



UNIVERSIDAD  
**SAN IGNACIO  
DE LOYOLA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Carrera de Ingeniería Industrial**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA  
PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL  
ÁREA DE TEÑIDO DE CREDITEX S.A.A., LIMA, 2021**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial**

**JUAN JESÚS CHACALTANA ALEJOS**

**(0000-0003-2250-2434)**

**MANUEL ANGEL RODRÍGUEZ TELLO**

**(0000-0003-2606-796X)**

**Asesora:**

**Dra. Ángela Teresa Barreda Ramírez**

**(0000-0001-5140-2518)**

**Lima – Perú**

**2022**

# "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE TEÑIDO DE CREDITEX S.A.A., LIMA, 2021"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**JURADO DE LA SUSTENTACIÓN ORAL**

.....  
**Presidente**

.....  
**Jurado 1**

.....  
**Jurado 2**

Entregado el: \_\_ / \_\_ / 20...

Aprobado por:

.....  
(Nombres y Apellidos completos del Bachiller)

**Graduando**

.....  
(Nombres y Apellidos completos del Asesor)

**Asesor de Tesis**

**UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA****FACULTAD DE INGENIERÍA****DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

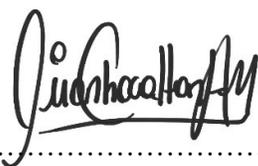
Yo, JUAN JESÚS CHACALTANA ALEJOS, identificado con DNI N° 43989646 y MANUEL ANGEL RODRÍGUEZ TELLO, identificado con DNI N° 08126827 Bachilleres del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presentamos nuestra tesis titulada:

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE TEÑIDO DE CREDITEX S.A.A., LIMA, 2021

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de nuestra autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen nuestro aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones ratificamos lo expresado, a través de nuestra firma correspondiente.

Lima, 26 de abril de 2022



.....  
JUAN JESÚS CHACALTANA ALEJOS

DNI: 43989646



.....  
MANUEL ANGEL RODRÍGUEZ TELLO

DNI: 08126827

**DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres; a Susana, mi amada esposa, que me apoyó en todo momento en cumplir este objetivo; y a mis hijas, que son mis ojos en mi trayectoria personal y espiritual.

**Manuel Rodríguez Tello**

Dedicado a mis amados padres por mostrarme el camino hacia la superación; a mi hermosa esposa Eunice, por ser mi apoyo incondicional; y a mis hijos, Jazhiel y Jared, por ser mi motor y mi motivación para levantarme día tras día y dar lo mejor de mí.

**Juan Chacaltana Alejos**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad San Ignacio de Loyola, por su exigencia académica y por la ética inculcada siempre a lo largo de la formación universitaria; también a todos los profesores que nos compartieron conocimientos y principios.

Un agradecimiento muy especial a Creditex S.A.A., que nos ha permitido desarrollar este trabajo utilizando información de la producción de la empresa.

Finalmente, a nuestra asesora profesora Dra. Ángela Teresa Barreda Ramírez, que con su experiencia, sugerencias e ideas nos guió en la elaboración de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
TABLA DE CONTENIDO .....	V
LISTA DE TABLAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: GENERALIDADES .....	3
Problema de investigación.....	3
Realidad problemática.....	3
Formulación del problema.....	7
Justificación.....	7
Objetivos .....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
Antecedentes.....	9
Antecedentes nacionales.....	9
Antecedentes internacionales.....	12
Bases teóricas .....	15
Six Sigma.....	15
Productividad.....	16
Eficiencia.....	18
Eficacia.....	18
Efectividad.....	19
Definición de términos básicos.....	19
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	21
Formulación de la Hipótesis.....	21
Hipótesis general.....	21

Hipótesis específicas .....	21
Identificación de Variables.....	22
Variable independiente: Six Sigma.....	22
Variable dependiente: Productividad .....	22
Operacionalización de Variables .....	23
Población.....	24
Muestra.....	24
Diseño de Investigación .....	24
Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	24
Métodos y Procedimientos de análisis de datos. ....	25
CAPITULO IV: DESARROLLO .....	26
Definir .....	26
Lugar de investigación .....	26
Definición del problema de la institución .....	27
Voz del cliente .....	28
Flujo de trabajo en Creditex .....	30
Matriz SIPOC (Supplier, Inputs, Process, Outputs y Customers) .....	32
Plan de comunicación.....	34
Medir.....	37
Matriz causa efecto .....	37
Matriz AMFE.....	40
Evaluación del CMC .....	42
Nivel sigma inicial .....	44
Analizar .....	45
Prueba de hipótesis.....	45
Mejorar .....	48
Evaluación de la Presión del Foulard.....	48
Mantenimiento de Foulard .....	55
Capacitación a los trabajadores para la revisión y mantenimiento del Foulard .....	56
Evaluación del CMC .....	58
Medición del Nivel sigma final .....	59
Controlar.....	60

Control mensual del indicador CMC .....	60
Evaluación periódica del Foulard (quincenal).....	61
CAPITULO V: RESULTADOS .....	62
Hipótesis general.....	62
Hipótesis específicas .....	63
Hipótesis específica 1.....	63
Hipótesis específica 2.....	64
Evaluación económica financiera .....	65
CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
CAPITULO VII: CONCLUSIONES.....	70
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES .....	71
REFERENCIAS .....	72
ANEXOS.....	76

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Matriz de operacionalización de variables.</i> .....	23
<b>Tabla 2.</b> <i>Jefes de producción y sus participaciones en la Voz del cliente.</i> .....	29
<b>Tabla 3.</b> <i>Plan de Comunicación.</i> .....	34
<b>Tabla 4.</b> <i>Matriz Causa Efecto</i> .....	37
<b>Tabla 5.</b> <i>Matriz AMFE</i> .....	40
<b>Tabla 6.</b> <i>Valores de CMC iniciales</i> .....	43
<b>Tabla 7.</b> <i>Correlaciones en parejas de Pearson – Temperatura de trabajo y CMC.</i> 45	
<b>Tabla 8.</b> <i>Correlaciones en parejas de Pearson – Tipo de tejido y CMC</i> .....	46
<b>Tabla 9.</b> <i>Correlaciones en parejas de Pearson – Presión del Foulard y CMC</i> .....	47
<b>Tabla 10.</b> <i>Presiones del Foulard</i> .....	53
<b>Tabla 11.</b> <i>Etapas y acciones para la mejora del Foulard.</i> .....	55
<b>Tabla 12.</b> <i>Cronograma del plan de capacitaciones</i> .....	57
<b>Tabla 13.</b> <i>Valores de CMC finales.</i> .....	58
<b>Tabla 14.</b> <i>Estadísticos descriptivos</i> .....	62
<b>Tabla 15.</b> <i>Hipótesis y valor p</i> .....	62
<b>Tabla 16.</b> <i>Estadísticos descriptivos de Prueba específica 1</i> .....	63
<b>Tabla 17.</b> <i>Hipótesis específica 1 y valor p</i> .....	63
<b>Tabla 18.</b> <i>Estadísticos descriptivos de Prueba específica 2</i> .....	64
<b>Tabla 19.</b> <i>Hipótesis específica 2 y valor p</i> .....	64
<b>Tabla 20.</b> <i>Flujo de caja Creditex S.A.A.</i> .....	65
<b>Tabla 21.</b> <i>Indicadores de rentabilidad</i> .....	66

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Mermas o productos no conformes del área de Teñido.</i> .....	5
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama de Ishikawa - Área de Teñido Creditex.</i> .....	6
<b>Figura 3.</b> <i>Porcentaje de No exportables.</i> .....	27
<b>Figura 4.</b> <i>Voz del cliente.</i> .....	29
<b>Figura 5.</b> <i>Flujo de trabajo de una O.T. en Creditex.</i> .....	30
<b>Figura 6.</b> <i>Matriz SIPOC</i> .....	32
<b>Figura 7.</b> <i>Flujo de trabajo del proceso de Tintorería</i> .....	38
<b>Figura 8.</b> <i>Flujo de trabajo del subproceso de Teñido</i> .....	39
<b>Figura 9.</b> <i>CMC antes de la mejora por Six Sigma y valores esperados</i> .....	42
<b>Figura 10.</b> <i>Nivel sigma inicial</i> .....	44
<b>Figura 11.</b> <i>Evaluación de la Presión del Foulard</i> .....	48
<b>Figura 12.</b> <i>Ajuste de presión de trabajo "A"</i> .....	49
<b>Figura 13.</b> <i>Ajuste de presión de trabajo "B"</i> .....	50
<b>Figura 14.</b> <i>Ajuste de presión de trabajo "C"</i> .....	51
<b>Figura 15.</b> <i>Ajuste de presión de trabajo "D"</i> .....	52
<b>Figura 16.</b> <i>Presiones más estables del Foulard</i> .....	54
<b>Figura 17.</b> <i>Nivel sigma final</i> .....	59
<b>Figura 18.</b> <i>Gráficas de control para los niveles de CMC</i> .....	60
<b>Figura 19.</b> <i>Medición de longitud de huella del Foulard</i> .....	61

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021. Esta investigación siguió un diseño experimental, del tipo cuasiexperimental; además, tuvo un enfoque cuantitativo, fue de tipo aplicada y de nivel correlacional. La población de esta investigación estuvo conformada por 60 procesos de teñido de telas; la muestra fue censal, por lo que se estudió a la población completa. La técnica usada para la recolección de la información fue la Observación, utilizándose como instrumento a la Ficha de recolección de datos. Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron demostrar que la aplicación de Six Sigma sí mejoró significativamente la productividad de Creditex S.A.A., ya que la productividad se incrementó desde un valor de 0.29581 a un valor de 0.32887 (+26.21%), la eficiencia se incrementó desde un valor de 81.14% hasta un valor de 94.08% (+12.94%) y la eficacia creció desde un valor de 70.37% hasta un valor de 94.47% (+24.10%). Además, se demostró que la implementación de la metodología Six Sigma es rentable para la empresa, pues los indicadores de viabilidad así lo muestran: VAN = S/.424,677.88; TIR = 55% y payback = 1.84 meses. De esta manera, Six Sigma es una metodología integral, que permite mejorar no solo la calidad técnica de los procesos, sino también la rentabilidad para las organizaciones.

**Palabras clave:** Six Sigma, experimental, cuasiexperimental, correlacional, productividad, eficiencia, eficacia, indicadores de rentabilidad, VAN, TIR, payback.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the impact of the Six Sigma methodology on the productivity of the Dyeing area of the Creditex company, Lima, 2021. This research followed an experimental design, of the quasi-experimental type; In addition, it had a quantitative approach, it was applied and correlational. The population of this research was made up of 60 fabric dyeing processes; the sample was census, so the entire population was studied. The technique used to collect the information was Observation, using the data collection sheet as an instrument. The results obtained in this investigation made it possible to demonstrate that the application of Six Sigma did significantly improve the productivity of Creditex S.A.A., since productivity increased from a value of 0.29581 to a value of 0.32887 (+26.21%), efficiency increased from a value of 81.14% to a value of 94.08% (+12.94%) and the efficacy grew from a value of 70.37% to a value of 94.47% (+24.10%). In addition, it was shown that the implementation of the Six Sigma methodology is profitable for the company, since the viability indicators show it: NPV = S/.424,677.88; IRR = 55% and payback = 1.84 months. In this way, Six Sigma is an integral methodology, which allows to improve not only the technical quality of the processes, but also the profitability for the organizations.

