el número de operaciones es de 53.

#### Operaciones internas

$$OI = (2033.01 / 2131.81) \times 100\% = 95.37\%$$

Esto indica que las operaciones internas representan el 95.37% de las operaciones totales.

#### Operaciones externas

$$OE = (98.80 / 2131.81) \times 100\% = 4.63\%$$

Esto indica que las operaciones externas representan el 4.63% de las operaciones totales.

#### Perfeccionar las operaciones

$$MTC = ((4118.12 - 2131.81) / 4118.12) \times 100\% = 48.23\%$$

Esto quiere decir que hay una reducción de 48.23%.



Figura 39. Cambio de molde entre dos colaboradores

Cronograma de ejecución

**Tabla 24.** Cronograma de ejecución del proyecto de investigación.

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Implementación del SMED</b>																
<b>Actividades preliminares</b>																
Sensibilización a la gerencia																
Capacitación sobre el SMED																
Estudio del cambio de molde																
<b>Separar las actividades internas y externas</b>																
<b>Convertir las actividades internas en externas</b>																
<b>Perfeccionar las operaciones</b>																
Capacitación 5S																
Seiri																
Seiton																
Seiso																
Cambio de molde entre dos colaboradores																
<b>Evaluación de los resultados de la implementación</b>																

Fuente: Elaboración propia

## **Análisis económico – financiero**

En esta sección se detallan los gastos necesarios para efectuar el presente proyecto.

**Tabla 25. Recursos y materiales**

Descripción general	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Escobas	2	S/ 10,00	S/ 20,00
Recogedor	2	S/ 7,00	S/ 14,00
Paños	1	S/ 10,00	S/ 10,00
Trapeador	1	S/ 6,00	S/ 6,00
Cinta de embalaje	1	S/ 1,50	S/ 1,50
Lapiceros	5	S/ 1,00	S/ 5,00
Impresiones	30	S/ 0,50	S/ 15,00
Fotocopias	25	S/ 0,10	S/ 2,50
Cuaderno	2	S/ 2,50	S/ 5,00
Alicates	2	S/ 16,00	S/ 32,00
Estante	1	S/ 360,00	S/ 360,00
Cronómetro	1	S/ 50,00	S/ 50,00
			S/ 521,00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 25, se detallan los recursos y materiales empleados en la aplicación del SMED, los cuales tienen un valor de S/ 521.00 soles.

**Tabla 26. Costos de implementación**

Actividades	Responsables o dirigido	Cantidad	Horas empleadas	Sueldo / Hora	Costo total
Capacitación SMED	Investigador	4	1	S/ 6,25	S/ 25,00
Recibir capacitación SMED	Operario	4	1	S/ 4,84	S/ 19,36
Estudio del cambio de molde	Investigador	2	15	S/ 6,25	S/ 187,50
Primer y segundo paso del SMED	Investigador	2	12	S/ 6,25	S/ 150,00
Tercer paso del SMED	Operario	2	10	S/ 4,84	S/ 96,80

Capacitar sobre el tercer paso del SMED	Investigador	2	10	S/ 6,25	S/ 125,00
Capacitación 5S	Investigador	2	1	S/ 6,25	S/ 12,50
Recibir capacitación 5S	Operario	4	1	S/ 4,69	S/ 18,76
Seiri	Operario	1	2	S/ 4,69	S/ 9,38
Seiton	Operario	2	1	S/ 4,69	S/ 9,38
Seiso	Operario	2	2	S/ 4,69	S/ 18,76
					S/ 672,44

Fuente: Elaboración propia

Los costos de implementación en horas – hombres asciende a S/ 672.44 soles.

Por consiguiente, el costo de implementación es de S/ 1,193.44.

Hallando los ingresos por las unidades vendidas

Al aplicar el SMED se logró producir más unidades, ya que se aprovechó mejor los tiempos.

**Tabla 27. Ingresos**

Producto	Cantidad (unidades)	Precio de venta x unidad	Venta total	Ganancia
5B	65	S/ 10.5	S/ 682.5	S/ 273,00

La ganancia por las unidades adicionales vendidas al mes es de S/ 273,00

Hallando el costo de mano de obra ayudante SMED al mes:

En base a un sueldo de S/ 1,000.00

= S/ 1,000.00 / 24 días= S/ 41.67 día

= S/ 41.67 día / 8 horas

= S/ 5.2 x hora

Por lo tanto, para 4 cambios al formato 5B al mes:

= 4 cambios / mes \* 30min

= 120min/mes = 2hr/mes

2hr/mes x S/ 5.2 x hora= S/ 10.4 mes

**Tabla 28. Flujo de caja**

Mes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ingreso</b>													
Ingreso x unidades adicionales vendidas		S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0	S/ 273,0
<b>Egreso</b>													
Costo mensual ayudante SMED		S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4	S/ 10,4
<b>Ingreso - Egreso</b>		S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6	S/ 262,6
Inversión	-S/ 1.193,5												
<b>Flujo de Caja Acumulado</b>	-S/ 1.193,5	-S/ 930,9	-S/ 668,3	-S/ 405,7	-S/ 143,1	S/ 119,5	S/ 382,1	S/ 644,7	S/ 907,3	S/ 1.169,9	S/ 1.432,5	S/ 1.695,1	S/ 1.957,7

Fuente: Elaboración propia

El análisis del flujo de caja durante 12 meses de evaluación muestra un ingreso adicional por la venta de galoneras. El resultado del flujo de caja permite alcanzar resultados positivos a partir del quinto mes, en tanto que a nivel global se obtiene un flujo de caja acumulado de S/ 1,957.70. Para evaluar la viabilidad financiera de los cambios se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 29. Indicadores financieros**

Indicadores	Valor
COK (TASA REFERENCIA INVERSIÓN A PLAZO FIJO-COSTO DE OPORTUNIDAD)	4.4%
TASA PRÉSTAMOS POR EL CAPITAL	10.50%
VAN	S/ 191,23
TIR	11.32%
B/C	S/ 1,16

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se obtiene un valor actual neto (VAN) de S/ 191.23 y al ser mayor a cero indica que la inversión tiene una rentabilidad, considerando una tasa de costo para préstamos de 10.50% (SBS). La tasa interna de retorno fue equivalente al 11.32 % y al ser mayor a la tasa del costo de oportunidad (COK) 4.4% representa una mejor opción para la inversión. Además, el análisis de beneficio – costo dio como resultado S/ 1.16, esta al ser mayor a uno va a generar ingresos es decir por cada sol que se invierta se obtendrá una ganancia de S/ 0,16.

