



**FACULTAD DE ARQUITECTURA INGENIERIA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Aplicación de la metodología SMED para mejorar  
la eficiencia operativa en la empresa textil  
Busatex, Lima 2025.**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Autoras**

Bustamante Quispitongo Fatima

(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4368-0371>)

Jimenez Bonilla Yoreli Lizeth

(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0103-5921>)

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción  
y la industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sub línea de Investigación**

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de  
industria y organizaciones**

**Pimentel - Perú**

**2025**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA EN UNA EMPRESA TEXTIL BUSATEX, LIMA 2025.**

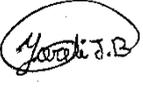
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscribimos la DECLARACIÓN JURADA, somos egresadas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autoras del trabajo titulado:

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA EN UNA EMPRESA TEXTIL BUSATEX, LIMA 2025.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, con relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Bustamante Quispitongo Fatima	DNI: 71960024	
Jimenez Bonilla Yoreli Lizeth	DNI: 74413914	

Pimentel, 21 de enero de 2025

# BUSTAMANTE QUISPITONGO FATIMA, JIMENEZ B...

## Bustamante\_Quispitongo-Jimenez\_Bonilla\_FormatoBachiller\_\_Turnir - FATIMA BUSTAMANTE QUISPITONGO.do

Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0

Trabajos de Investigación Bachiller 2025-0

Universidad Señor de Sipan

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::26396:422717540

Fecha de entrega

22 ene 2025, 5:29 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 feb 2025, 5:05 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Bustamante\_Quispitongo-jimenez\_Bonilla\_FormatoBachiller\_\_Turnirin - FATIMA BUSTAMANTE ....docx

Tamaño de archivo

69.2 KB

23 Páginas

5,011 Palabras

29,328 Caracteres



Página 2 of 28 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega trn:oid::26396:422717540

## 12% Similitud general

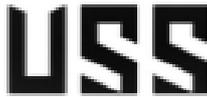
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)



**ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE  
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hojas:	1 de 1

**ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, José Arturo Rodríguez Kong, Coordinador de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos según la Directiva de similitud vigente en la USS, además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA TEXTIL BUSATEX, LIMA 2025**, elaborado por los egresados **BUSTAMANTE QUISPITONGO FATIMA** y **JIMENEZ BONILLA YORELI UZETH**

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 12%, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en las directivas vigentes sobre índice de similitud de los productos académicos de investigación vigente.

Pimentel, 07 de febrero 2025

**Dr. José Arturo Rodríguez Kong**  
**Coordinador de Investigación**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**  
**DNI N° 46413560**

## **Dedicatoria**

Este proyecto va dedicado a nuestros familiares por brindarnos todo su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este trayecto.

A nuestros padres quienes han sido fuente de inspiración y motivación, y nos han impulsado a alcanzar una meta más en nuestras vidas.

También va dedicado a todos aquellos que han confiado en nosotras, y nos han enseñado y motivado poder vencer cada obstáculo, permitiéndonos llegar hasta aquí.

## **Agradecimientos**

Agradecemos profundamente a Dios por ayudarnos en cada momento, por estar con nosotras en cada paso que hemos dado, por cuidarnos y darnos fortaleza para cumplir con nuestras metas.

Agradecemos a cada docente de la universidad Seños de Sipán por su tiempo dedicado y brindarnos cada conocimiento en nuestra formación académica.

También agradecemos a nuestro asesor de investigación por su paciencia, y por compartir sus conocimientos, los cuales nos han permitido llevar a cabo este proyecto de investigación.

Finalmente agradecemos a nuestros padres, familiares y a todas que han estado durante este proceso.

# ÍNDICE

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos .....	7
Resumen .....	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Hipótesis.....	14
1.4. Objetivos .....	14
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	14
1.5.1. Metodología SMED .....	14
1.5.2. Eficiencia operativa .....	16
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.1. Tipo Investigación .....	17
2.2. Diseño de la investigación.....	17
2.3. Variables, Operacionalización .....	17
2.4. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	20
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
2.6. Validez y confiabilidad .....	21
2.7. Aplicación de la metodología SMED .....	22
III. RESULTADOS .....	22
IV. DISCUSIÓN .....	32
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. REFERENCIAS .....	35
ANEXOS.....	38

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización .....	18
Tabla 2: Lista de operaciones con tiempos específicos y factores de demora .....	23
Tabla 3: Análisis de productividad y tiempos muertos mensuales en el proceso de producción .....	25
Tabla 4: Plan de implementación de la metodología SMED en el proceso de producción textil.....	26
Tabla 5: Actividades internas convertibles a externas en el proceso de producción textil .....	28
Tabla 6: Cantidad de actividades según el tipo de operación.....	28
Tabla 7: Estimación de productividad y tiempos muertos mensuales en el proceso de producción post aplicación de SMED .....	30

## **Resumen**

Este estudio analiza la implementación de la metodología SMED en una empresa textil de Lima, con el propósito de optimizar los tiempos de configuración de maquinaria y mejorar la eficiencia operativa. La investigación identifica los factores que generan demoras en los procesos productivos, diseña un plan adaptado a las necesidades de la empresa y aplica un proceso piloto para evaluar su impacto. Los resultados proyectan una mejora significativa en la productividad, con una reducción del 17.36% en los tiempos muertos y un incremento del 51.9% en la eficiencia operativa, pasando de 0.79 a 1.20 kilos producidos por minuto. Además, la metodología SMED contribuye a estandarizar los procesos, facilitar su sostenibilidad y mejorar la competitividad del sector textil. Este estudio no solo beneficia a la empresa evaluada, sino que también establece un modelo replicable en otras organizaciones industriales.