**Keywords:** Six Sigma, experimental, quasi-experimental, correlational, productivity, efficiency, effectiveness, profitability indicators, VAN, IRR, payback.

## INTRODUCCIÓN

La mejora de los procesos productivos y de la calidad de los mismos es un factor muy tomado en cuenta por las empresas industriales, pues de ellos depende la productividad de la institución. A lo largo de los años, se han desarrollado distintas metodologías orientadas a mejorar estos indicadores, principalmente la productividad. Una de las metodologías más conocidas a nivel mundial es Six Sigma, la cual se basa en la mejora de procesos, reducción de la variabilidad y mejoramiento de la productividad.

En esta investigación, se aplicó la metodología Six Sigma para mejorar la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex S.A.A., Lima, 2021. En el capítulo I se presentaron las generalidades de la investigación, a través de la fundamentación de la realidad problemática, la formulación del problema, el planteamiento de los objetivos y la justificación teórica, práctica y metodológica del estudio.

En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico de la investigación a través del estudio de antecedentes nacionales e internacionales, así de las bases teóricas de las variables Six Sigma y Productividad. En el capítulo III, se definió el diseño metodológico de la investigación, a través del planteamiento de las hipótesis general y específicas, la operacionalización de las variables de estudio, la definición de la población y de la muestra, la definición del diseño de investigación, la elección de las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la selección del procedimiento de análisis de información.

En el capítulo IV, se presentó el desarrollo de la investigación, a través de las cinco etapas del DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), utilizando,

en cada una de las etapas, las distintas herramientas del Six Sigma. En el capítulo V, se presentaron los resultados de las pruebas de hipótesis que permitieron validar estos supuestos, así como la evaluación económico-financiera de las propuestas de mejora planteadas.

En el capítulo VI, se realizó la discusión de los resultados, comparando los obtenidos en la presente investigación con otros resultados de investigadores previos. En el capítulo VII, se presentaron las conclusiones de la investigación y en el capítulo VIII se detallaron las recomendaciones finales del estudio. Por último, se presentó la lista de referencias bibliográficas y la lista de anexos correspondientes.

## CAPITULO I: GENERALIDADES

### **Problema de investigación**

#### ***Realidad problemática***

A lo largo de los años, se han desarrollado distintas metodologías orientadas a mejorar la productividad, los rendimientos o la calidad de los procesos industriales. La optimización de los procesos es de vital importancia para las empresas o instituciones, quienes se encuentran en la búsqueda de la mejora continua de estas variables. Una de las metodologías más conocidas a nivel mundial es el Six Sigma, la cual se basa en la mejora de procesos, reducción de la variabilidad y mejoramiento de la productividad.

La empresa General Electric popularizó esta metodología de trabajo en el año 1995, cuando Jack Welch la utilizó en su estrategia de negocios para mejorar el desempeño, la rentabilidad y la satisfacción de los clientes. De acuerdo con Brue, Six Sigma “es una metodología para utilizar un conjunto de técnicas y herramientas para mejorar la calidad del producto o servicio al identificar y reducir o eliminar las causas de defectos o errores y minimizar la variabilidad en los procesos” (2015, p. 1).

La productividad puede ser definida como el ratio que se obtiene luego de relacionar la cantidad de productos obtenidos por insumo invertido (Solano, 1999). En otras palabras, es el ratio que mide el aprovechamiento de los recursos invertidos para generar productos terminados (Cruelles, 2012).

A nivel internacional, se han desarrollado diferentes investigaciones en las que se ha aplicado la metodología Six Sigma. En este sentido, Añaguari (2016) realizó una investigación en la que integró las metodologías Six Sigma y Lean

manufacturing para aplicarlas en las Pymes españolas. De esta manera, se plantearon los factores críticos para desarrollar la metodología, las fases, los participantes, el despliegue de la metodología, las técnicas y herramientas utilizadas (entrevistas, brainstorming, COPQ, carta del proyecto, VOC, modelo Kano, árbol de parámetros de calidad, SIPOC, KPI's, VSM, MSA, gráfico de Pareto, DOE, estadística de control de procesos y un Plan de control) y finalmente, se realizó la validación de la metodología planteada. Finalmente, este estudio concluyó que es posible desarrollar una metodología conjunta para las Pymes, en las que se requerirá el total apoyo de la gerencia y la participación de todos los trabajadores, quienes serán previamente capacitados para la implementación de estas herramientas.

Asimismo, en Colombia, Pérez y Rojas (2019) aplicaron las herramientas de Seis Sigma, Lean y otras herramientas cuantitativas para mejorar los procesos productivos de la industria gráfica. En este estudio, se estructuró el problema en las fases de análisis, diseño e implementación. Se combinaron herramientas de las metodologías DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), Lean, simulación discreta y técnicas de priorización en el análisis de causas. Además, se adecuó un sistema de graduación de estaciones, se realizó un modelo de simulación en Flexim 16 y se calcularon indicadores de capacidad del proceso, Yield, Sigma del proceso y DPMO. Finalmente, se concluyó que la integración de las herramientas cuantitativas (simulación discreta e índice Press) con las herramientas Lean y Six Sigma permite suplir las falencias que se han observado previamente en modelos previos y aumentar la productividad, reduciendo costos y tiempos improductivos.

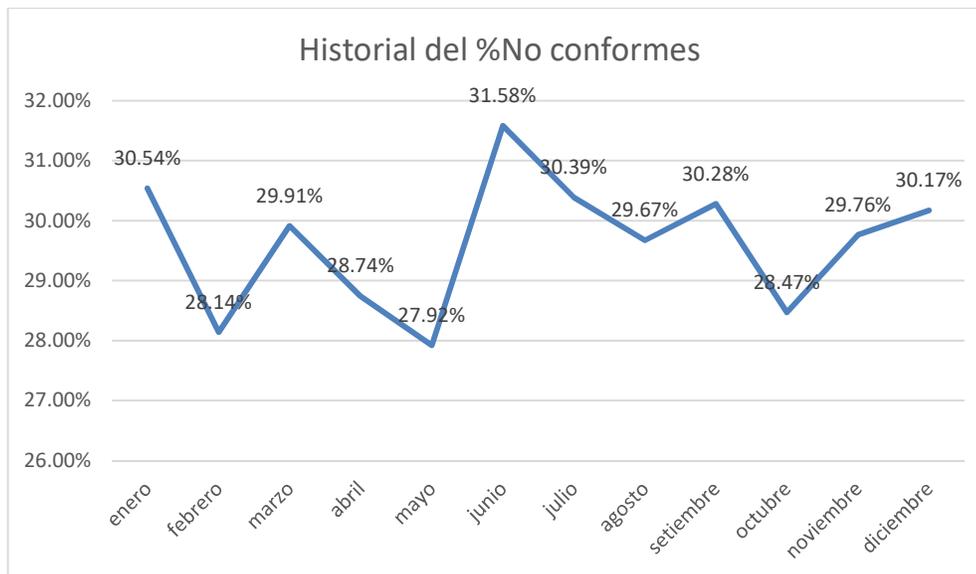
En el país, Ramos (2013) aplicó la metodología Six Sigma en el área de procesamiento de datos de Perú Courier, mejorando la calidad de servicio y la

productividad de la empresa. En este estudio, se realizó un registro de la data digitada y la data procesada, se realizó un diagrama causa-efecto, un diagrama de Pareto, cálculos del coeficiente de correlación y del R cuadrado. Además, se calcularon las relaciones Beneficio/Costo en términos nominales y reales. Finalmente, se concluyó que la productividad de Perú Courier se incrementó en 48.03%, obteniendo un beneficio/costo de 1.63.

El presente estudio se realizará en el área de Teñido de la empresa Creditex S.A.A. Esta empresa se ha posicionado como una referente en el sector textil, manteniendo altos niveles de producción y ventas en los últimos años. Recientemente, el área de Teñido ha presentado inconvenientes en su producción debido a inconsistencias en los niveles de capacidad utilizada y al elevado porcentaje de mermas, entendido como la proporción de productos fallidos del proceso de fabricación. Las estadísticas demuestran que el área de teñido es la que tiene mayor representación en la problemática de la empresa, representando el 53.3% de todas las mermas que se tienen en el área de Producción.

En el área de Teñido, se han detectado variaciones en los porcentajes de mermas o pérdidas, lo cual afecta a la organización en cuanto a sus estándares de calidad; estas variaciones se presentan la figura 1.

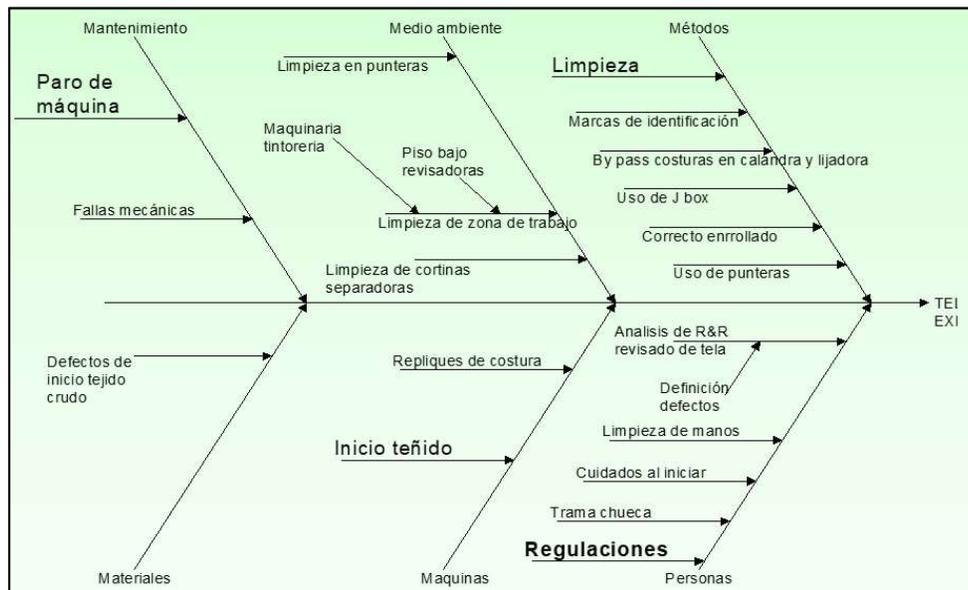
**Figura 1.**  
*Mermas o productos no conformes del área de Teñido.*



Nota: Elaboración propia.