### 3.6. Método de análisis de datos

Como parte del método de análisis de los datos de carácter cuantitativo, se empleará el análisis estadístico descriptivo e inferencial. En este sentido, el análisis corresponde a la descripción de los datos, es decir, se comentará sobre las tendencias centrales de los datos obtenidos, la varianza, desviación estándar y otros similares como parte del análisis de distribución; por otro lado, también se emplean tablas y figuras que explique la situación de cada variable y sus dimensiones tales como líneas de tendencias, entre otros, ello permite evaluar el escenario previo y posterior a la implementación de la mejora.



“Si se quiere responder nuestra interrogante inicial y si se debería rechazar o aceptar las hipótesis del presente estudio, es necesario hacer un análisis de los datos, para ello se usan programas como el SPSS” (VALDERRAMA, 2013, p.229).

En el análisis descriptivo se hace uso de los datos del pre test y pos test, apoyados con el programa SPSS, se mostró los resultados a través de tablas de frecuencia, gráficos, etc., estos resultados nos servirá para darle una interpretación y un posterior análisis, estos resultados están en valores numéricos y porcentuales.

“El análisis inferencial se usa para probar las hipótesis y para hacer una estimación de parámetros” (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 2014, p.298). Se usó la prueba de normalidad con el fin de poder establecer si los datos resultan ser paramétricos o no, en estos casos se hace uso del estadístico de Shapiro Wilk ( $n \leq 30$ ) o Kolmogorov-Smirnov ( $n > 30$ ) según sea la cantidad de la muestra  $n$ , luego teniendo el resultado se aplica la siguiente regla si el nivel de significancia es mayor que 0.05 ( $\text{sig} > 5$ ) tanto para el antes y en el después se determina que los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico, en otro caso si el  $\text{sig} \leq 0.05$  se determina que los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico, basta con que un resultado de la significancia antes o el después sea  $\leq 0.05$  para determinar que es no paramétrico, mientras que para realizar la contrastación de las hipótesis se empleará el estadístico T–Student (paramétrico) o Wilcoxon (no paramétrico) según se dé el caso.

### **3.7. Aspectos éticos**

La propiedad intelectual comprende los derechos de autor y propiedad industrial; en este contexto la propiedad intelectual está referida a los derechos de autor; sin embargo, es solo una parte; puesto que abarca el derecho de propiedad de la obra por el autor; la cual tiene su génesis cuando se materializa. En esta realidad el Estado peruano debe implementar mecanismos los cuales resguarden al autor (DIAZ, 2018).

Los autores de la presente investigación hemos sido respetuosos al mencionar a los autores de los diversos textos empleados, en otras palabras, se encuentran citados. Como también, todo dato brindado por la empresa en estudio, solo se usará para fines de estudio.

## **IV. RESULTADOS**

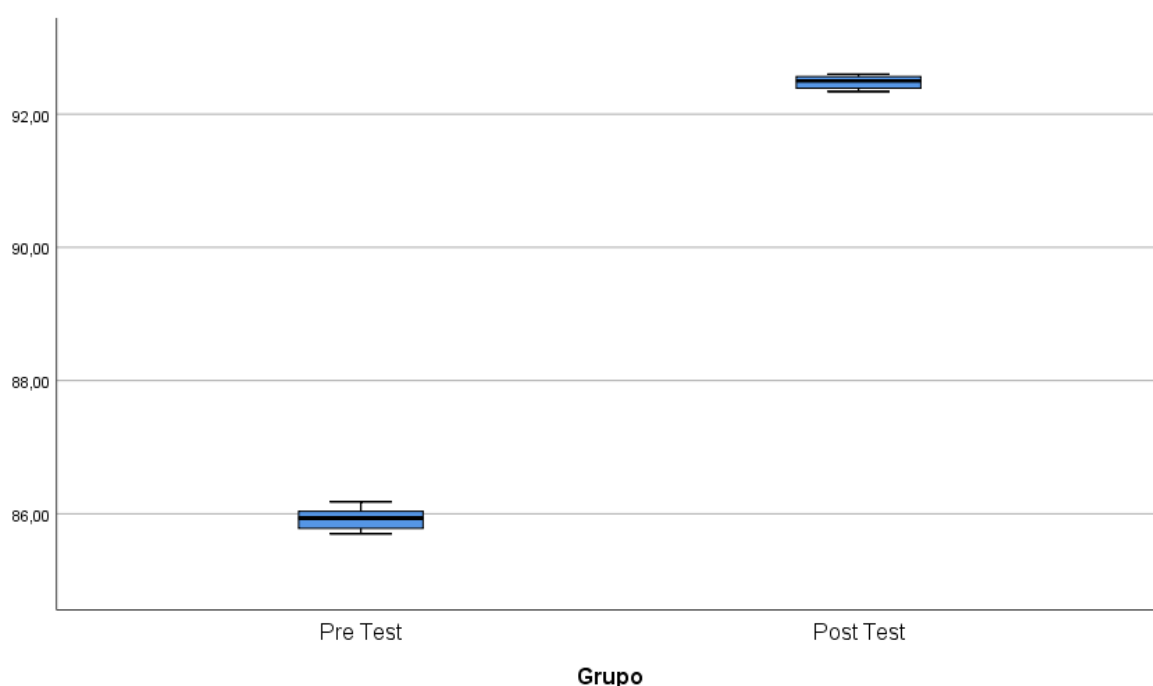
## 4.1. Estadística descriptiva

### 4.1.1. Dimensión eficiencia

**Tabla 30.** Evaluación comparativa del nivel de eficiencia

Eficiencia	Grupo	Pre Test	Post Test
	N	8	8
	Media	85,92	92,48
	Desv. Desviación	0,16	0,10