**Palabras clave: Metodología SMED, eficiencia operativa, industria textil.**

## **Abstract**

This study examines the implementation of the SMED methodology in a textile company in Lima to optimize machinery setup times and improve operational efficiency. The research identifies factors causing delays in production processes, designs a tailored plan for the company, and implements a pilot process to assess its impact. Results project a significant improvement in productivity, with a 17.36% reduction in downtime and a 51.9% increase in operational efficiency, from 0.79 to 1.20 kilograms produced per minute. Additionally, the SMED methodology helps standardize processes, ensure sustainability, and enhance competitiveness in the textile sector. This study not only benefits the evaluated company but also provides a replicable model for other industrial organizations.

**Keywords: SMED methodology, operational efficiency, textile industry.**

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, las empresas textiles enfrentan constantes desafíos relacionados con la eficiencia de sus procesos productivos, especialmente en lo que respecta a la gestión del tiempo durante las fases de cambio de maquinaria y ajustes en la línea de producción.

Estos tiempos de inactividad, conocidos como tiempos muertos, generan retrasos que afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de producción y aumentar los costos operativos afectando el propósito principal de asegurar la sostenibilidad financiera y rentabilidad [1]. A pesar de la importancia de reducir estos tiempos para mejorar la competitividad y rentabilidad, muchas empresas no han implementado metodologías efectivas para optimizar los procesos de cambio. [2]

Muchas empresas industriales están enfocándose en mejorar su productividad y reducir los tiempos de preparación en sus procesos. Para ello, están adoptando la herramienta SMED, lo que les ha permitido optimizar costos y lograr un incremento significativo en la eficiencia operativa [3], pero su adopción en el sector textil no ha sido completamente explorada.

En el sector textil, uno de los principales problemas que enfrentan las empresas es el tiempo excesivo que se invierte en los cambios de configuración de maquinaria durante los procesos de producción. [4] Estas actividades, aunque necesarias, generan tiempos muertos significativos que disminuyen la productividad, aumentan los costos operativos y afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los pedidos en los plazos establecidos.

Además, la falta de estandarización en estas operaciones puede derivar en ajustes imprecisos, defectos en los productos y retrasos adicionales para las empresas del sector textil industrial. [5]

A nivel local, el sector textil peruano enfrenta retrasos significativos en los procesos productivos debido a tiempos prolongados en cambios de maquinaria y configuraciones. Estas demoras afectan directamente los plazos de entrega, incrementan los costos operativos y limitan la capacidad de las empresas para satisfacer la demanda del mercado de manera eficiente. [6]

A nivel nacional, la industria textil enfrenta constantes interrupciones a lo largo de sus procesos debido, principalmente, a la falta de materiales, cambios frecuentes de piezas y errores en la logística de suministro. Estas fallas generan paralizaciones en las líneas de producción, aumentan los costos operativos y afectan el cumplimiento de las fechas de entrega, impactando la eficiencia y la competitividad del sector. [7]

A nivel internacional, la industria textil enfrenta problemas relacionados con la calidad de los productos, deficiencias en el control de insumos y escasa formación del personal. Estas limitaciones reducen la productividad, generan pérdidas económicas y dificultan la capacidad de competir en mercados globales altamente exigentes. [8]

El cambio de herramientas y los tiempos de preparación no solo afectan los costos asociados directamente a estas actividades, sino que también influyen en diversos aspectos como la eficiencia general de la producción, la gestión de inventarios y la agilidad en los plazos de entrega. [9] Estos ajustes permiten reducir tiempos muertos, optimizar el tamaño de los lotes, minimizar los excedentes de productos en proceso y terminados, y mejorar la capacidad operativa. [10]

Todo ello contribuye a ofrecer servicios más efectivos, incrementar la cantidad de operaciones realizadas y aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles.

Este estudio es fundamental en el sector textil, ya que aborda la optimización de los procesos de producción mediante la implementación de la metodología SMED, enfocándose en la reducción de tiempos muertos y la mejora de la eficiencia operativa.

Su importancia radica en que, además de incrementar la productividad y calidad del producto, establece una base sólida para futuras investigaciones en el ámbito de la mejora continua y la innovación en procesos industriales. Esto no solo beneficiará a la empresa estudiada, sino que también servirá como modelo para otras organizaciones del sector.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo la implementación de la metodología SMED puede optimizar los tiempos de producción en los procesos de una empresa textil en Lima?

## **1.3. Hipótesis**

La implementación de la metodología SMED optimiza los tiempos de producción en una empresa textil.

## **1.4. Objetivos**

### **- Objetivo general:**

Determinar cómo la implementación de la metodología SMED optimiza los tiempos de producción en los procesos de una empresa textil en Lima.

### **- Objetivos específicos:**

- Diagnosticar los procesos actuales de producción para identificar los factores que generan demoras.
- Diseñar un plan de implementación de la metodología SMED adaptado a las necesidades de la empresa textil.
- Aplicar la metodología SMED en un proceso piloto para evaluar su impacto en la reducción de tiempos de producción.
- Analizar los resultados obtenidos del proceso piloto, destacando los beneficios y determinando la eficiencia operativa en la empresa.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **1.5.1. Metodología SMED**

La concepción de la metodología SMED se produjo en 1950, gracias al análisis de Shigeo Shingo, que tras un estudio de mejora de eficiencia de una empresa que enfrentaba cuellos de botellas, identificó que existía una pérdida de tiempo en el momento de cambio de utillaje y configuraciones de las maquinarias usadas en el proceso, lo cual impedían la eficiencia operativa de la empresa.