Luego de comprobada la problemática en el área de Teñido, se presenta un diagrama de Ishikawa que muestra las distintas causas – raíces del problema presentado en Creditex S.A.A.

**Figura 2.**  
Diagrama de Ishikawa - Área de Teñido Creditex.



Nota: Elaboración propia.

Por todos estos factores planteados, se requiere corregir esta situación para no ver afectada, en el largo plazo, la productividad de toda la empresa. Se plantea aplicar una metodología Six Sigma para incrementar la productividad mermada en los últimos meses, con el fin de lograr procesos más homogéneos y mejores resultados para la empresa, a fin de disminuir los porcentajes de merma o errores en el proceso de teñido de Creditex S.A.A

### ***Formulación del problema***

#### **Problema general.**

¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?

#### **Problemas específicos.**

¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?

¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?

### **Justificación**

Esta investigación se justifica de forma práctica ya que se mejorará la situación de trabajo actual del área de Teñido de la empresa Creditex S.A.A., aplicando herramientas Six Sigma. Esto ayudará a disminuir los errores de producción y a elevar la productividad de esta empresa.

Esta investigación se justifica de forma teórica ya que se fundamenta en la teoría de la Producción, la cual busca la mejor combinación de los factores productivos para generar procesos de fabricación eficientes. Asimismo, esta investigación permitirá ampliar el marco de investigaciones realizadas para evaluar

el impacto de la metodología Six Sigma sobre la productividad de las organizaciones.

Finalmente, esta investigación se justifica metodológicamente, ya que se basa en el método científico de investigación, a través del cual se realizará un planteamiento del problema e hipótesis, las cuales serán validadas al término de la investigación, utilizando herramientas de recolección de información y herramientas estadísticas para la realización de pruebas de hipótesis inferenciales.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

### ***Objetivos Específicos***

Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### **Antecedentes**

#### *Antecedentes nacionales*

Bernardo y Paredes (2016) desarrollaron una propuesta de mejora para el proceso de registro de matrículas en la Universidad Autónoma del Perú, aplicando la metodología Six Sigma. El objetivo general fue aplicar la metodología Six Sigma, para mejorar el proceso de registro de matrícula en la universidad mencionada. El diseño de investigación fue experimental puro, de tipo causa y efecto. En este estudio, la población estuvo conformada por todos los procesos académicos de la Universidad Autónoma del Perú; la muestra fue de 30 procesos de registro de matrícula y el tipo de muestreo fue intencional no aleatorio. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación, la entrevista y la encuesta, mientras que los instrumentos fueron las fotografías, la ficha de entrevista y los cuestionarios, respectivamente. Para la presentación de resultados, se utilizó la estadística descriptiva a través de gráficos y tablas de frecuencias. Para la comprobación de hipótesis se realizó la prueba de T- Student, la cual permitió desarrollar la prueba de hipótesis correspondiente. Finalmente, se concluyó que la aplicación de la metodología Six Sigma aumentó el porcentaje de registros de matrícula vía web, pasando de una sigma inicial de 0.5 sigmas a un valor de 1.8 sigmas.

Flores (2017) desarrolló una investigación basada en la implementación del Six Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial S.A.C. El objetivo general fue la implementación del Six sigma para la mejora del proceso mencionado. El diseño fue experimental transversal, de tipo aplicado. La población de esta investigación fueron el total de días de trabajo de

la empresa; en cuanto a la muestra, esta estuvo conformada por 30 días de producción. La técnica que se utilizó fue la observación y los instrumentos fueron las fichas de datos. La investigación utilizó estadística descriptiva para plasmar los resultados encontrados, e inferencial para probar las hipótesis planteadas. Finalmente, se concluyó que gracias a la implementación del Six Sigma la capacidad de proceso en el área de mecanizado mejoró, ya que la media después de la implementación (0.26) fue mayor que la media antes de la implementación (0.1125); el rendimiento también se optimizó, mejorando el nivel sigma desde un valor de 1.44 hasta un valor de 2.65.

Matzunaga (2017) realizó una investigación donde se implementó un sistema de mejora de la calidad y productividad de una empresa de pescados en conserva basado en la metodología Six Sigma. El objetivo general fue mejorar la calidad y la productividad de la línea de fileteado y envasado de pescados en conserva mediante un sistema de mejora basado en las herramientas Six Sigma. El diseño de la investigación fue experimental y de tipo aplicada. La población comprendió los datos del proceso de elaboración de conservas de pescado de la empresa; la muestra estuvo conformada por un grupo de 100 datos. Las técnicas utilizadas fueron la entrevista, observación y la revisión bibliográfica, mientras que los instrumentos fueron una ficha de entrevista, una ficha de observación y una ficha de recopilación bibliográfica. Los resultados arrojaron una mejora en la productividad gracias a la implementación de la metodología Six Sigma. Finalmente, se concluyó que gracias a la implementación realizada se redujeron los defectos en el pescado fileteado en un 63.19%, se mejoró la productividad de las obreras que realizan el proceso de

fileteado en un 8.37% y se optimizaron las cantidades de pescado por lata de conservas, con una variabilidad de pesos cercana a cero.

Pereda (2018) desarrolló una investigación en la que aplicó la metodología Six Sigma en el área de soldadura de la empresa M.Q Metalúrgica S.A.C. para mejorar su productividad. El objetivo general de este estudio fue realizar la implementación de Six Sigma para la optimización de la productividad del área de soldadura de la empresa referida. El diseño de investigación fue experimental y cuasi experimental, de tipo aplicada, de nivel descriptivo y explicativo y de enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 15 días de producción de tubos de 24’’; la muestra fue de tipo censal, utilizándose el total de la población de estudio. La técnica de recolección de datos fue la Observación, mientras que los instrumentos utilizados fueron los indicadores DPO, DPMO, la eficiencia y la eficacia. Toda la información fue tabulada en Excel y analizada en el software SPSS. Los resultados obtenidos se plasmaron en DOPs, DAPs, mediciones de eficacia, mediciones de eficiencia, diagramas de Ishikawa, gráficos de control y evaluaciones pre-test y post-test. Finalmente, se concluyó que la empresa M.Q Metalúrgica S.A.C. incrementó su productividad en un 8%, su eficiencia en un 8%, su eficacia en un 7.2%, la productividad del área de soldadura en un 83% y mejoró su nivel sigma desde el valor de 1.1 hasta un 2.3.

Rodríguez (2020) realizó una investigación en la que aplicó la metodología Six Sigma para mejorar la calidad del servicio de la empresa Avicesar S.A.C. Se tuvo como objetivo general determinar el efecto de la metodología Six Sigma en el índice de quejas de la empresa Avicesar S.A.C. El diseño de investigación fue cuasi experimental y de tipo aplicada. El estudio consideró como población a los 100

clientes de la empresa AVICESAR S.A.C; en cuanto a la muestra, se trabajó con el total de la población, considerándose una muestra de tipo censal. La técnica utilizada fue el análisis documental, mientras que el instrumento utilizado fue la hoja de resumen o planilla de quejas. La información fue plasmada en una base de datos a través de la hoja de Excel y fue procesado en el software estadístico Minitab 17.0; la hipótesis fue contrastada mediante la prueba de T-Student utilizando el software mencionado. Finalmente, se concluyó que, gracias a la implementación de la metodología Six Sigma, se logró una reducción del índice de quejas en un 39%, así como un aumento del nivel sigma del proceso, el cual se incrementó desde un valor inicial de 3.59 a un valor final de 3.79

#### ***Antecedentes internacionales***

Narvaez (2019) aplicó un modelo de mejoramiento de la productividad basado en Lean Six Sigma en la empresa D'Max Sport S.A.S. El objetivo general del estudio fue aplicar un modelo Six Sigma para lograr la optimización de la productividad en una empresa fabricante de calzado masculino en la ciudad de Cali. La investigación fue de tipo aplicada y de nivel descriptiva correlacional. La técnica utilizada fue la observación experimental, mientras que el instrumento fue la ficha de recolección de datos. Los resultados de la investigación se presentaron en tablas de frecuencias, diagramas SIPOC y diagramas de flujo. Además, se realizó el cálculo de indicadores como el DPMO (7838.8), el Yield (99.21) y el nivel sigma (3.9). Se realizó un planteamiento de mejora, que consistió en la estandarización de procesos y en el planteamiento de un layout que permitirán optimizar la productividad de la empresa. Finalmente, se concluyó que existe una mejora de la productividad de la empresa, pues se pasa de una situación inicial con una productividad de 90 unidades

por turno (Tack time de 5.5. minutos por unidad), a una situación final con una productividad de 103 unidades por turno (Tack Time de 4.08 minutos por unidad).

Gómez (2019) planteó una propuesta de implementación basada en Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa de calzado. El objetivo general fue proponer estrategias de mejoramiento de la productividad en la empresa Calzado Krack siguiendo un modelo basado en Six Sigma. El nivel de investigación fue descriptivo, de tipo aplicado. Las técnicas utilizadas fueron la observación y la encuesta; los instrumentos usados fueron la ficha de observación y el cuestionario. Los resultados fueron plasmados en hojas y gráficas de resumen, diagramas de Ishikawa, diagramas VSM, que se utilizaron para calcular los índices de productividad y los niveles sigma. Finalmente, se concluyó que luego de la implementación de las 5s, se logró disminuir el tiempo de reproceso de trabajo a 16.46, mejorando un 11% este cuello de botella e incrementando la productividad desde 127 pares hasta 151 pares de zapatos por mes. El nivel sigma mejoró desde un valor de 3.3 hasta un valor de 3.66 luego de la implementación de la propuesta Six Sigma.

Guerra (2019) realizó una investigación en la compañía Thyssenkrupp Bilstein of America en la que buscó incrementar la productividad aplicando la metodología Six Sigma. El objetivo general fue realizar un análisis para la compañía en mención, en una línea de manufactura de amortiguadores electromagnéticos, con el fin de solucionar la baja productividad y alta variabilidad en los procesos utilizando las herramientas que propone Lean Six Sigma. La investigación fue de tipo aplicada y de nivel descriptivo correlacional. La técnica utilizada fue la observación experimental, mientras que el instrumento usado fue la ficha de

recolección de datos. Los resultados fueron plasmados en tablas de frecuencias, resumiendo la información obtenida; asimismo, se utilizaron gráficos de series de tiempo, diagramas de Pareto, diagramas de Ishikawa y un layout del proceso en la empresa. Asimismo, se realizó un proceso de balanceo de línea para optimizar las estaciones de trabajo en la empresa. Finalmente, se concluyó que gracias a la implementación de la metodología Six Sigma, el tiempo total de fabricación de los amortiguadores se redujo desde un total de 1539 minutos hasta 495 minutos, representando una disminución del 67.86%; además, se determinó que, gracias a la aplicación de la metodología propuesta, se reducirán los costos de producción en más 1'440,000 dólares mensuales.