Fuente: Elaboración propia



*Figura 40.* Diagrama de cajas y bigotes de la eficiencia

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

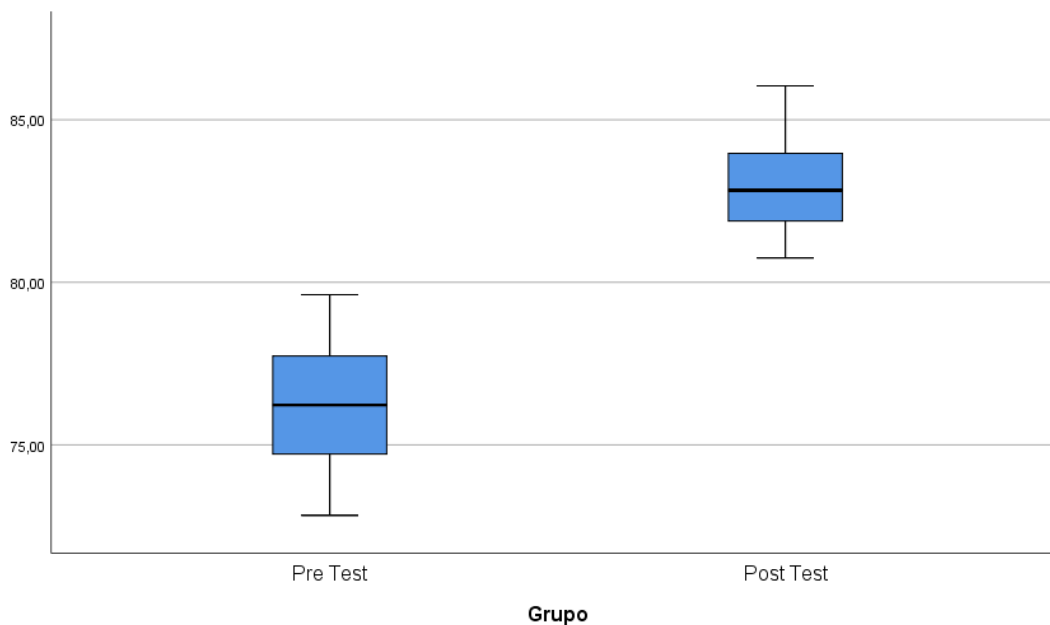
En la tabla 30 se observa que la eficiencia de Post Test (92.48%) con respecto a Pre Test (85.92%) mejoró en un 7.64%. Por otro lado, se observa que la desviación estándar disminuyó del Pre Test (0.16) al Post Test (0.10), lo que significa una menor dispersión o una mejor homogeneidad en los valores de la eficiencia. De forma similar, en el diagrama Box Plot se observa una ligera mejora en la agrupación de puntajes del Post Test respecto al Pre Test; así como una disminución en la dispersión de los valores de la eficiencia.

#### 4.1.2. Dimensión eficacia

**Tabla 31.** Evaluación comparativa del nivel de eficacia

Eficacia	Grupo	Pre Test	Post Test
	N	8	8
	Media	76,23	83,02
	Desv. Desviación	2,25	1,68

Fuente: Elaboración propia



*Figura 41.* Diagrama de cajas y bigotes de la eficacia

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

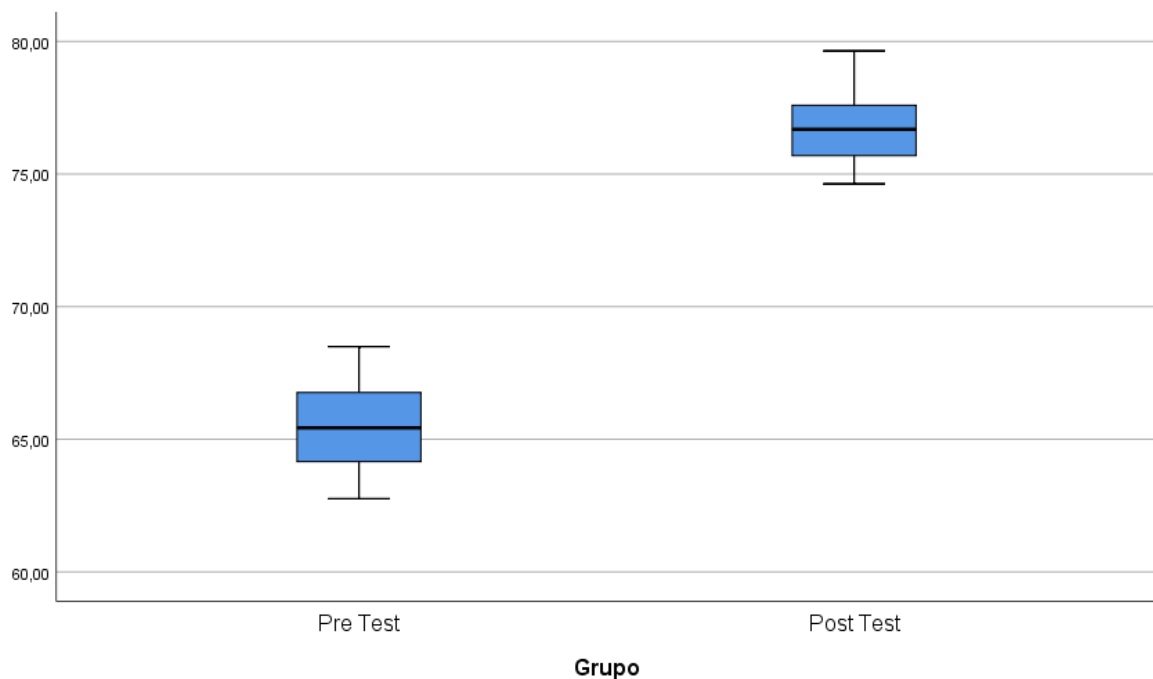
En la tabla 31 se observa que la eficacia de Post Test (83.02%) con respecto a Pre Test (76.23%) mejoró en un 8.91%. Por otro lado, se observa que la desviación estándar disminuyó del Pre Test (2.25) al Pos Test (1.68), lo que significa una menor dispersión o una mejor homogeneidad en los valores de la eficiencia. De forma similar, en el diagrama Box Plot se observa una mejor agrupación de puntajes del Post Test respecto al Pre Test; así como una disminución en la dispersión de los valores de la eficacia.

### 4.1.3. Productividad

**Tabla 32.** Evaluación comparativa del nivel de productividad

Productividad	Grupo	Pre Test	Post Test
	N	8	8
	Media	65,50	76,78
	Desv. Desviación	1,90	1,57

Fuente: Elaboración propia



*Figura 42.* Diagrama de cajas y bigotes de la productividad

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

En la tabla 32 se observa que la productividad de Post Test (76.78%) con respecto a Pre Test (65.50%) mejoró en un 17.22%. Por otro lado, se observa que la desviación estándar disminuyó del Pre Test (1.90) al Post Test (1.57), lo que significa una menor dispersión o una mejor homogeneidad en los valores de la eficiencia. De forma similar, en el diagrama Box Plot se observa que una mejor agrupación de puntajes del Post Test respecto al Pre Test; así como una disminución en la dispersión de los valores de la productividad.

## 4.2. Estadística inferencial

### 4.2.1 Hipótesis específica 1

#### Prueba de normalidad

#### Hipótesis de normalidad

Hipótesis nula: La distribución de los valores de la eficiencia no difieren de una distribución normal

Hipótesis alterna: La distribución de los valores de la eficiencia difieren de una distribución normal

#### Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 33.** Prueba de normalidad del nivel de eficiencia

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia	Pre Test	,149	8	,200*	,971	8	,904
	Post Test	,188	8	,200*	,917	8	,403

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

Para el análisis de la normalidad se utilizó el estadígrafo de Shapiro – Wilk ( $n=8<30$ ) y siendo las significancias bilaterales de Pre Test  $p_{\text{valor}}= 0.904$  (distribución normal) y en Post Test  $p_{\text{valor}}= 0.403$  (distribución normal). Por tanto, al presentar distribuciones iguales, se aplicará estadísticos paramétricos para la comparación de los resultados (Prueba de T Student).