Para ello, Shigeo propuso el desarrollo de la metodología la cual se basa en la minimización de tiempos muertos en los cambios de herramientas de las maquinarias usadas disminuyendo en el incremento de productividad. [11]

SMED, que sus siglas en inglés, *Single-Minute Exchange of Die* hacen referencia a la realización de cambios de herramienta en un tiempo reducido a minutos de un solo dígito, termina siendo una herramienta que ayuda a reducir considerablemente toda pérdida de tiempo relacionado cambio de herramientas en la producción de las industrias en general. [12]

SMED puede implementarse en cinco etapas o fases, que permitan hacer cambios significativos en los tiempos de desmontaje. [cita 13] Estas etapas comprenden desde la observación y descripción preliminar hasta el mejoramiento de operaciones internas y externas:

- Etapa previa: Observación para el entendimiento del proceso.
- Etapa 1: Identificación y clasificación de operaciones según preparación interna y/o externa.
- Etapa 2: Convertir operaciones internas en externas.
- Etapa 3: Reducir los tiempos de actividades internas refinando el proceso.
- Etapa 4: Estandarizar el proceso haciendo seguimiento en los cambios.

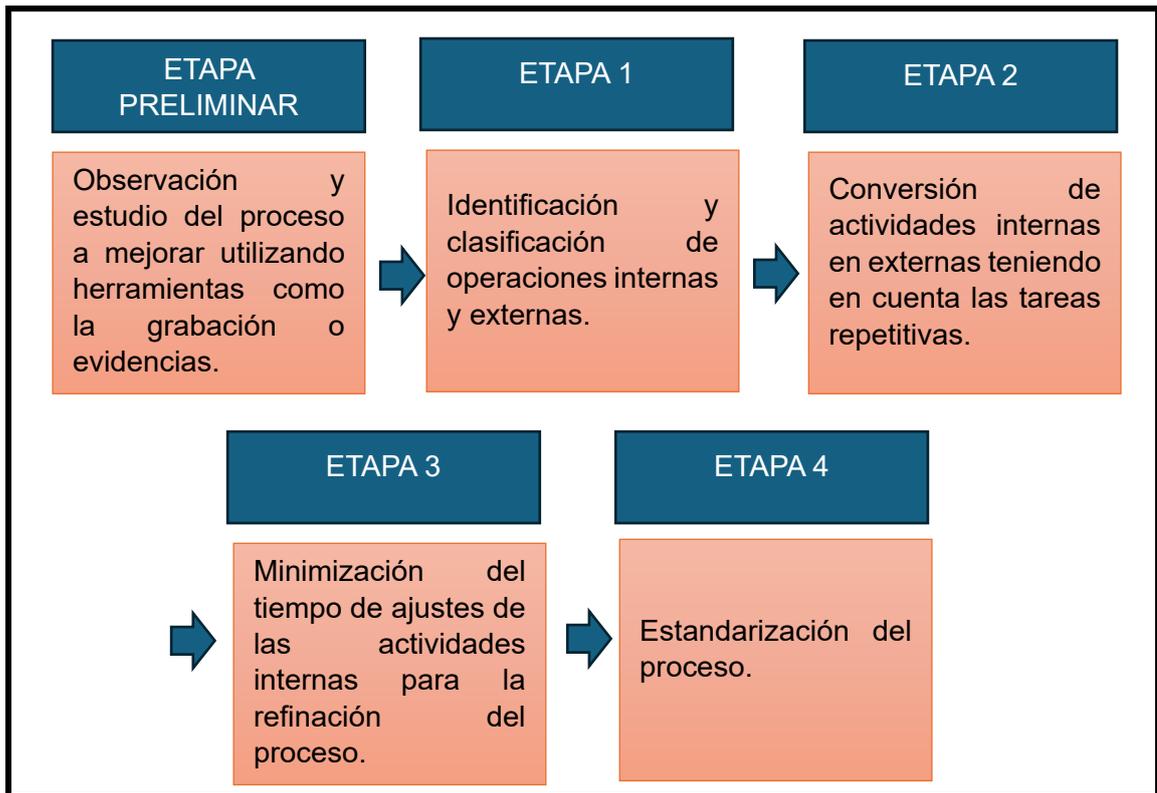


Ilustración 1: Etapas de la implementación de SMED

Fuente: Elaboración propia

### 1.5.2. Eficiencia operativa

La eficiencia operativa se refiere a realizar operaciones en el menor tiempo posible sin integrar costos adicionales, minimizando errores y manteniendo la calidad. Esto implica optimizar recursos y procesos para garantizar rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo. [14]

En la industria manufacturera, técnicas y herramientas son clave para reducir tiempos y mejorar la eficiencia en respuesta a la creciente demanda.

## **II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Tipo Investigación**

Es una investigación aplicada que busca generar conocimientos prácticos sobre la implementación de la metodología SMED para optimizar los tiempos de producción en procesos textiles. Su propósito es analizar estrategias específicas para reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia operativa en un contexto real.

### **2.2. Diseño de la investigación**

El diseño es no experimental y de tipo transversal, ya que los datos se recopilan en un único momento sin manipular las variables. Tiene un enfoque cuantitativo, basado en la medición numérica de los tiempos de producción antes y después de aplicar SMED, y un alcance correlacional, al evaluar la relación entre la aplicación de esta metodología y la optimización de los tiempos de producción.

### **2.3. Variables, Operacionalización**

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización

Variable de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Ítems
<b>Metodología SMED</b>	Estrategia de mejora continua, diseñada por Shigeo Shingo, orientada a reducir los tiempos de cambio de configuración en maquinaria, logrando procesos más ágiles y eficientes.	Aplicación de la metodología SMED en los procesos productivos de una empresa textil en Lima, evaluada a través de la reducción de tiempos de configuración y aumento de la productividad.	Tiempos de configuración	- Tiempo promedio de cambio antes y después de la implementación (en minutos).	Cronómetro, Observación directa	1. ¿Cuánto tiempo toma actualmente el cambio de configuración de maquinaria?
				- Reducción del porcentaje de tiempos muertos.		2. ¿Qué porcentaje de reducción de tiempos muertos se logra con la implementación de SMED?
				- Porcentaje de operaciones internas convertidas a externas.		3. ¿Qué proporción de actividades internas se logró convertir a externas?
<b>Eficiencia Operativa</b>	Capacidad de una empresa para ejecutar	Medición del impacto de la metodología	- Reducción de tiempos	- Porcentaje de reducción del		4. ¿Cuánto se reduce el tiempo total del proceso de