Pardo (2019) realizó un estudio en el que planteó la implementación de un modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios en la empresa Cartones América. El objetivo general fue proponer la implementación de un modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios durante la producción de cajas de cartón corrugado en la empresa mencionada. El tipo de investigación fue aplicada y de nivel descriptivo y correlacional. La técnica utilizada fue la observación, mientras que el instrumento utilizado fue la ficha de recolección de datos. Los resultados fueron presentados en diagramas de Ishikawa, procedimientos AMEF, gráficos de control, diagramas de Pareto y tablas resumen para una mayor facilidad de interpretación de los datos. Se calculó un valor de  $cpk$  igual a 0.35 para los desperdicios de impresoras/troqueladoras y un valor de  $cpk$  igual a 0.83 para la corrugadora, razón por la que se realizó un planteamiento de mejora utilizando Six Sigma. Finalmente, se concluyó que, con la implementación

planteada, se logrará una mejora significativa en los procesos de manejo y control de la empresa Cartones América.

Ortiz (2020) evaluó la implementación de un modelo de Six Sigma para alcanzar mejores niveles de competitividad y productividad empresarial en las Pymes de Latinoamérica. El objetivo general fue analizar el estado actual de la literatura sobre la implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora de la productividad y competitividad de las Pymes latinoamericanas. El tipo de investigación fue de tipo documental, con un enfoque cuantitativo. La fuente de información se recopiló a través de fuentes secundarias. Los resultados determinaron que se desarrolló una introducción exitosa del Six Sigma en las empresas Motorola, Allied Signal y General Electric. Además, se concluyó que es posible implementar la herramienta Six Sigma en las Pymes que tienen una tendencia al crecimiento, mejorando en los siguientes aspectos: mejora de la confiabilidad de los procesos, optimización de la productividad y satisfacción del cliente, disminución de la estructura de costos y tiempos, y la disminución de las causas de ineficiencias

### **Bases teóricas**

#### ***Six Sigma***

Brue define que Six Sigma “es una metodología para utilizar un conjunto de técnicas y herramientas para mejorar la calidad del producto o servicio al identificar y reducir o eliminar las causas de defectos o errores y minimizar la variabilidad en los procesos” (2015, p. 1).

Asimismo, Keller brinda la siguiente explicación:

Sigma ( $\sigma$ ) es la letra griega utilizada por los estadísticos para denotar la desviación estándar de un conjunto de datos. La desviación estándar

proporciona una estimación de la variación en un conjunto de datos medidos. Se utiliza un nivel sigma establecido, como Six Sigma, para describir qué tan bien la variación del proceso cumple con los requisitos del cliente. (2011, p. 3).

De acuerdo con Pyzdek y Keller, “Six Sigma es una implementación rigurosa, enfocada y altamente efectiva de principios y técnicas de calidad comprobados” (2018, p. 3).

Pande, Neuman y Cavanaugh mencionan que:

Six Sigma se basa en gran medida en la creación de un sistema empresarial de circuito cerrado que sea lo suficientemente sensible como para reducir el "bamboleo" de la empresa y mantenerla segura en el camino a menudo retorcido hacia el rendimiento y el éxito. (2014, p. 19).

Finalmente, McCarty, Daniels, Bremer y Cupta definen que:

Six Sigma es un proceso excepcional para resolver problemas difíciles y encontrar respuestas que no son fáciles de ver. Como sistema de gestión, Six Sigma aporta un riguroso análisis de medición que falta en la mayoría de los esfuerzos de mejora de procesos. (2005, p. 155).

### ***Productividad***

Solano explica que la productividad “es un índice que se obtiene de relacionar el nivel de salida de un sistema y el nivel de recursos que fue preciso utilizar para dicha salida” (1999, p. 48).

Por otro lado, Mendoza menciona que:

La productividad sigue siendo importante desde el punto de vista competitivo para poder reducir los costos unitarios de producción, pero es difícil que de por sí ella pueda crear las condiciones para sostener la ventaja competitiva como lo exige una sociedad más rivalizada. Esto solo lo puede hacer la creación de valor tanto por esfuerzo propio (interno) como mediante el enlace con actores y entidades externas. (2018, p. 2).

Cruelles (2012) define la productividad como un ratio el cual mide el grado de aprovechamiento de aquellos factores que influyen en el proceso de producción.

Para De Guindos:

La productividad se define como el output generado de media por una unidad de factor trabajo, que normalmente es una hora de trabajo. Se trata, por tanto, de un cociente entre el valor del PIB de un país y el número de horas trabajadas, y lo que especialmente interesa es su evolución en el tiempo. (2008, p. 23).

Finalmente, Fuentes define a la productividad como “la capacidad de producir una cantidad adicional de bienes con la misma cantidad de recursos” (2018, p. 4).

La fórmula usada para determinar la productividad en Ingetex S.A.A. es la siguiente.

$$Productividad = \frac{\text{Metros de tela teñida}}{\text{Costos de teñido}}$$

### ***Eficiencia***

Fernández-Ríos y Sánchez (1997) definen la eficiencia como la expresión que mide la forma de trabajo de un sistema para lograr los objetivos determinados, optimizando la cantidad de recursos empleados.

Chiavenato define que la eficiencia está “enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas (métodos), con el fin de que los recursos se utilicen del modo más racional posible. Es la utilización adecuada de los recursos disponibles” (1999, p. 3).

De acuerdo con Koontz y Weihrich, la eficiencia es “el logro de las metas con la menor cantidad de recursos” (2004, p. 14).

La fórmula usada para determinar la eficiencia en Ingetex S.A.A. es la siguiente.

$$Eficiencia = 1 - \frac{Sobrecostos}{Costos asignados}$$

### ***Eficacia***

Fernández-Ríos y Sánchez (1997) definen la eficacia como “la capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno” (1997, p. 2).

Chiavenato define que “el logro de los objetivos previstos es competencia de la eficacia. La eficacia es el logro de los objetivos mediante los recursos disponibles” (1999, p. 3).

Koontz y Weihrich (2004) definen la eficacia como alcanzar los fines de la empresa, tomando en consideración la relación puntual entre objetivos y recursos.

La fórmula usada para determinar la eficacia en Ingetex S.A.A. es la siguiente.

$$Eficacia = \frac{\text{Metros de tela teñida correctamente}}{\text{Metros totales de tela}}$$

### ***Efectividad***

Gestión define que la efectividad “se trata de la relación que existe entre los resultados logrados por la empresa en comparación con los resultados propuestos por la misma organización. Permite la medición del grado de cumplimiento de los objetivos que han sido planificados” (2021, p. 1).

Kinicki y Urrutia (2003), citados por Camue, Carballal y Toscano (2012) refieren que:

Para el logro de la efectividad, cada organización debe buscar el equilibrio entre el cumplimiento de sus objetivos, su funcionamiento, la utilización de los recursos, y la satisfacción de las personas que la integran, siendo estos los cuatro criterios genéricos de la efectividad organizacional. (2017, p. 144).

Finalmente, Camue, Carballal y Toscano definen la efectividad como la “eficiencia y eficacia con que se alcanzan los objetivos organizacionales, mediante el diseño y funcionamiento actual de un sistema determinado, que, a su vez, se corresponden directamente con la manera en que interactúan los diferentes elementos del sistema organizativo” (2017, p. 145).

### **Definición de términos básicos**

**Calidad:** Es la adecuación de un producto o servicio a las características especificadas (Real Academia Española, 2021).

**Eficiencia:** Corresponde al uso adecuado de los recursos para la realización de alguna actividad (Chiavenato, 1999).

Eficacia: Corresponde al alcance de los logros estipulados al inicio de algún proceso (Chiavenato, 1999).

Efectividad: Corresponde a la eficiencia y eficacia, en conjunto, con los que se alcanzan los objetivos planteados por una organización (Camue, Carballal y Toscano, 2017).

Proceso: Corresponde al conjunto de las fases continuas de una operación artificial (Real Academia Española, 2021).

Producción: Corresponde a la suma de los productos del suelo o de la industria (Real Academia Española, 2021).

Productividad: Ratio calculado en base a los productos obtenidos de un sistema y los recursos empleados en el proceso (Solano, 1999).

Six Sigma: Metodología utilizada para la mejorar de la calidad de procesos, que se basa en la reducción de efectos y en la uniformización de los procesos (Brue, 2015).

CMC: Es un indicador utilizado en el rubro textil para verificar la calidad de la tela teñida. Este indicador no debe superar el valor de 1 para ser considerado como óptimo.

## CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

### Formulación de la Hipótesis

#### *Hipótesis general*

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

#### *Hipótesis específicas*

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

## **Identificación de Variables**

### ***Variable independiente: Six Sigma***

De acuerdo con Amezcua y Jiménez, la variable independiente es “la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observados” (1996, p. 3).

### ***Variable dependiente: Productividad***

Según Amezcua y Jiménez, “la variable dependiente es la variable objeto de interés principal en el estudio, es decir, constituye el desenlace, efecto o resultado que deseamos explicar o estimar en nuestra investigación” (1996, p. 17).

## Operacionalización de Variables

La matriz de operacionalización de variables se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Matriz de operacionalización de variables.*

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
1. Six Sigma	Brue define que Six Sigma “es una metodología para utilizar un conjunto de técnicas y herramientas para mejorar la calidad del producto o servicio al identificar y reducir o eliminar las causas de defectos o errores y minimizar la variabilidad en los procesos” (2015, p. 1).	1.1. Definir 1.2. Medir 1.3. Analizar 1.4. Mejorar 1.5. Controlar	Nivel Sigma inicial Nivel Sigma final
2. Productividad	Solano explica que la productividad “es un índice que se obtiene de relacionar el nivel de salida de un sistema y el nivel de recursos que fue preciso utilizar para dicha salida” (2014, p. 48).	2.1. Eficiencia 2.2. Eficacia	Sobrecostos Costos asignados Metros de tela teñidas correctamente Metros de tela totales

*Nota:* Elaboración propia.

## **Población**

La población de estudio estuvo conformada por 60 procesos de teñido realizados dentro del área correspondiente en la empresa Creditex durante los meses de enero y junio del 2021, debido a limitaciones con la información brindada por la empresa. De esta total poblacional, se plantean 30 observaciones pre-test y 30 observaciones post-test.

Hernández y Mendoza definen la población como “el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (2018, p. 195).

## **Muestra**

La muestra fue de tipo censal, puesto que el tamaño de la población fue lo suficientemente pequeño como para evaluar a todas las unidades de análisis.

De acuerdo con Hernández y Mendoza, “una muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población” (2018, p. 196).

## **Diseño de Investigación**

La investigación tuvo un diseño Experimental, del tipo Cuasi experimental, ya que la población y muestra de estudio fueron escogidas sin utilizar el muestreo aleatorio, es decir, existió una predeterminación de las unidades de estudio. Con este diseño de investigación se facilitó el análisis del impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex.

## **Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación, se utilizó como técnica de recolección de datos a la Observación experimental, ya que todas las evaluaciones se realizaron a través de la observación de los procesos, tiempos y números de mermas.