### Contrastación de hipótesis

Ho: La aplicación del SMED no mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Ha: La aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 34.** Prueba T - Student para muestras emparejadas de la eficiencia

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pre Test Eficiencia - Post Test Eficiencia	-6,55875	0,23308	0,08241	-6,75361	-6,36389	-79,59	7	0.000

### Interpretación

Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba de T Student  $p_{\text{valor}}=0.000 < 0.05$ , existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo Tanto: La aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022.

## 4.2.2 Hipótesis específica 2

### Prueba de normalidad

#### Hipótesis de normalidad

Hipótesis nula: La distribución de los valores de la eficacia no difieren de una distribución normal

Hipótesis alterna: La distribución de los valores de la eficacia difieren de una distribución normal

#### Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 35.** Prueba de normalidad del nivel de eficacia

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia	Pre Test	,184	8	,200 <sup>*</sup>	,968	8	,886
	Post Test	,160	8	,200 <sup>*</sup>	,973	8	,917

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

Para el análisis de la normalidad se utilizó el estadígrafo de Shapiro – Wilk ( $n=8<30$ ) y siendo las significancias bilaterales de Pre Test  $p\_valor=0.886$  (distribución normal) y en Pos Test  $p\_valor=0.917$  (distribución normal). Por tanto, al presentar ambas distribuciones normales, se aplicará estadísticos paramétricos para la comparación de los resultados (Prueba T Student).



### Contrastación de hipótesis

Ho: La aplicación del SMED no mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Ha: La aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 36.** Prueba *T* - Student para muestras emparejadas de la eficacia

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pre Test Eficacia - Post Test Eficacia	-6,79375	2,32603	0,82237	-8,73836	-4,84914	-8,261	7	0,000

### Interpretación

Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba *T* - Student  $p_{\text{valor}}=0.000<0.05$ , existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo Tanto: La aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022.

### 4.2.3. Hipótesis general

#### Prueba de normalidad

#### Hipótesis de normalidad

Hipótesis nula: La distribución de los valores de la eficiencia no difieren de una distribución normal

Hipótesis alterna: La distribución de los valores de la eficiencia difieren de una distribución normal

#### Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 37.** Prueba de normalidad del nivel de productividad

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad	Pre Test	,147	8	,200*	,976	8	,938
	Post Test	,186	8	,200*	,970	8	,901

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

Para el análisis de la normalidad se utilizó el estadígrafo de Shapiro – Wilk ( $n=8<30$ ) y siendo las significancias bilaterales de Pre Test  $p\_valor=0.938$  (distribución normal) y en Pos Test  $p\_valor=0.901$  (distribución normal). Por tanto, al presentar ambas distribuciones normales, se aplicará estadísticos paramétricos para la comparación de los resultados (Prueba T Student).

## Contrastación de hipótesis

Ho: La aplicación del SMED no mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Ha: La aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alterna

**Tabla 38.** Prueba T - Student para muestras emparejadas de la productividad

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pre Test Productividad - Post Test Productividad	-11,28250	2,11808	0,74886	-13,05326	-9,51174	-15,066	7	0,000

Fuente: Elaboración propia con el programa SPSS v.25

### Interpretación

Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba de T Student  $p\_valor=0.000 < 0.05$ , existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto: La aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022.

## **V. DISCUSIÓN**

La discusión se desarrolla como un cotejo entre los hallazgos más relevantes de los antecedentes, respecto a los resultados de la investigación; ello se efectúa con la finalidad de evaluar el alcance e impacto de la implementación.

De los hallazgos encontrados y del análisis de los resultados, respecto al objetivo específico 1, se evidencia que la aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, ello se afirma a través de la comparación de medias pre test 85.92% y post test 92.46%. En el escenario nacional se evidencian cambios similares, tal como en el trabajo de SANTANA (2019), en su tesis aplicación del SMED para mejorar la eficiencia en la línea de fabricación de envases tall 1 de la empresa Gloria S.A, Huachipa, 2019, logró mejorar la media de la eficiencia de 37.13% a 71.75%.

Igualmente, de los hallazgos encontrados y del análisis de los resultados, respecto al objetivo específico 2, se evidencia que la aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, ello se afirma a través de la comparación de medias pre test 76.23% y post test 83.02%. En el escenario nacional se evidencian cambios similares, tal como en el trabajo de SOBERO (2017), en su tesis aplicación del sistema smed para mejorar la productividad de la línea de envasado de la empresa gloria s.a. Lurigancho, 2017, logró mejorar la media de la eficacia de 83.02% a 94.42%.

Así mismo, de los hallazgos encontrados y del análisis de los resultados, respecto al objetivo general, se evidencia que la aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, ello se afirma a través de la comparación de medias pre test 65.50% y post test 76.78%. En el escenario nacional se evidencian cambios similares, tal como en el trabajo de GARCÍA (2020) en su investigación llamada "Aplicación del SMED en los cambios de estilos para incrementar la productividad de la empresa Topitex Star E.I.R.L. Chincha, 2020, logró mejorar la media de la productividad de 66.73% a 76.80%.

## **VI. CONCLUSIONES**

En primer lugar, respecto a la hipótesis específica 1, se concluye que la aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, dado que la media de este indicador en el escenario previo (85.92%) fue inferior al escenario posterior (92.46%); adicionalmente, mediante la estadística inferencial se verifica la afirmación con la sig. de la prueba T-Student aplicada a la eficiencia previa y posterior que de  $0.000 < 0.05$  lo que evidencia diferencias significativas.

En segundo lugar, respecto a la hipótesis específica 2, se concluye que la aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, dado que la media de este indicador en el escenario previo (76.23%) fue inferior al escenario posterior (83.02%); adicionalmente, mediante la estadística inferencial se verifica la afirmación con la sig. de la prueba T-Student aplicada a la eficacia previa y posterior que de  $0.000 < 0.05$  lo que evidencia diferencias significativas.

En tercer lugar, respecto a la hipótesis general, se concluye que la aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022, dado que la media de este indicador en el escenario previo (65.50%) fue inferior al escenario posterior (76.78%); adicionalmente, mediante la estadística inferencial se verifica la afirmación con la sig. de la prueba T-Student aplicada a la productividad previa y posterior fue de  $0.000 < 0.05$  lo que evidencia diferencias significativas.