procesos en el menor tiempo posible, maximizando el uso de recursos, minimizando desperdicios y garantizando calidad en los resultados.	SMED en la eficiencia operativa de la empresa, evaluada a través de indicadores de calidad, costos operativos y productividad.		tiempo total del ciclo productivo.	Observación directa, Análisis de datos históricos	producción tras implementar SMED?
			- Variación en el tiempo promedio de las actividades internas y externas.		5. ¿Qué actividades muestran mayores reducciones de tiempo tras implementar SMED?
		- Incremento de la productividad	- Incremento en la cantidad de unidades producidas por hora.	Registros de producción	6. ¿Qué incremento en la productividad se observa tras la implementación de SMED?
		- Reducción de costos operativos	- Variación porcentual de costos operativos (antes y después de la implementación).	Análisis financiero	7. ¿Cuál es la reducción de costos operativos lograda con la implementación de SMED?
		- Incremento en la calidad	- Reducción del porcentaje de productos defectuosos.	Registros de calidad	8. ¿Qué porcentaje de defectos se redujo tras implementar SMED?

## **2.4. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

La población objeto de estudio está compuesta por todos los procesos productivos y operativos de una empresa textil en Lima que presentan demoras en los cambios de configuración de maquinaria.

Esto incluye tanto a los procesos operativos relacionados con la producción como a las áreas técnicas responsables de la configuración y mantenimiento de maquinaria.

Respecto a la muestra, se seleccionará un proceso piloto que sea representativo de los procesos productivos de la empresa, garantizando que este proceso permita evaluar de manera adecuada la implementación de la metodología SMED. Esto asegurará un análisis equilibrado y enfocado en la problemática central del estudio.

Para la selección del proceso piloto, se empleará un método no probabilístico de conveniencia, eligiendo aquel proceso que cuente con mayor disponibilidad de datos históricos y que permita implementar los cambios propuestos de forma controlada, cumpliendo con los criterios de inclusión establecidos para la investigación.

- **Criterios de selección**

- **Criterios de inclusión**

- Procesos que presenten registros históricos de tiempos de producción, incluyendo datos de tiempos de configuración.
- Procesos que sean críticos o representativos para la operatividad de la empresa.
- Procesos que permitan la implementación directa de la metodología SMED.

- **Criterios de exclusión**

- Procesos que no cuenten con datos históricos suficientes para realizar un análisis comparativo antes y después de la implementación.
- Procesos que ya hayan sido intervenidos previamente con otras metodologías de mejora.

- Procesos que no sean relevantes para el objetivo central de optimizar los tiempos de configuración de maquinaria.

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

Para esta investigación, se emplearán las siguientes técnicas:

- **Entrevistas semiestructuradas**

Se realizarán entrevistas a los operarios y supervisores directamente involucrados en los procesos de cambio de configuración de maquinaria. Estas entrevistas permitirán identificar las actividades críticas que generan demoras y recopilar sugerencias para mejorar la eficiencia operativa.

- **Observación directa**

Se llevará a cabo un análisis in situ de los procesos productivos y de los cambios de configuración en las maquinarias. Esto permitirá medir los tiempos actuales, identificar cuellos de botella y validar la información obtenida a través de las entrevistas.

## **2.6. Validez y confiabilidad**

- **Validez**

Para garantizar la validez de los instrumentos, el guion de las entrevistas y el protocolo de observación serán revisados por expertos. De esta manera, se asegura que las preguntas y los indicadores sean pertinentes y relevantes para los objetivos del estudio.

- **Confiabilidad**

Se aplicará un estudio piloto a un grupo reducido de operarios, verificando la consistencia y claridad de las preguntas. Además, se utilizará el coeficiente de confiabilidad de Cronbach para medir la consistencia interna de los datos obtenidos en las entrevistas. En el caso de la observación directa, se establecerán protocolos estandarizados para garantizar la repetibilidad y objetividad del proceso.

## 2.7. Aplicación de la metodología SMED

El proceso para llevar a cabo la optimización a través de la implementación de la herramienta SMED, enfocada en agilizar el cambio rápido de matrices con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, se detalla a continuación:

- **Observación**

Se registrará en video la operación de preparación, se formará un equipo de trabajo multidisciplinario y se desarrollará un documento base que guiará el análisis.

- **Identificación y Clasificación**

Las operaciones se clasificarán en externas, realizadas mientras las máquinas están en funcionamiento, e internas, ejecutadas con las máquinas detenidas.

- **Conversión**

Las operaciones internas se transformarán en externas, permitiendo que se realicen fuera del tiempo de configuración.

- **Optimización**

Se refinarán tanto las operaciones internas como externas. En las externas, se localizarán y reducirán los tiempos, además de identificar y organizar las herramientas necesarias. En las internas, las actividades se ejecutarán en paralelo, integrando métodos adicionales y eliminando ajustes superfluos.

- **Estandarización**

Se diseñará un nuevo procedimiento basado en los resultados obtenidos, estructurado a través de un esquema organizado.

## III. RESULTADOS

Los resultados que alude esta investigación se plantean siguiendo los objetivos específicos planteados:

***Diagnosticar los procesos actuales de producción para identificar los factores que generan demoras.***

El análisis de los procesos de producción busca identificar los factores que causan demoras en los cambios de configuración de maquinaria. Se evaluarán las actividades a lo largo de la cadena de producción, desde la recepción de materiales hasta la entrega del producto final, para detectar áreas de mejora que impactan la eficiencia operativa.