La técnica correspondiente a la Observación experimental es la Ficha de registro de datos, la cual facilitó la toma y almacenamiento de los datos observados en el área de Teñido de la empresa Creditex. Para ello, se utilizaron las fichas de registro virtuales, las cuales fueron de fácil uso a través de tablets; esto evitó una posterior transcripción de información desde una ficha física a la ficha virtual.

Los datos recolectados de los procesos de Teñido fueron los siguientes: Tiempos del proceso de Teñido, número de productos totales terminados, número de mermas o unidades fallidas del proceso de producción, tamaño de los lotes de producción, cantidad de insumos utilizados, sobrecostos, metros de tela teñida correctamente.

#### **Métodos y Procedimientos de análisis de datos.**

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación fueron colocados en el apartado de Resultados, utilizando herramientas de Estadística descriptiva (tablas y gráficos) para una fácil interpretación. Además, se realizaron cálculos para conocer las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión de los datos obtenidos. Para realizar el análisis estadístico descriptivo, se utilizó el software Minitab v.18.

Asimismo, se realizaron las pruebas t de Student para muestras relacionadas, a fin de comparar la situación Pre y Post test de la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex. Este análisis permitió concluir acerca de las hipótesis planteadas, pues se basó en una prueba de hipótesis que utiliza el estadístico t. Para realizar el análisis estadístico inferencial, se utilizó el software Minitab v.18.

## CAPITULO IV: DESARROLLO

A continuación, se describirá el desarrollo de la metodología DMAIC Six Sigma para encontrar el problema y plantear posibles soluciones.

### **Definir**

#### ***Lugar de investigación***

Creditex S.A.A. es una sociedad anónima abierta constituida como tal el 14 de agosto de 1980, inicialmente bajo la denominación social de Textil Trujillo S.A. – Trutex; posteriormente, su razón social fue modificada a la de Compañía industrial textil Credisa-Trutex S.A.A. el 31 de enero de 1998; finalmente, cambió su razón social por la de Creditex S.A.A. el 11 de septiembre de 2012, denominación que mantiene hasta la actualidad. Su plazo de duración es indefinido y su Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU - Revisión 4) es 1311.

El objeto social de Creditex es la fabricación de productos textiles, incluyendo el desmotado, hilado, tejido, teñido, acabado, estampado, confección de los mismos y, en general, todas las actividades relacionadas con el procesamiento industrial de las fibras naturales y sintéticas.

La empresa desarrolla su actividad en el sector textil algodónero, en el que se manejan procesos integrados, desde el desmotado de algodón hasta la fabricación y acabado de telas, a los que se suman los procesos de confección de prendas de vestir que realiza a través de su subsidiaria Texgroup S.A., quien le brinda el servicio de confección.

En el ámbito comercial internacional, Creditex participa en el mercado con hilados de algodón de fibras extra largas y largas, así como también con fibras sintéticas mezcladas con algodón, tejidos de algodón o de mezclas con fibras

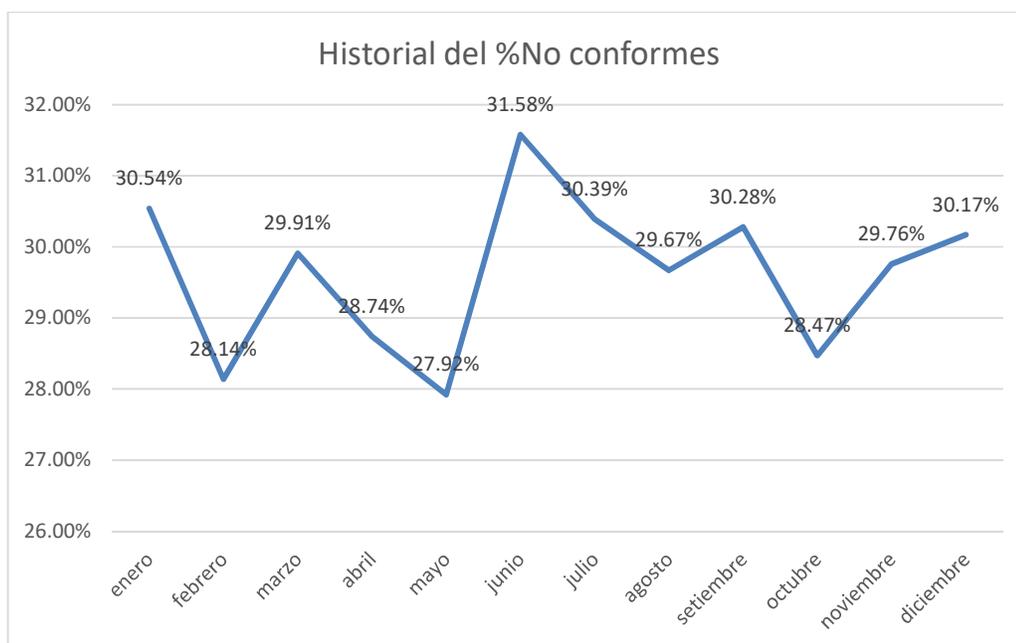
sintéticas: teñidos, estampados y acabados, prendas de vestir de algodón (camisería, pantalones, etc.). Aunque la compañía tiene una marcada orientación exportadora, su presencia en el mercado local es importante, abasteciendo de hilado de algodón a los principales confeccionistas exportadores de prendas de vestir, lo que se considera como exportación indirecta. Otros productos con los que Creditex participa en el mercado local son las prendas de vestir de algodón.

### ***Definición del problema de la institución***

Los tejidos de calidad No conformes causan pérdidas por la venta de saldos y subproductos en un valor menor que la tela de primera; en algunos casos, también debe considerarse que el exceso de No conformes puede hacer tejer cantidades pequeñas que incrementan los costos y bajan la eficiencia de producción.

El 2020 se ha generado un promedio de No conformes del 29.63% en las órdenes de trabajo, que causaron una pérdida por venta de segundas, saldos y retazos a precios menores que los de las primeras correspondientes; los faltantes también generan sobrecostos por producciones pequeñas y despachos aéreos que también en algunos casos ocasionan disgustos en el cliente.

**Figura 3.**  
*Porcentaje de No exportables.*



*Nota:* Elaboración propia.

### ***Voz del cliente***

La voz del cliente es una herramienta utilizada para conocer cuáles son las necesidades actuales que presenta un cliente interno o externo de la empresa. En este caso, el cliente es la jefatura de producción, que necesita reducir los porcentajes de No exportables para reducir las pérdidas de dinero.

Para desarrollar adecuadamente la voz del cliente, se realizaron reuniones con los jefes de producción y se aplicaron entrevistas, lo que permitió recopilar la mayor cantidad de información disponible. En dichas entrevistas, se determinó que el mayor problema de la empresa, tanto a nivel operativo como económico, estaba representando por los altos porcentajes de telas no conformes, lo que hacía incurrir en mayores reprocesos y costos.

En la tabla 2, se presentan los comentarios brindados por los tres jefes de producción de Creditex, quienes coincidieron en que el problema se encontraba principalmente en el porcentaje de No conformes que tenía la empresa.

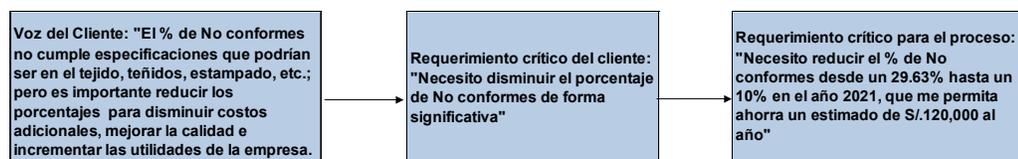
**Tabla 2.**  
*Jefes de producción y sus participaciones en la Voz del cliente.*

Entrevistado	Comentario
Jefe de producción n°1	Los porcentajes de no conformes que maneja la empresa Creditex son demasiado altos, lo genera que casi un 30% de las telas sean procesadas como telas de segunda, generando pérdidas a la empresa
Jefe de producción n°2	Los porcentajes de telas no conformes fueron iguales al 29.63% de toda la producción, lo que ocasionó pérdidas por más de S/.100,000 a Creditex
Jefe de producción n°3	Se requiere disminuir el porcentaje de telas no exportables, pues solo de esta manera será más sencillo cumplir con las programaciones del área de producción.

*Nota:* Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos de las entrevistas a los jefes de producción de Creditex, se presenta la voz del cliente del proyecto de forma gráfica en la figura 4.

**Figura 4.**  
*Voz del cliente.*



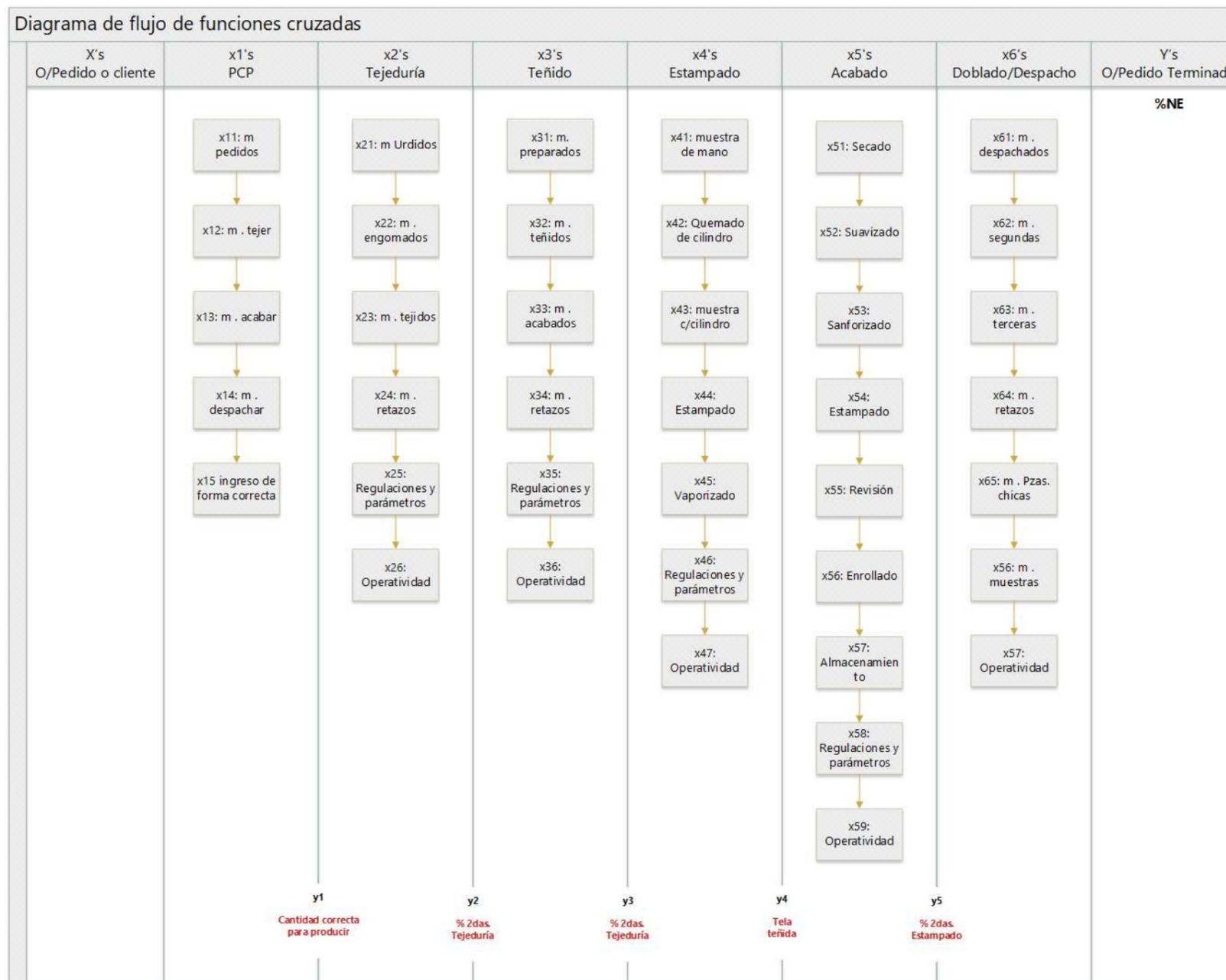
*Nota:* Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 4, se requiere disminuir el porcentaje de No conformes desde un 29.63% (actual) hasta un valor del 10%, lo cual permitirá generar un ahorro de S/.120,000 al año.