## **VII. RECOMENDACIONES**



En esta última sección se muestran las recomendaciones a modo de sugerencias para continuar con los cambios positivos y así orientar las acciones hacia la mejora continua; a partir de ello se menciona lo siguiente.

En primer lugar, se recomienda mejorar la supervisión en el cambio de molde, ya que los operarios tienden a emplear más tiempo de lo establecido, esto ayuda a que la eficiencia se mantenga en un nivel adecuado.

En segundo lugar, se recomienda realizar más capacitaciones sobre el SMED para que los operarios tengan en cuenta la manera correcta de realizar sus actividades y estas se mantengan con el pasar del tiempo, esto ayuda a mantener y mejorar nuestro nivel tanto en la eficiencia y eficacia.

Por último, se recomienda realizar más capacitaciones en cuanto a las 5S, ya que está vinculada al SMED, al mantener un ambiente limpio y ordenado esto ayuda a reducir el tiempo de cambio de molde, en general al aplicar adecuadamente las 5S nos ayuda a mantener y mejorar la productividad.

## REFERENCIAS

- [1] ABRIL JIMÉNEZ, J.B. *Implementación de la metodología smed en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles*. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería industrial. Guayaquil, 2019.
- [2] GARCÍA TOLENTINO, B.A. *Aplicación del SMED en los cambios de estilos para incrementar la productividad de la empresa Topitex Star E.I.R.L.* Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2020.
- [3] JULCA CORNELIO, D.I. *Aplicación de la herramienta Smed para mejorar la productividad en la línea 3 del área de conversión en una empresa de consumo masivo*. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2018.
- [4] MARRUJO ÁLVAREZ, C.K. *Aplicación del Smed para mejorar la productividad de la máquina inyectora, plásticos S.A.* Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2017.
- [5] MORALES MENDOZA, A.A. *Aplicación de la metodología smed para mejorar la productividad del área de impresión del departamento de etiquetas en una industria de productos plásticos agroindustriales*. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020.
- [6] PERTUZ RODRÍGUEZ, A.J. *Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéuticas*. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Barranquilla, 2018.
- [7] SALVATIERRA PAREDES, X.P. *Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de alcachofa en crudo de la empresa Virú S.A.* Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2021.
- [8] SANTANA HIDALGO, D.G. *Aplicación del SMED para mejorar la productividad en la línea de fabricación de envases tall 1 de la empresa Gloria S.A.* Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2019.
- [9] SARMIENTO VÁSQUEZ, C.J. *Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa mundiplast mediante un sistema de producción esbelto lean*

*manufacturing*. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2018.

[10] SOBERO SALDAÑA, J.J. *Aplicación del sistema Smed para mejorar la productividad de la línea de envasado de la empresa gloria S.A.* Tesis (título de Ingeniero Industrial). Universidad César Vallejo. Lima, 2017.

[11] BORGES, Rui, FREITAS, Filipa y SOUSA, Inés. Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management & Innovation* [en línea]. 2015, 10(3), 120-130. [fecha de consulta: 12 de junio de 2021], Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27242015000300013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242015000300013&lng=es&nrm=iso)

ISSN: 0718-2724

[12] BUCIOLI, Elaine, BAPTISTA, Reinaldo, FERRACINI DOS SANTOS, Luciana y DE MORAES, Aroldo. Aplicação dos princípios do SMED para a redução dos tempos de setup em uma empresa de implantes médicos: um estudo de caso. *Exacta* [en línea]. 2019, 17(4), 256-272. [fecha de Consulta 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81066998004>

ISSN: 1678-5428.

[13] CARREÑO, Diego, AMAYA, Luis y RUIZ, Erika. Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama. *Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea]. 2018, 6(21), 49-62. [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215058535004>

ISSN: 1856-8327

[14] CRUELLES, José. *Productividad e incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. 1.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Marcombo, 2012. 220 pp.

ISBN: 9788426720368

[15] DIAZ, Jorge. Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de medición para educación superior del Perú. *Revista Venezolana de Gerencia* [en línea]. 2018, 23(81), 88-105. [fecha de Consulta 21 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055767006>

ISSN: 1315-9984

[16] FAVELA, Marie, ROMERO, Roberto, HERNÁNDEZ, Jesús y ESCOBEDO, María. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. Revista Lasallista de Investigación [en línea]. 2019, 16(1), 115-133. [fecha de consulta 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69563162008>

ISSN: 1794-4449

ISBN. 978-958-762-876-0

[17] GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3.<sup>a</sup> ed. México: McGraw – Hill, 2010. 363 pp.

ISBN: 9786071503152

[18] HERNÁNDEZ, Eileen, CAMARGO, Zulieth y MARTÍNEZ, Paloma. Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería [en línea]. 2015, 23(1), 107-117. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77233740013>

ISSN: 0718-3291

[19] HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. 1.<sup>a</sup> ed. Madrid: Escuela de organización industrial, 2013. 174 pp.

ISBN: 9788415061403

[20] HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 1.<sup>a</sup> ed. Mexico: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. 714pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

[21] HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la Investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill Educación, 2014. 600 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

[22] MATUTE, Edison, VITERI, Cristina, VITERI, Jorge y RIVERA, Nadya. Enfoque UTE [en línea]. 2016, 7(1), 1-12. [fecha de consulta: 7 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572261583001>

[23] MENDOZA, Yaniris, ALVIS, Carmen, COHEN, Harold y CARRILLO, Martha. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión [en línea]. 2019, 11(1), 71-86. [fecha de consulta: 7 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560465980005>

ISSN: 2145-1389

[24] Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis por Naupas Humberto [et al.]. 5° ed. Colombia: Ediciones de la U, 2018. 562 pp. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=ADXkxgEACAAJ&dq=Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+cuantitativa+-+cualitativa+y+redacci%C3%B3n+de+tesis&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi62c6tkqTwAhXvq5UCHapwDSgQ6AEwAnoECAEQAAQ>

[25] OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol [en línea]. 2017, 35(1), 227-232. [fecha de consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso)

ISSN: 0717-9502

[26] PATEL, Vipulkumar y THAKKAR, Hemant. A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company. Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science [en línea]. 2014, 4(3), 132-139. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://www.journal.bonfring.org/papers/iems/volume4/BIJ-10346.pdf>

ISSN: 2277-5056

[27] RÍOS, Roger. Metodología para la investigación y redacción. 1.ª ed. España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2017. 143 pp.

ISBN: 9788417211233

[28] ROJAS, Anggela y GISBERT, Víctor. Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas [en línea]. Edición Especial. España: 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 2017. [fecha de consulta: 17 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-empresa/article/view/584>

ISSN: 2254-3376

[29] ROBBINS, Stephen y COULTER, Mary. Administración. 13° ed. México: Pearson, 2018. 752 pp.