Este objetivo se logra al detallar las actividades llevadas a cabo en la empresa, las cuales han mostrado períodos de inactividad. A continuación, se presenta la tabla 1 con los detalles correspondientes:

*Tabla 2: Lista de operaciones con tiempos específicos y factores de demora*

<b>Proceso</b>	<b>Operación Actual</b>	<b>Tiempo Actual (min)</b>	<b>Factores que Generan Demora</b>
<b>Recepción de materiales</b>	Recepción de insumos textiles	10	Retraso en el transporte, falta de organización en la recepción
<b>Inspección de materiales</b>	Inspección visual de la calidad del hilo o tela	15	Condiciones de iluminación, falta de personal para la inspección
<b>Clasificación de materiales</b>	Clasificación de materiales por tipo o color	12	Falta de orden, materiales mal organizados
<b>Almacenaje de materiales</b>	Almacenaje de los materiales según tipo	18	Falta de espacio en el almacén, mala organización
<b>Preparación de bobinas o moldes</b>	Preparación de bobinas y moldes para el cambio	25	Inadecuado almacenamiento de moldes, falta de herramientas adecuadas
<b>Desmontaje de bobinas o moldes</b>	Retiro de bobinas y/o moldes antiguos	10	Falta de tiempo para retiro debido a la organización inadecuada
<b>Instalación de bobinas o moldes</b>	Colocación de nuevas bobinas o moldes	20	Errores en la instalación, falta de repuestos o piezas
<b>Ajuste de parámetros de la máquina</b>	Ajuste de temperatura, velocidad y otros parámetros	30	Falta de comunicación en los parámetros, ajustes imprecisos

<b>Prueba de funcionamiento</b>	Prueba de la máquina tras el ajuste de parámetros	15	Espera por disponibilidad de material, falta de precisión en el ajuste
<b>Revisión de calidad</b>	Revisión del producto terminado o intermedio	20	Deficiencias en el control de calidad, mal manejo de la información
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Mantenimiento de equipos y maquinarias	40	Faltante de piezas de repuesto, mantenimiento programado insuficiente
<b>Documentación de datos</b>	Registro de datos de producción y tiempos de configuración	10	Falta de herramientas digitales, retrasos en el registro manual
<b>Estandarización de procesos</b>	Revisión de procedimientos operativos y mejoras continuas	30	Falta de personal capacitado, resistencia al cambio

Fuente: Elaboración propia

La tabla nos muestra el proceso establecido de la empresa, estos se manejan históricamente y previo a toda aplicación de metodología, sin embargo, a continuación, se presenta una tabla que muestra el tiempo de inactividad mensual, los kilos esperados y generados de producción, el cumplimiento en kilos, el porcentaje de desperdicio, y la diferencia entre el tiempo planificado y el reportado con tiempo muerto. Esta información resalta el impacto de los tiempos muertos en la eficiencia de la producción, mostrando cómo afectan tanto la cantidad de producción generada como el tiempo efectivo utilizado en el proceso.

*Tabla 3: Análisis de productividad y tiempos muertos mensuales en el proceso de producción*

<b>Meses</b>	<b>Tiempo Planificado para Producción (minutos)</b>	<b>Tiempo Reportado con Tiempo Muerto (minutos)</b>	<b>Kilos Esperados de Producción</b>	<b>Kilos Generados de Producción</b>	<b>Cumplimiento en Kilos (%)</b>
Junio	6000	7900	10500	6825	65%
Julio	5700	7700	9700	6790	70%
Agosto	6000	7900	10200	6120	60%
Septiembre	5800	8100	9800	5390	55%
Octubre	6000	8100	10000	6200	62%
Noviembre	6000	8500	10200	6324	62%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 ilustra el impacto de los tiempos muertos en la eficiencia de la producción. Aunque el tiempo planificado para la producción se mantiene constante, el tiempo real de producción, al incluir los tiempos muertos, es superior, lo que genera una disminución en el cumplimiento de los objetivos establecidos. En meses como junio y agosto, el cumplimiento de los kilos generados alcanza valores más altos (65% y 70%), mientras que, en otros meses, como septiembre y agosto, la eficiencia baja considerablemente, con un cumplimiento del 55% y 60% respectivamente. Estos resultados reflejan cómo los tiempos muertos no solo incrementan el tiempo total de producción, sino que también reducen la cantidad de producción generada en comparación con lo planificado, lo que afecta directamente la productividad de la empresa.

***Diseñar un plan de implementación de la metodología SMED adaptado a las necesidades de la empresa textil.***

El siguiente plan de implementación de la metodología SMED está diseñado para optimizar los tiempos de producción en la empresa textil. Se enfoca en reducir los tiempos de cambio y mejorar la eficiencia operativa mediante cinco fases: observación, identificación y clasificación, conversión, optimización y estandarización. Este plan tiene como objetivo maximizar la producción sin aumentar recursos, mejorando continuamente los procesos de trabajo y asegurando su estandarización. A continuación, se detallan las actividades de cada fase para su implementación.

*Tabla 4: Plan de implementación de la metodología SMED en el proceso de producción textil*

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado Esperado</b>	<b>Indicadores de Éxito</b>
<b>Observación</b>	Registrar en video el proceso de preparación.	Observar y registrar todas las actividades que se realizan durante la preparación.	Video detallado de la operación.	Registro completo de la operación.
	Formar un equipo de trabajo multidisciplinario.	Crear un equipo con personal de diferentes áreas para aplicar SMED.	Formación del equipo con roles definidos.	Equipo formado y roles asignados.
	Desarrollar un documento base que guíe el análisis de la operación.	Elaborar un documento detallado con los procedimientos y objetivos para guiar el análisis.	Documento base completado.	Documento finalizado y validado.
<b>Identificación y Clasificación</b>	Clasificar las operaciones en internas y externas.	Determinar qué tareas se realizan con las máquinas en funcionamiento (externas) y cuáles con las máquinas detenidas (internas).	Clasificación de las operaciones según tiempo de máquina.	Lista de operaciones internas y externas.
	Analizar los tiempos de cada operación clasificada.	Realizar un análisis de tiempo para cada operación para identificar las ineficiencias.	Informe con tiempos detallados de operaciones.	Informe de tiempos completos.
<b>Conversión</b>	Convertir operaciones internas en externas, cuando sea posible.	Transformar tareas internas (que requieren detener la máquina) en externas (que se pueden hacer mientras la máquina sigue en funcionamiento).	Lista de operaciones convertidas con procedimientos detallados.	Operaciones convertidas y ejecutadas con éxito.
	Asegurar que las tareas externas sean ejecutadas fuera del tiempo de configuración.	Garantizar que las operaciones externas se ejecuten durante el tiempo que la máquina está en funcionamiento.	Procedimiento de ejecución externa validado.	Reducción de tiempos muertos al realizar operaciones externas.