**Flujo de trabajo en Creditex**

En la figura 5, se detalla el flujo de trabajo para la producción de un pedido terminado de telas para exportación en la empresa Creditex.

**Figura 5.**  
Flujo de trabajo de una O.T. en Creditex.



Nota: Elaboración propia.

El flujo de trabajo inicia con el PCP, que corresponde a la planificación de la producción, que se encarga de analizar los metros de tela solicitada por los clientes, los metros de tela por tejer, los metros de tela por acabar, los metros de tela por despachar y el ingreso de todas las materias primas al proceso productivo. Posterior a ello, se lleva a cabo la etapa de Tejeduría, donde se realiza el proceso de producción de telas de exportación. En esta etapa, es importante considerar los metros de urdidos, los metros de engomado, los metros de tela tejida, los metros de retazos de producción, las regulaciones y los parámetros de calidad para las telas elaboradas.

Posteriormente, una vez que las telas han pasado los controles de calidad correspondientes, pasan al proceso de Teñido, en la que se les brinda el color solicitado por los clientes externos. Aquí es importante considerar los metros de tela preparada, los metros de tela teñida, los metros de tela acabada, los metros de retazos de tela teñida, las regulaciones y los parámetros de calidad de color (CMC). Posteriormente, se realiza un proceso de estampado, en el que se brindan los diseños a las telas, de acuerdo al requerimiento del cliente. Aquí se realiza un proceso de quemado al cilindro, un proceso de estampado y vaporizado para obtener una calidad de exportación suficiente.

Más adelante, se realiza el proceso de acabado de telas, donde se realiza el secado de telas, el suavizado de telas, el sanforizado, el control de calidad final y el enrollamiento de las telas para su disposición en almacén. Finalmente, se realiza el proceso de despacho de telas, donde se clasifica las telas despachadas en primeras, segundas o terceras dependiendo de la calidad obtenida. Los productos terminados son entregados a los clientes externos en los plazos establecidos en los contratos de Creditex.

**Matriz SIPOC (Supplier, Inputs, Process, Outputs y Customers)**

Luego de presentado el proceso de trabajo general, se detalla la matriz SIPOC para la producción de tela exportable de Creditex.

**Figura 6.**  
Matriz SIPOC

Supplier	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	¿Cuáles son las entradas del proceso?	¿Cuál de el requisito de especificación de la entrada?	Inicio del Proceso	¿Cuál es la salida del proceso?	¿Cuál de el requisito de especificación de la salida ?	¿Quién recibe el producto o servicio ?
	Solicitud del departamento comercial	Requerimientos de la orden de trabajo y del cliente. Características técnicas, color, peso, densidad, detalles de despacho (rollos, cortes)	Inicio del Proceso ↓ PCP ↓	Órdenes de Producción y Rutas de proceso	Requerimientos de materiales, tiempos de entrega	Área de tejeduría
Proveedor de hilo. Proveedor de insumos químicos.	Hilos, insumos químicos. Órdenes de Producción y Rutas de proceso	Calidad del hilo a utilizar (Crudo o hilo color). Tipo de encolante. Ficha técnica de la tela a tejer	↓ Tejeduría ↓	Tela cruda	Densidad, peso, ancho de tela, ligamento o dibujo.	Área de tintorería
Proveedor de tinta industrial	Tela cruda. Colorantes y químicos.	Tela: Densidad, peso, ancho de tela, ligamento o dibujo. Colorantes y químicos: Densidad, Ph, viscosidad, concentración.	↓ Teñido ↓	Tela teñida	Intensidad de color, tono.	Área de estampado
Proveedor de cilindro de estampado. Proveedor de pasta de estampado	Tela teñida. Cilindro de estampado. Pasta de estampado.	Tela con grado de hidrofiliidad adecuado. Cilindro de estampado: quemado del dibujo adecuado. Pasta de estampado: De colores requeridos.	↓ Estampado ↓	Tela estampada	Tono de estampado y dibujo de acuerdo al patrón	Área de acabado
Proveedores de químicos y auxiliares	Tela estampada. Químicos y auxiliares (ácidos, sulfitos, sales)	Tela estampada: Peso de tela, densidad de tela, ancho de tela, resistencia de tela, solidez del color. Químicos y auxiliares:	↓ Acabado ↓	Tela acabada	Peso, densidad y color	Área de doblado y despacho
Proveedores de tubos de enrollado, plásticos y etiquetas.	Tela acabada. Tubos de enrollado, plásticos y etiquetas.	Tela acabada: Calidad de tela. Calidad de tubos, densidad de plásticos y adhesivo de la etiqueta con características adecuadas.	↓ Doblado/Despacho ↓	Tela clasificada y enrollada	Tela de primera, segunda o merma	Cliente externo.
			Fin del Proceso			

Nota: Elaboración propia

La matriz SIPOC es una herramienta utilizada en la etapa de Definir para establecer, con un mayor nivel de profundidad, cuáles son las entradas y salidas de cada etapa del proceso de producción. Además, dentro de esta estructura de matriz, es posible identificar a los proveedores y a los clientes correspondientes de cada etapa del proceso.

En la matriz SIPOC desarrollada, se puede observar que el ingreso a la etapa del PCP corresponde a las solicitudes enviadas por el área comercial de Creditex, en las que se identifican las especificaciones de la orden de trabajo solicitada por el cliente externo. Estas especificaciones están conformadas por características técnicas como el color, peso, densidad, cortes, rollos, etc. Luego de la evaluación en la etapa de CPC, se procede a emitir las órdenes de producción y las rutas del proceso, que serán recibidas por el área de Tejeduría.

En la etapa de Tejeduría, se reciben las órdenes de producción y las fichas técnicas de las telas a fabricar; además, se realiza la solicitud de hilos e insumos químicos usados en el tejido. Al término de esta etapa, se obtienen las telas crudas, las cuales son enviadas al área de Tintorería con sus respectivas especificaciones técnicas: Densidad, peso, ancho de tela, ligamento o dibujo. En el área de Tintorería, se recibe la tela cruda junto con las especificaciones anteriormente descritas, para realizar el teñido de la tela hasta la obtención del color solicitado por el cliente. Para ello, se realiza la solicitud de colorantes químicos al área de formulación de color y se prepara la tela teñida considerando la intensidad de color y el tono respectivo. Las telas teñidas que pasan el control de calidad son enviadas al área de estampado de la empresa.

En la etapa de Estampado, se requiere, además de la tela teñida, de un cilindro de estampado y de pasta de estampado como insumos principales, pues estos sirven para generar el diseño y el color del arte a estampar, respectivamente. Terminada esta etapa del proceso, se obtiene la tela estampada que será enviada al área de acabado siempre que cumpla con los parámetros de tono de estampado y dibujo de acuerdo al patrón enviado por el cliente. En la etapa de Acabado, se realizan los procesos de secado, suavizado, sanforizado y control de calidad final, las cuales son muy importantes para realizar la entrega de la tela en óptimas condiciones. Finalmente, en la etapa de despacho, se realiza la clasificación de la tela en primera, segunda o tercera calidad y se procede con el enrollamiento final de las mismas. Estas telas terminadas se entregarán a los clientes externos de acuerdo al cronograma de despacho establecido.

### ***Plan de comunicación***

El plan de comunicación que se utilizó durante todo el desarrollo del proyecto se detalla en la tabla 3. Este plan de comunicación fue de mucha utilidad pues marcó las pautas para el desarrollo ordenado del trabajo del DMAIC Six Sigma.

**Tabla 3.**  
*Plan de Comunicación*

---

### Plan de Comunicación

#### Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad del área de teñido de Creditex S.A.A., Lima, 2021

Objetivo	Temática	Público	Frecuencia	Tiempo de la reunión	Encargado de Actividad
Inicio del Proyecto	Presentación inicial del proyecto	Equipo de Green belts de la empresa	Solo una ocasión	PPT de una Hora	Manuel y Juan
Información sobre el avance del proyecto	Avances de la implementación del DMAIC	Green belts y operarios	3 veces por semana	2 horas	Manuel y Juan
Asesorías de entrenamiento	Entrenamiento en metodología DMAIC	Green belts y operarios	Quincenal	8 horas	Manuel y Juan
Revisión de etapas	Revisión de la culminación de cada etapa del DMAIC	Gerente general y gerentes de áreas	Una vez que una etapa se ha concluido	1 hora	Manuel y Juan
Finalización del proyecto	Evaluación de los indicadores post-mejora	Gerente general y gerentes de áreas	Concluyendo el proyecto Six Sigma	1 hora	Manuel y Juan

*Nota:* Elaboración propia.

Se desarrollarán diferentes tipos de reuniones de acuerdo a los objetivos perseguidos en cada una de ellas. En un primer momento, se realizará una reunión de Inicio del proyecto, en el que formalmente se comunicará al equipo de Green belts de la empresa el inicio del trabajo de DMAIC Six Sigma. Asimismo, de forma semanal, se realizarán breves reuniones de actualización del proyecto, a fin de analizar la información crítica que vaya surgiendo durante el proceso de evaluación y mejora.

En paralelo, se realizarán las reuniones de desarrollo del proyecto, las cuales tendrán lugar tres veces por semana con la participación de los Green belts y los operarios de producción de la empresa. Estas reuniones son importantes pues permitirán conocer el punto de vista de los trabajadores de la empresa con respecto a

las medidas y los cambios que se van realizando a fin de mejorar el proceso de producción. Asimismo, también se realizarán reuniones de asesoría con los Green belts y los operarios, con la finalidad de explicarles en profundidad los cambios realizados y los aspectos teóricos del DMAIC que vienen siendo aplicados.