ISBN: 978-607-32-2767-4

[30] SARRIA, Mónica, FONSECA, Guillermo y BOCANEGRA, Claudia. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista EAN [en línea]. 2017, (83), 51-71. [fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/206/20654574004/index.html>

ISSN: 0120-8160

[31] SHIGEO, Shingo. A revolution in manufacturing: the SMED system. Japón: Shingum Dandori, 1983. 357 pp.

ISBN: 0915299038

[32] SINGH, Arashdeep y AHUJA, Inderpreet. Review of 5S methodology and its contributions towards manufacturing performance. International Journal of Process Management and Benchmarking [en línea]. 2015, 5 (4), 408-424. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/283518300\\_Review\\_of\\_5S\\_methodology\\_and\\_its\\_contributions\\_towards\\_manufacturing\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/283518300_Review_of_5S_methodology_and_its_contributions_towards_manufacturing_performance)

ISSN: 1741-816X

[33] SILVESTRE, Irenzón y HUAMÁN, Secilia. Pasos para elaborar la investigación y redacción. 1.ª ed. Lima: San Marcos, 2019. 583 pp.

ISBN: 978-612-315-582-7

[34] TAPIA CORONADO, Jessica et al. Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. Cienc Trab [en línea]. 2017, 19(60), 171-178. [fecha de consulta: 6 de junio de 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso)

ISSN: 0919-3558

[35] The International Labour Office. Lean Manufacturing Techniques For Textile Industry. Egipto: ILO publications, 2017. 143 pp.

ISBN: 9789221307648

[36] VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 1.<sup>a</sup> ed. Lima: San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 9786123028787

[37] VILLASEÑOR, Alberto. Manual de Lean Manufacturing Guía básica. 1.<sup>a</sup> ed. México: Limusa, 2007. 111 pp.

ISBN: 978-968-18-6975-5

[38] Plastics - the Facts 2020 [en línea]. Plastics Europe. 15 enero del 2021. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/4312-plastics-facts-2020>

[39] Producción Nacional [en línea]. INEI. 07 julio de 2020. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/07-informe-tecnico-n07\\_produccion-nacional-may.%202020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/07-informe-tecnico-n07_produccion-nacional-may.%202020.pdf)

[40] Indústria Brasileira de embalagens plásticas flexíveis fecha 2019 com alta de quase 2,5% no volume de produção [en línea]. Abief. 20 de febrero del 2020. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.abief.org.br/press-release>

[41] Indústria Brasileira de Embalagens Plásticas Flexíveis fecha 2020 com alta no faturamento, na produção e no consumo per capita [en línea]. Tecnologia de Materiais. 18 de marzo del 2021. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <https://tecnologiademateriais.com.br/portaltm/industria-brasileira-de-embalagens-plasticas-flexiveis-fecha-2020-com-alta-no-faturamento-na-producao-e-no-consumo-per-capita/>



[42] Exportaciones de plástico crecieron en el 2020 [en línea]. La cámara. 15 de febrero de 2021. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <https://lacamara.pe/exportaciones-de-plastico-crecieron-en-el-2020/>

[43] Industria del plástico genera alrededor de 200 mil puestos de trabajo [en línea]. SNI. 25 de abril del 2019. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <https://sni.org.pe/industria-del-plastico-genera-alrededor-200-mil-puestos-trabajo/>

[44] Precio de mascarillas se incrementará por escasez mundial de resinas, advierte la SIN [en línea]. Gestión.pe. 01 de febrero de 2021. [fecha de consulta: 16 mayo de 2021]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/precio-de-mascarillas-se-incrementara-por-escasez-mundial-de-resinas-advier-te-la-sni-nndc-noticia/?ref=gesr>

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de Correlación

Causas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Total
Falta de trabajo en equipo	C1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Tiempo en el cambio de molde	C2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Proceso de trabajo no estandarizado	C3	1	0		1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	7
Falta de capacitación	C4	1	1	1		1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	8
Demora en localización de materiales y herramientas	C5	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	10
Falta de indicadores	C6	1	0	1	1	0		1	0	0	1	1	0	0	0	0	6
Ruido	C7	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	1
Supervisión ineficiente	C8	1	1	0	0	0	1	1		0	1	1	0	0	0	0	6
Tiempo perdido en reprocesos	C9	1	0	0	0	0	1	1	1		1	1	1	1	0	1	9
Espacio reducido	C10	0	0	0	0	0	0	1	0	0		1	0	0	0	0	2
Falta de incentivo	C11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1
Máquinas antiguas	C12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0	0	0	3
Materiales de mala calidad	C13	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0		1	0	4
Desorden y falta de limpieza	C14	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1		1	12
Falta de mantenimiento	C15	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0		4

## Anexo 2

### Matriz de Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. SMED	“Es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina” (HERNÁNDEZ y VIZÁN, 2013, p.42).	Está conformada por etapas que involucran la aplicación de fórmulas correspondientes a operaciones internas, operaciones externas y perfeccionar las operaciones.	Operaciones Internas	Porcentaje de operaciones internas	$OI = \left(\frac{TOI}{TO}\right) \times 100\%$ OI: Operaciones internas TOI: Tiempo de operaciones internas TO: Tiempo de operaciones	Razón
			Operaciones externas	Porcentaje de operaciones externas	$OE = \left(\frac{TOE}{TO}\right) \times 100\%$ OE: Operaciones externas TOE: Tiempo de operaciones externas TO: Tiempo de operaciones	Razón
			Perfeccionar las operaciones	Porcentaje de mejora del tiempo de cambio	$MTC = \left(\frac{TCA - TCD}{TCA}\right) \times 100\%$ MTC: Mejora del tiempo de cambio TCA: Tiempo de cambio antes TCD: Tiempo de cambio después	Razón

V.D. Productividad	<p>“Es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla” (CRUELLES, 2012, p.8).</p>	<p>La productividad está basada en las dimensiones de eficiencia y eficacia. “El término eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de insumos o recursos, por ello los recursos deben de usarse eficientemente” (ROBBINS y COULTER, 2014, p.8). “La eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (GUTIÉRREZ, 2010, p.21).</p>	<p>Eficiencia</p>	<p>Eficiencia en minutos reales máquina</p>	$EFMRM = \left( \frac{CRMM - TCM}{TLM} \right) \times 100\%$ <p>EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina</p> <p>CRMM: Capacidad real de máquina en minutos</p> <p>TCM: Tiempo de cambio en minutos</p> <p>TLM: Tiempo laboral en minutos</p> <p>Nota: Medición semanal</p>	<p>Razón</p>
			<p>Eficacia</p>	<p>Eficacia en la programación de producción de galoneras 5B</p>	$EFPP = \left( \frac{TPE}{TPP} \right) \times 100\%$ <p>EFPP: Eficacia en la programación de producción</p> <p>TPE= Total de producción ejecutada</p> <p>TPP= Total de productos programados</p> <p>Nota: Medición semanal</p>	<p>Razón</p>