<b>Optimización</b>	Refinar las operaciones externas para reducir tiempos.	Optimizar las operaciones externas para maximizar la eficiencia.	Procedimientos de operaciones externas optimizados.	Reducción significativa en los tiempos de las operaciones externas.
	Identificar y organizar las herramientas necesarias para las operaciones externas.	Mejorar la organización de herramientas y recursos para minimizar el tiempo de ejecución de operaciones externas.	Herramientas y recursos organizados según los procedimientos.	Organización efectiva de herramientas.
	Realizar las operaciones internas en paralelo para optimizar tiempos.	Implementar procesos paralelos para las operaciones internas, de modo que se reduzcan los tiempos muertos.	Reducción de tiempos muertos en las operaciones internas.	Implementación exitosa de actividades paralelas.
	Eliminar ajustes superfluos que no aportan valor en las operaciones internas.	Eliminar cualquier actividad que no aporte valor y que incremente los tiempos de inactividad.	Proceso interno optimizado y sin ajustes innecesarios.	Eliminación de ajustes superfluos en las operaciones internas.
<b>Estandarización</b>	Diseñar un nuevo procedimiento basado en los resultados obtenidos.	Crear un procedimiento estándar que detalle todas las mejoras implementadas y cómo deben ser ejecutadas.	Procedimiento estandarizado validado y listo para implementación.	Procedimiento finalizado y aprobado.
	Estructurar el procedimiento con un esquema organizado para su fácil implementación.	Mejorar la estructura del procedimiento con diagramas, flujos de trabajo y roles claros para la implementación.	Esquema organizado con pasos claros para la implementación.	Esquema de implementación finalizado y aprobado.
	Capacitar al personal para la correcta aplicación del nuevo procedimiento.	Capacitar a todo el personal de producción en los nuevos procedimientos estandarizados.	Capacitación completa y personal listo para aplicar el procedimiento.	Personal capacitado y listo para implementar SMED.

Fuente: Elaboración propia

***Aplicar la metodología SMED en un proceso piloto para evaluar su impacto en la reducción de tiempos de producción***

Una vez determinado por medio de la observación la cual nos ayudó a cumplir con los objetivos específicos anteriores, pasamos a la identificación y clasificación de actividades para iniciar la aplicación de la metodología,

para ello, graficamos la siguiente tabla identificando las actividades internas y externas, y si las internas pueden convertirse:

*Tabla 5: Actividades internas convertibles a externas en el proceso de producción textil*

<b>Proceso</b>	<b>Operación Actual</b>	<b>Tipo de Operación</b>	<b>¿Puede ser Convertido a Externa?</b>
<b>Recepción de materiales</b>	Recepción de insumos textiles	Externa	-
<b>Inspección de materiales</b>	Inspección visual de la calidad del hilo o tela	Externa	-
<b>Clasificación de materiales</b>	Clasificación de materiales por tipo o color	Externa	-
<b>Almacenaje de materiales</b>	Almacenaje de los materiales según tipo	Externa	-
<b>Preparación de bobinas o moldes</b>	Preparación de bobinas y moldes para el cambio	Interna	Sí
<b>Desmontaje de bobinas o moldes</b>	Retiro de bobinas y/o moldes antiguos	Interna	No
<b>Instalación de bobinas o moldes</b>	Colocación de nuevas bobinas o moldes	Interna	No
<b>Ajuste de parámetros de la máquina</b>	Ajuste de temperatura, velocidad y otros parámetros	Interna	Sí
<b>Prueba de funcionamiento</b>	Prueba de la máquina tras el ajuste de parámetros	Interna	Sí
<b>Revisión de calidad</b>	Revisión del producto terminado o intermedio	Interna	Sí
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Mantenimiento de equipos y maquinarias	Interna	No
<b>Documentación de datos</b>	Registro de datos de producción y tiempos de configuración	Externa	-
<b>Estandarización de procesos</b>	Revisión de procedimientos operativos y mejoras continuas	Externa	-

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, hemos determinado la cantidad de actividades internas y externas pre y post aplicación de la metodología SMED:

*Tabla 6: Cantidad de actividades según el tipo de operación*

<b>TIPO DE OPERACIÓN</b>	<b>N.º DE ACTIVIDADES PRE-APLICACIÓN DE SMED</b>	<b>N.º DE ACTIVIDADES POST-APLICACIÓN DE SMED</b>
<b>INTERNA</b>	7	3

<b>EXTERNA</b>	6	10
----------------	---	----

Fuente: Elaboración propia

La optimización de las operaciones en el proceso de producción textil tiene como objetivo reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia. Para las tareas externas, se buscará hacer más ágil la preparación de herramientas y materiales, implementando un sistema de organización más eficiente, como la estandarización de las herramientas.

En cuanto a las tareas internas, se coordinarán actividades como ajustes y limpieza para que se realicen al mismo tiempo, en lugar de hacerlo de manera secuencial. Esto permitirá reducir el tiempo de inactividad y aprovechar mejor cada minuto de producción.