Por otro lado, cada vez que se termine una fase de trabajo, será necesario desarrollar una reunión para explicar los objetivos y los resultados alcanzados luego del paciente trabajo realizado. Por último, se realizará una reunión de cierre de proyecto, donde se explicará al gerente general y a los gerentes de área los resultados obtenidos luego de la aplicación del DMAIC Six Sigma.

## Medir

### *Matriz causa efecto*

La matriz causa efecto fue desarrollada con la finalidad de definir cuál es la etapa más crítica del proceso de producción de tela exportable en Creditex. Para ello, se asignó una puntuación en función a la correlación que existe entre los pasos del proceso y las y's obtenidas en cada una de las etapas.

**Tabla 4.**  
*Matriz Causa Efecto*

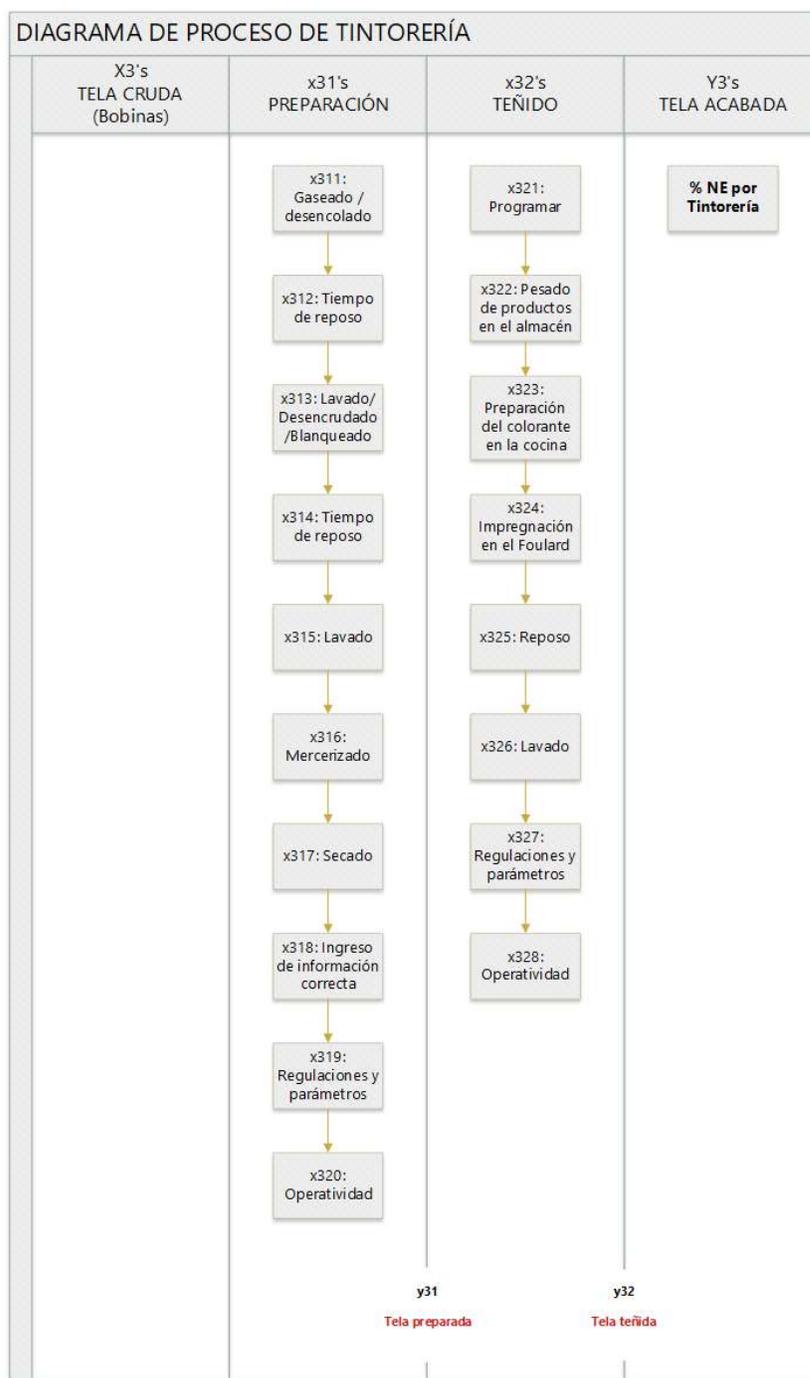
Paso del proceso	Correlación entre el paso del proceso y las "Y"					Puntuación
PCP	9	3	3	3	1	117
Tejeduría	9	9	3	3	1	159
Tintorería	9	9	9	3	3	219
Estampado	3	3	9	9	3	165
Acabado	3	3	3	9	9	153
Doblado/Despacho	9	3	3	3	3	129
<b>Puntuación total del "Y"</b>	42	30	30	30	20	

*Nota:* Elaboración propia.

La matriz causa efecto demuestra que la etapa del proceso más relevante es la etapa de tintorería, pues es la que mayor relación tiene con los productos obtenidos por etapa.

El flujo de trabajo para el proceso de tintorería se detalla en la figura 7.

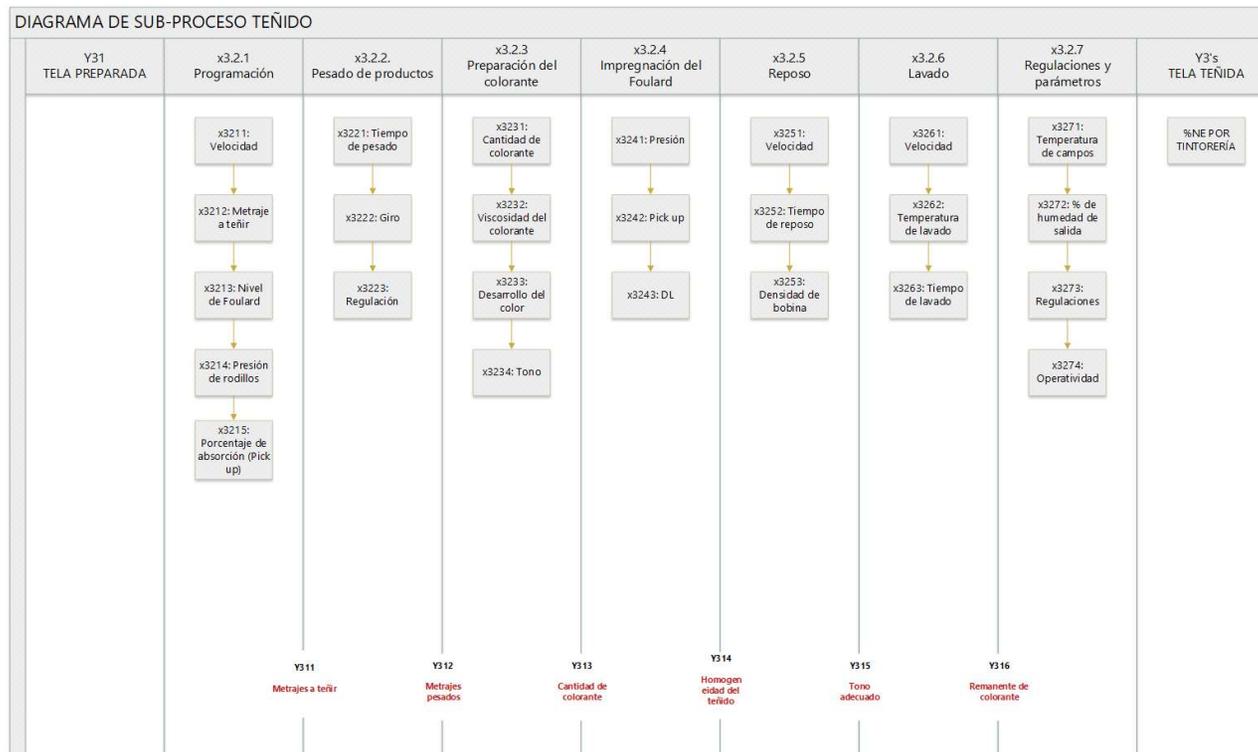
**Figura 7.**  
*Flujo de trabajo del proceso de Tintorería*



*Nota:* Elaboración propia.

El sub proceso de Teñido es el que contiene la mayor cantidad de actividades relevantes para el procedimiento de Tintorería, por lo que se procede a detallar todas sus etapas correspondientes.

**Figura 8.**  
*Flujo de trabajo del subproceso de Teñido*



Nota: Elaboración propia

### Matriz AMFE

La matriz AMFE permite detectar la prioridad del riesgo para los distintos pasos del sub proceso de Teñido, lo que facilita la priorización de problemas en la investigación. A continuación, se detalla la matriz AMFE de esta investigación.

**Tabla 5.**  
Matriz AMFE

Proceso /Producto		Tela teñida en Creditex S.A.										Fecha del FMEA		01 de enero del 2021				
Equipo de Análisis		Ingeniería industrial										Revisión		05 de enero del 2021				
Responsable		Juan y Manuel																
Preparado por		Juan y Manuel																
Paso del Proceso	Función	Salida o Entrada	Modo de Falla Potencial	Efecto Potencial del Modo de Falla	Proceso					Acciones					Resultados			
					Severidad	Causa Potencial de la Falla	Frecuencia	Controles actuales	Detectabilidad	Número de Prioridad de Riesgo RPN	Acción Recomendada	Responsable	Fecha Compromiso de Ejecución	Acción tomada en Fecha	Nueva Severidad	Nueva Frecuencia	Nueva Detectabilidad	Nuevo RPN
Programación del Teñido	Programar la velocidad, el metraje, el nivel de Foulard, la Presión de rodillos y el pick up	x321	Error en la programación del Teñido de tela	Programación inadecuada del sub proceso	7	Error en la digitación de la programación	5	No existen controles	5	175	Doble revisión de la programación del sub proceso	Manuel	15-Ene	15-Ene	7	4	4	112
Pesado de productos	Pesado de tela por teñir	x322	Error en la medición de la cantidad y volumen de tela por teñir	Teñido errado por cantidades inadecuadas de tela	6	Balanza descalibrada	5	Sí existe un calibramiento anual de la balanza	5	150	Calibración de la balanza de pesado	Juan	18-Ene	18-Ene	6	4	4	96
Preparación del colorante	Formulación del colorante a aplicar	x323	Mezcla inadecuada de insumos	Coloración inadecuada de tela	7	Medición inadecuada de tono y color	6	Calibración del equipo de colorimetría	5	210	Calibración del equipo de colorimetría	Juan y Manuel	21-Ene	21-Ene	7	5	4	140
Impregnación del Foulard	Impregnar el colorante a la tela	x324	Rodillos impregnan colorante inadecuadamente	Coloración desproporcional en la tela	8	Error en los rodillos Foulard	7	No existen controles	6	336	Revisión de rodillos Foulard	Juan y Manuel	25-Ene	25-Ene	8	6	5	240