### Anexo 3

#### Matriz de Coherencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022?	Determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022	La aplicación del SMED mejora la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022?	Determinar cómo a aplicación del SMED mejorará la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022	La aplicación del SMED mejora la eficiencia en los minutos reales de la máquina en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022
¿Cómo la aplicación del SMED mejorará la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022?	Determinar cómo la aplicación del SMED mejorará la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022	La aplicación del SMED mejora la eficacia en programación de producción de galoneras 5B el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C., San Martín de Porres, 2022


### Anexo 4

#### Ficha de registro de Eficiencia

Ficha de Registro de Eficiencia				
				Área: Fabricación de galoneras
Fecha	Capacidad real de máquina en minutos (CRMM)	Tiempo de cambio en minutos (TCM)	Turno laboral en minutos (TLM)	$EFMRM = \left( \frac{CRMM - TCM}{TLM} \right) \times 100\%$
				Eficiencia

## Anexo 5

### Ficha de registro de Eficacia

Ficha de Registro de Eficacia			
 <b>ENVPLAST</b> S.A.C.		Área: Fabricación de galoneras	
<small>ENVASES PLÁSTICOS</small>		<small>Fabricación de Productos Plásticos por Inyección y Soplado</small>	
Fecha	Total de producción ejecutada (TPE)	Total de productos programados (TPP)	$EFPP = \left( \frac{TPE}{TPP} \right) \times 100\%$
			Eficacia



## Anexo 6

### Ficha de registro de Productividad

Ficha de Registro de Productividad			
		<b>ENVPLAST</b> S.A.C.	
<small>ENVASES PLÁSTICOS</small>		<small>Fabricación de Productos Plásticos por Inyección y Soplado</small>	
		Área: Fabricación de galoneras	
Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad= Eficiencia x Eficacia
			Productividad

**Anexo 7**  
Certificados de validez



**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Lima, 11 de abril de 2022

Señor: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos dirigimos a Ud. en calidad de estudiantes de Ingeniería Industrial, manifestándole que requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestro trabajo de investigación.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C, San Martín de Porres, 2021.", y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.



---

Chigualla Segura, Flor Lucina  
D.N.I:48016005



---

Villa Vargas Walter Jonathan  
D.N.I:70349163

### a) Definición conceptual de las variables y dimensiones

**Variable independiente:** SMED

“Es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina” (HERNÁNDEZ y VIZÁN, 2013, p.42).

**Dimensiones de las variables:**

**Dimensión 1** Operación interna

Nos indica que: “las operaciones internas se realizan mientras la máquina apagada” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$OI = \left( \frac{TOI}{TO} \right) X 100\%$$

**Dónde:**

OI: Operaciones internas

TOI: Tiempo de operaciones internas

TO: Tiempo de operaciones

**Dimensión 2** Operación externa

Nos indica que: “las operaciones externas se realizan mientras la máquina está encendida” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$OE = \left( \frac{TOE}{TO} \right) X 100\%$$

**Dónde:**

OE: Operaciones externas

TOE: Tiempo de operaciones externas

TO: Tiempo de operaciones

**Dimensión 3** Perfeccionar las operaciones

Nos indica que: “se trata de mejorar todo lo relacionado a las actividades de preparación para ello se puede estandarizar las partes involucradas en el proceso de preparación, emplear

mordazas funcionales, emplear técnicas mecánicas o adoptar modos de operación paralela” (SHIGEO, 1983, p.29).

$$MTC = \left( \frac{TCA - TCD}{TCA} \right) \times 100\%$$

**Dónde:**

MTC: Mejora del tiempo de cambio

TCA: Tiempo de cambio antes

TCD: Tiempo de cambio después

#### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**

**Variable dependiente:** Productividad

“La productividad es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla” (CRUELLES, 2012, p.8).

**Dimensiones de las Variables:**

**Dimensión 1:** Eficiencia

“Es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, para tener eficiencia primero se debe de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recurso” (Gutiérrez, 2010, p.21). “El termino eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de insumos o recursos, por ello los recursos deben de usarse eficientemente” (ROBBINS y COULTER, 2014, p.8).

$$EFMRM = \left( \frac{CRMM - TCM}{TLM} \right) \times 100\%$$

**Dónde:**

EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina

CRMM: Capacidad real de máquina en minutos

TCM: Tiempo de cambio en minutos

TLM: Tiempo laboral en minutos

Nota: Medición semanal

**Dimensión 2: Eficacia**

“Es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (GUTIÉRREZ, 2010, p.21).

$$EFPP = \left( \frac{TPE}{TPP} \right) \times 100\%$$

**Dónde:**

EFPP: Eficacia en la programación de producción

TPE= Total de producción ejecutada

TPP= Total de productos programados

Nota: Medición semanal

**b) Matriz de operacionalización de las variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. SMED	"Es una técnica que se emplea para reducir los tiempos de preparación de la máquina" (HERNÁNDEZ y VIZÁN, 2013, p.42).	Está conformada por etapas que involucran la aplicación de fórmulas correspondientes a operaciones internas, operaciones externas y perfeccionar las operaciones.	Operaciones Internas	Porcentaje de operaciones internas	$OI = \left(\frac{TOI}{TO}\right) \times 100\%$ OI: Operaciones internas TOI: Tiempo de operaciones internas TO: Tiempo de operaciones	Razón
			Operaciones externas	Porcentaje de operaciones externas	$OE = \left(\frac{TOE}{TO}\right) \times 100\%$ OE: Operaciones externas TOE: Tiempo de operaciones externas TO: Tiempo de operaciones	Razón
			Perfeccionar las operaciones	Porcentaje de mejora del tiempo de cambio	$MTC = \left(\frac{TCA - TCD}{TCA}\right) \times 100\%$ MTC: Mejora del tiempo de cambio TCA: Tiempo de cambio antes TCD: Tiempo de cambio después	Razón
V.D. Productividad	"Es un indicador que mide la relación que existe entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos que se emplearon en conseguirla" (Cruelles, 2012, p.8).	La productividad está basada en las dimensiones de eficiencia y eficacia. "El término eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de insumos o recursos, por ello los recursos deben de usarse eficientemente" (ROBBINS y COULTER, 2014, p.8). "La eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados" (GUTIÉRREZ, 2010, p.21).	Eficiencia	Eficiencia en minutos reales máquina	$EFMRM = \left(\frac{CRMM - TCM}{TLM}\right) \times 100\%$ EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina CRMM: Capacidad real de máquina en minutos TCM: Tiempo de cambio en minutos TLM: Tiempo laboral en minutos Nota: Medición semanal	Razón
			Eficacia	Eficacia en la programación de producción de galoneras 5B	$EFPP = \left(\frac{TPE}{TPP}\right) \times 100\%$ EFPP: Eficacia en la programación de producción TPE= Total de producción ejecutada TPP= Total de productos programados Nota: Medición semanal	Razón