Tras la aplicación de la metodología, proyectaremos resultados para el cumplimiento del objetivo específico N.º4:

***Analizar los resultados obtenidos del proceso piloto, destacando los beneficios y determinando la eficiencia operativa en la empresa.***

La mejora en la eficiencia de los procesos debería reflejarse en un aumento en el porcentaje de cumplimiento de la producción. Esto se puede estimar al observar los cambios en la eficiencia de los procesos y los incrementos en los kilos generados.

Dado que la implementación de la metodología SMED no se ha realizado de manera práctica en este estudio, los resultados presentados son estimaciones basadas en estudios previos y en la experiencia de empresas textiles similares que han logrado reducciones significativas en sus tiempos muertos y aumentos en la productividad.

Se espera que con la correcta aplicación de SMED, los tiempos muertos se puedan reducir, lo cual redundaría en un aumento proporcional en la producción y cumplimiento de los objetivos establecidos como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 7: Estimación de productividad y tiempos muertos mensuales en el proceso de producción post aplicación de SMED

Meses	Tiempo Planificado para Producción (minutos)	Tiempo Reportado con Tiempo Muerto (minutos)	Kilos Esperados de Producción	Kilos Generados de Producción	Cumplimiento en Kilos (%)
Junio	6000	6800	10500	7900	75%
Julio	5700	6100	9700	7100	73%
Agosto	6000	6400	10200	7400	73%
Septiembre	5800	6200	9800	6700	68%
Octubre	6000	6300	10000	6900	69%
Noviembre	6000	6200	10200	7400	72%

Fuente: Elaboración propia

Viendo la mejora que significa la aplicación de SMED, para conocer la eficiencia antes y posterior a la implementación de la metodología. Se ha propuesto determinarla con la ecuación siguiente:

$$Eficiencia\ operativa = \frac{Tiempo\ de\ utilidad}{Tiempo\ total\ empleado} \times 100\%$$

Con respecto, a la eficiencia antes de la aplicación de la metodología:

$$Eficiencia\ operativa = \frac{35,500}{45,200} \times 100\%$$

$$Eficiencia\ operativa\ antes\ de\ SMED = 78.59\%$$

Esta medición nos arroja que antes de la implementación de la metodología, la eficiencia operativa total es de 78.59%; ahora medimos la eficiencia operativa con la aplicación de la metodología:

$$Eficiencia\ operativa = \frac{Tiempo\ de\ utilidad}{Tiempo\ total\ empleado} \times 100\%$$

$$Eficiencia\ operativa = \frac{35,500}{37,000} \times 100\%$$

$$Eficiencia\ operativa\ posterior\ a\ SMED = 95.95\%$$

Después de implementar la metodología SMED, que se enfoca en reducir los tiempos de setup o cambio de máquina, la eficiencia operativa aumentó a 95.95%. Esto refleja una mejora significativa, ya que ahora solo el 4.05% del tiempo se pierde, lo que implica que la mayor parte del tiempo se está utilizando de manera más eficiente.

Además de ello, podemos determinar la productividad en la empresa, la cual se determina con la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Total\ de\ Kilos\ Generados}{Tiempo\ utilizado}$$

Determinando de esta manera que, anterior a la aplicación de la metodología, la empresa tenía una productividad de 0.79 kilos/minuto; posterior a la aplicación, mejoró la productividad pasando a fabricar 1.20 kilos/minuto.

La metodología SMED parece haber logrado una optimización en los procesos, reduciendo los tiempos de inactividad y mejorando la productividad.

#### **IV. DISCUSIÓN**

El presente estudio evaluó la aplicación de la metodología SMED en el contexto de una empresa textil con el objetivo de optimizar los procesos productivos y reducir los tiempos muertos. Los resultados obtenidos permiten generar una discusión fundamentada en tres aspectos principales: identificación de factores de demora, impacto de la implementación de SMED y proyecciones de mejora en la eficiencia operativa

Inicialmente, el diagnóstico de los procesos actuales permitió identificar las actividades específicas que generan demoras significativas, como el ajuste de parámetros de las máquinas (30 minutos), la preparación de bobinas y moldes (25 minutos), y el mantenimiento preventivo (40 minutos). Estas actividades internas se destacan como los puntos críticos que contribuyen a los tiempos muertos, los cuales incrementan en promedio un 30% el tiempo planificado para producción. En particular, meses como septiembre y agosto muestran un cumplimiento en kilos generado de apenas 55% y 60%, respectivamente, reflejando una afectación directa en la productividad.

La implementación proyectada de la metodología SMED se estructuró en cinco fases claras: observación, identificación y clasificación, conversión, optimización y estandarización. Este enfoque permitió convertir cuatro actividades internas en externas, como los ajustes de parámetros y la prueba de funcionamiento, logrando reducir el número de actividades internas de 7 a 3 y aumentando las externas de 6 a 10. Esta conversión impacta directamente en la reducción de tiempos muertos y en el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

La estimación posterior a la aplicación de SMED proyectó una mejora significativa en la eficiencia operativa, aumentando del 78.59% al 95.95%. Asimismo, la productividad de la empresa mostró un incremento notable, pasando de 0.79 kilos/minuto a 1.20 kilos/minuto. Este impacto positivo puede atribuirse a la optimización de las actividades externas y a la eliminación de ajustes innecesarios en las internas, tal como lo respalda la literatura previa sobre SMED aplicada a la industria manufacturera.

En comparación con estudios similares, los resultados son consistentes con los beneficios esperados de SMED, donde las empresas logran incrementos en su productividad y reducciones en tiempos muertos superiores al 20%. Esto evidencia que la adaptación de metodologías

eficientes a contextos específicos, como la industria textil, es una estrategia viable y replicable.