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el SMED y la Productividad

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No
		Si	No	Si	No	Si	No								
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED	Si	No	Si	No	Si	No								
1	<b>DIMENSIÓN 1: Operación interna</b>  $OI = \left(\frac{TOI}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>            OI: Operaciones internas            TOI: Tiempo de operaciones internas            TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X			4	X		X		X	
									<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>  $EFMRM = \left(\frac{CRMM - TCM}{TLM}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>            EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina            CRMM: Capacidad real de máquina en minutos            TCM: Tiempo de cambio en minutos            TLM: Tiempo laboral en minutos</p>						
2	<b>DIMENSIÓN 2: Operación externa</b>  $OE = \left(\frac{TOE}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>            OE: Operaciones externas            TOE: Tiempo de operaciones externas            TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X			5	X		X		X	
									<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>  $EFPP = \left(\frac{TPE}{TPP}\right) \times 100\%$ <p>EFPP: Eficacia en la programación de producción            TPE= Total de producción ejecutada            TPP= Total de productos programados            Nota: Medición semanal</p>						
3	<b>DIMENSION 3: Perfeccionar las operaciones</b>  $MTC = \left(\frac{TCA - TCD}{TCA}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>            MTC: Mejora del tiempo de cambio            TCA: Tiempo de cambio antes            TCD: Tiempo de cambio después</p>	X		X		X			Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____  Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]  Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: Jorge Rafael Diaz Dumont DNI: 08698815  Especialidad del validador: Ingeniero Industrial 16 de abril de 2022  <small>1)Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.            2)Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo            3)Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es sonoro, exacto y directo            Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión</small>						



Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont (DNI)  
 SUPERINTENDENCIA Y TECNICA  
 SIMACT - REGISTRO REGINA 1987

-----  
 Firma del Experto Informante

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el SMED y la Productividad



N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Operación interna</b>  $OI = \left(\frac{TOI}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>                      OI: Operaciones internas                      TOI: Tiempo de operaciones internas                      TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Operación externa</b>  $OE = \left(\frac{TOE}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>                      OE: Operaciones externas                      TOE: Tiempo de operaciones externas                      TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X		
3	<b>DIMENSIÓN 3: Perfeccionar las operaciones</b>  $MTC = \left(\frac{TCA - TCD}{TCA}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>                      MTC: Mejora del tiempo de cambio                      TCA: Tiempo de cambio antes                      TCD: Tiempo de cambio después</p>	X		X		X		

N°	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No
		4	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>  $EFMRM = \left(\frac{CRMM - TCM}{TLM}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>                      EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina                      CRMM: Capacidad real de máquina en minutos                      TCM: Tiempo de cambio en minutos                      TLM: Tiempo laboral en minutos</p>	X		X	
5	<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>  $EFPP = \left(\frac{TPE}{TPP}\right) \times 100\%$ <p>EFPP: Eficacia en la programación de producción                      TPE= Total de producción ejecutada                      TPP= Total de productos programados                      Nota: Medición semanal</p>	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr.: Jorge Lázaro Franco Medina DNI: 06104551

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

16 de abril de 2022

<sup>1</sup>Perinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante



c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el SMED y la Productividad

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Operación interna</b>  $OI = \left(\frac{TOI}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>  OI: Operaciones internas  TOI: Tiempo de operaciones internas  TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X		
2	<b>DIMENSIÓN 2: Operación externa</b>  $OE = \left(\frac{TOE}{TO}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>  OE: Operaciones externas  TOE: Tiempo de operaciones externas  TO: Tiempo de operaciones</p>	X		X		X		
3	<b>DIMENSIÓN 3: Perfeccionar las operaciones</b>  $MTC = \left(\frac{TCA - TCD}{TCA}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>  MTC: Mejora del tiempo de cambio  TCA: Tiempo de cambio antes  TCD: Tiempo de cambio después</p>	X		X		X		

	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No
		4	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>  $EFMRM = \left(\frac{CRMM - TCM}{TLM}\right) \times 100\%$ <p><b>Dónde:</b>  EFMRM: Eficiencia en minutos reales máquina  CRMM: Capacidad real de máquina en minutos  TCM: Tiempo de cambio en minutos  TLM: Tiempo laboral en minutos</p>	X		X	
5	<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>  $EFPP = \left(\frac{TPE}{TPP}\right) \times 100\%$ <p>EFPP: Eficacia en la programación de producción  TPE= Total de producción ejecutada  TPP= Total de productos programados  Nota: Medición semanal</p>	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_ **SUFICIENCIA** \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: **MGRT. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo**  
DNI: 07500140

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

**16 de abril de 2022**

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
**GUSTAVO ADOLFO MONTAYA CÁRDENAS**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
Nº de Colegiado: 144838

-----  
**Firma del Experto Informante**

## Anexo 9

Autorización sobre el uso del nombre de la empresa



**ENVPLAST** S.A.C.  
Fabricación de Productos Plásticos por Inyección y Soplado



### Pedido de autorización sobre el uso del nombre de la empresa para el trabajo de investigación.

Por medio de la presente autorizamos el uso de la información necesaria en el desarrollo del proyecto de investigación realizado por:

**VILLA VARGAS WALTER JONATHAN** identificado con el DNI: 70349163

**CHIGUALA SEGURA, FLOR LUCINA** identificado con el DNI: 48016005

Quienes realizaron el permiso correspondiente para poder realizar su proyecto en la empresa ENVPLAST S.A.C con RUC 20512101233, en el Área de Producción.

Lima, 16 de junio del 2022





Calle El Engranaje N° 260 Urb. Ind. La Milla - S.M.P.  
Telefonos: 534 2938 - 534 7403 / 994 119 701 - 981 175 584 - 994 119 692  
E-mail: envplast@hotmail.com



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DIAZ DUMONT JORGE RAFAEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el área de producción de galoneras, empresa Envplast S.A.C, San Martín de Porres, 2022", cuyos autores son CHIGUALA SEGURA FLOR LUCINA, VILLA VARGAS WALTER JONATHAN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido de 30.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DIAZ DUMONT JORGE RAFAEL <b>DNI:</b> 08698815 <b>ORCID</b> 0000-0003-0921-338X	Firmado digitalmente por: JDIAZDU el 21-07-2022 21:39:53

Código documento Trilce: TRI - 0356359