## V. CONCLUSIONES

- Según el objetivo específico N°1 “Diagnosticar los procesos actuales de producción para identificar los factores que generan demoras”, el diagnóstico inicial permitió identificar los principales factores que generan demoras en la producción textil, destacándose los tiempos prolongados en ajustes de parámetros y actividades internas que requieren la detención de las máquinas.
- Cumpliendo el objetivo específico N°2: “Diseñar un plan de implementación de la metodología SMED adaptado a las necesidades de la empresa textil”, la aplicación proyectada de la metodología SMED permitió estructurar un plan efectivo para reducir los tiempos muertos, logrando una mejora estimada del 17.36% en la eficiencia operativa y un incremento del 51.9% en la productividad, pasando de 0.79 kilos/minuto a 1.20 kilos/minuto.
- Además, con respecto al objetivo específico N°3: “Aplicar la metodología SMED en un proceso piloto para evaluar su impacto en la reducción de tiempos de producción”, la clasificación y conversión de actividades internas en externas optimizó la distribución de tareas, disminuyendo los tiempos de inactividad de 45,200 minutos a 37,000 minutos mensuales. Este cambio reflejó una optimización sustancial en los procesos productivos.
- Finalmente siguiendo con el objetivo específico N°4: “Analizar los resultados obtenidos del proceso piloto, destacando los beneficios y determinando la eficiencia operativa en la empresa”, la implementación de procedimientos estandarizados aseguró la sostenibilidad de las mejoras propuestas, facilitando su aplicación y replicabilidad en contextos similares. Además, los resultados respaldan la viabilidad de implementar SMED como una metodología clave para aumentar la competitividad en la industria textil, contribuyendo a la reducción de costos y mejora en el cumplimiento de objetivos de producción.

## VI. REFERENCIAS

[1] P. A. Ríos-Arango, Propuesta de aplicación de la metodología SMED en el área de cintería de una empresa de marquillas. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/568213634.pdf>

[2] G. K. Iparraguirre Sánchez y G. O. Torres Villena, "Lean Manufacturing como metodología para el aumento de la productividad empresarial: Una revisión sistemática," Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, vol. 10, no. 2, pp. 60-69, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26495/icti.v10i2.2650>.

[3] Jacob D.-R.E., Angela L.-U.E., Segundo M.-O.G., Walter V.-P.M., y Vanessa R.-R.Y., "Single Minute Exchange of Die (SMED) to improve productivity in the industrial sector. A systematic review of the literature from 2012 to 2022," en *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, julio 2023. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172292134&partnerID=40&md5=cf6843bfb2cd518cadbaba0ae0eff271>

[4] E. C. Paucar, V. R. R. Paredes, J. R. B. Hernández, R. C. Vela, y D. C. Sernaqué, "SMED methodology and the 5S philosophy to improve the process in the sewing lines of a garment company," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S6, pp. 415–426, 2022. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85143810214&partnerID=40&md5=3ea3dd6f97cbc894eb27b155b0536f18>.

[5] R. F. Paez Yupanqui, Propuestas de mejora en el área de producción de una empresa textil, Proyecto Profesional para optar el título de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2017. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621202/paez\\_yr.pdf?sequence=2](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621202/paez_yr.pdf?sequence=2).

[6] G. L. Arrascue Hernández y J. E. Cabrera Brusil, Modelo de Gestión de Mantenimiento para reducir los retrasos en la línea de producción de una pyme textil productora de fibra poliéster en Lima-Perú, aplicando herramientas del Lean Manufacturing, SMED y tres pilares del TPM,

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 27 de abril de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/657116>.

[7] Fuentes, S., Torres, K., Cespedes, C., Torres-Sifuentes, C., Cano, M., Raymundo, C., y Dominguez, F., "Increased Productivity in the Garment Manufacturing Process using the SMED Methodology of Lean Manufacturing," Proc. 21st LACCEI Int. Multi-Conf. for Eng., Educ., and Technol., LACCEI 2023, Buenos Aires, Argentina, July 2023. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172406038&partnerID=40&md5=b6b3418d2cb3183afc6151ebebde2a0>.

[8] C. J. Morocho Ríos, D. Zambrano, y A. H. Nariño, "Estandarización de los procesos de producción de ropa industrial en la ciudad de Pelileo, Ecuador como factor para incidir en la productividad," *Ingeniería Industrial*, vol. 44, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n44.6142>.

[9] J. S. Sánchez Malaver, Aplicación de la metodología SMED en la máquina Mark Andy de la línea de producción de autoadhesivos de la empresa Corrugados del Darién S.A.S., Unidad Central del Valle del Cauca, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Apartadó, Colombia, Mar. 1, 2019. [Online]. Disponible en: <https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/2701/T00031304.pdf?sequence=1>

[10] M. L. Lefcovich, Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor | apuntes, 2009. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/31388?page=4>

[11] S. Shingo, Una revolución en la producción: El sistema SMED, 3ª ed. Routledge, 2017, p. 23.

[12] F. Rey-Sacristán, "Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción," *Técnica Industrial*, n. 284, 2009, pp. 64-70.

[13] J. G. Arrieta Posada, "Interacción y conexiones entre las técnicas Ss, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo," *Ingeniería de*

*Producción de la Universidad EAFIT*, artículo de reflexión, recibido el 11 de julio de 2006 y aceptado el 30 de abril de 2007.

[14] D. L. Pucuna Chuma, Optimización del tiempo de fabricación de empaques alimenticios mediante la herramienta de cambio rápido de matriz para la mejora de la eficiencia operativa del área flexográfica. Proyecto de titulación, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Industrial, Guayaquil, Ecuador, 2024.

## ANEXOS

### ANEXO I



### FORMATO PARA MEDICIÓN DE TIEMPO

No.	Descripción de la Actividad	Clasificación (Interna/Externa)	Inicio	Fin	Tiempo Total (min)	Tiempo Estandarizable (S/E)	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

## ANEXO II



### Plantilla para la Clasificación de Actividades Internas y Externas

No.	Actividad	Tipo de Actividad (Interna/Externa)	Descripción	¿Se Puede Convertir a Externa? (Sí/No)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					