Reposo	Secado de tela	x325	Secado inadecuado de tela	Pérdida de colorante de la tela trabajada	6	Condiciones inadecuadas de reposo	5	No existen controles	5	150	Revisión de las condiciones de reposo de tela	Juan	26-Ene	26-Ene	6	4	4	96
Lavado	Lavado de tela teñida	x326	Lavado demasiado potente de tela	Pérdida de colorante de la tela trabajada	7	Error en la máquina de lavado	6	No existen controles	5	210	Revisión de maquinaria de lavado	Juan y Manuel	31-Ene	31-Ene	7	5	4	140
Regulaciones	Regulaciones finales de tela teñida	x327	Mala medición de parámetros	Tela con calidad inadecuada	8	Error en la medición de parámetros	5	No existen controles	5	200	Revisión de los parámetros a controlar	Juan y Manuel	5-Feb	5-Feb	8	4	4	128

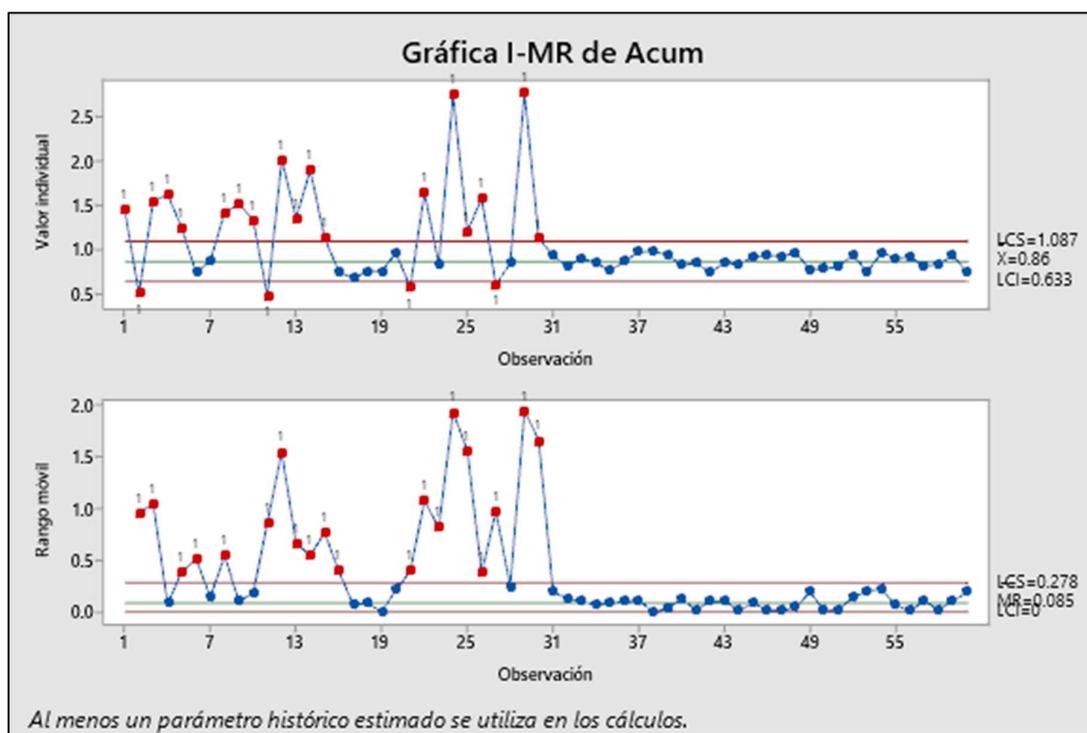
*Nota:* Elaboración propia.

Los resultados del AMFE permiten detectar que la Impregnación del Foulard es la etapa de mayor relevancia para el estudio, por lo que se centrarán las mediciones correspondientes al CMC.

### Evaluación del CMC

La evaluación del CMC, indicador comercial para analizar la calidad del Teñido, se realizó en una muestra de 30 órdenes de trabajo inicialmente. Los parámetros esperados luego de la mejora también se observan en la figura.

**Figura 9.**  
 CMC antes de la mejora por Six Sigma y valores esperados



Nota: Elaboración propia.

En la figura 9, se muestran los valores del CMC antes de la implementación de las mejoras, por lo que se ven muchos procesos fuera del límite permitido (valor de CMC igual a uno). Se espera que luego de las mejoras realizadas por la metodología Six Sigma, estos valores sean más homogéneos y no superen la unidad.

Los valores de CMC de la figura 9 se detallan a continuación.

**Tabla 6.**  
*Valores de CMC iniciales*

Evaluación	CMC
1	1.45
2	0.5
3	1.54
4	1.62
5	1.24
6	0.73
7	0.87
8	1.41
9	1.51
10	1.33
11	0.47
12	2.01
13	1.35
14	1.89
15	1.13
16	0.74
17	0.67
18	0.75
19	0.75
20	0.96
21	0.57
22	1.64
23	0.83
24	2.75
25	1.2
26	1.57
27	0.6
28	0.84
29	2.77
30	1.12

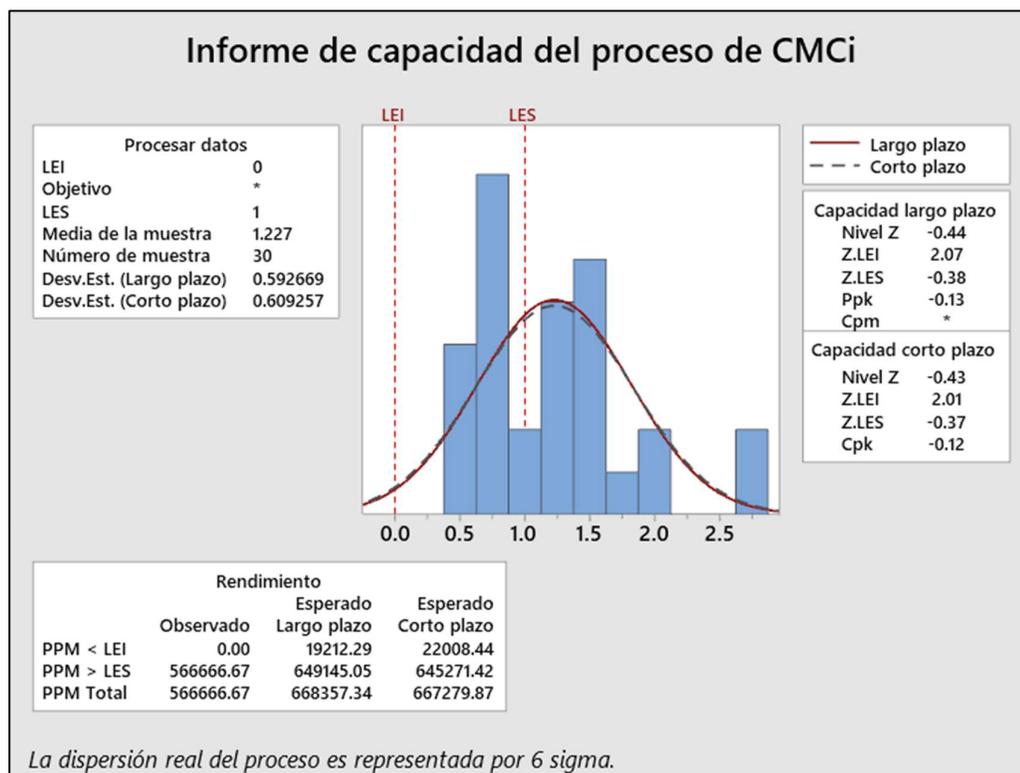
*Nota:* Elaboración propia.

Estos valores presentados muestran algunos valores de CMC por encima de uno, lo que significa que existen procesos que están fuera de lo calificado como aceptado.

**Nivel sigma inicial**

La medición del nivel sigma inicial, en función a los parámetros estipulados por los ingenieros para los valores adecuados del CMC, se realizó de la siguiente manera.

**Figura 10.**  
*Nivel sigma inicial*



*Nota:* Elaboración propia.

De esta manera, el nivel Z es igual a -0.44, lo que equivale a un nivel sigma de 1.06 para el proceso en el estado inicial. Dado que el nivel sigma se encuentra bajo, este tiene que mejorarse para cumplir con los estándares solicitados por el área.

## Analizar

### *Prueba de hipótesis*

A continuación, se demostrará, a través de pruebas de hipótesis, cuáles son las principales causas raíces que guardan una relación significativa con el indicador CMC.

#### *Temperatura de trabajo y CMC.*

Al analizar la temperatura de trabajo y realizar mediciones conjuntas con los valores de CMC, se llegó a la siguiente conclusión, a través de la prueba de hipótesis correspondiente.

a) Hipótesis

Ho: No existe relación entre la temperatura de trabajo y el CMC.

H1: Existe relación entre la temperatura de trabajo y el CMC.

b)  $\alpha = 0.05$

c) Prueba realizada:

#### **Tabla 7.**

*Correlaciones en parejas de Pearson – Temperatura de trabajo y CMC*

Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
CMC	Temperatura de trabajo	-0.271	(-0.575; 0.099)	0.147

*Nota:* Elaboración propia.

d) Conclusión: Dado que el p-valor (0.147) es mayor que el  $\alpha$  (0.05), se acepta

Ho. Por lo tanto, se puede afirmar que no existe relación entre la temperatura de trabajo y el CMC.

#### *Tipo de tejido y CMC.*

Al analizar el tipo de tejido y realizar mediciones conjuntas con los valores de CMC, se llegó a la siguiente conclusión, a través de la prueba de hipótesis correspondiente.

a) Hipótesis

Ho: No existe relación entre el tipo de tejido y el CMC.

H1: Existe relación entre el tipo de tejido y el CMC.

b)  $\alpha = 0.05$

c) Prueba realizada:

**Tabla 8.**

*Correlaciones en parejas de Pearson – Tipo de tejido y CMC*

Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
CMC	Tipo de tejido	0.062	(-0.305; 0.413)	0.746

*Nota:* Elaboración propia.

d) Conclusión: Dado que el p-valor (0.746) es mayor que el  $\alpha$  (0.05), se acepta

Ho. Por lo tanto, se puede afirmar que no existe relación entre el tipo de tejido y el CMC.

### ***Presión del Foulard y CMC.***

Al analizar la Presión del Foulard y realizar mediciones conjuntas con los valores de CMC, se llegó a la siguiente conclusión, a través de la prueba de hipótesis correspondiente.

a) Hipótesis

Ho: No existe relación entre la Presión del Foulard y el CMC.

H1: Existe relación entre la Presión del Foulard y el CMC.

b)  $\alpha = 0.05$

c) Prueba realizada:

**Tabla 9.**

*Correlaciones en parejas de Pearson – Presión del Foulard y CMC*

Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
CMC	Presión de Foulard	0.878	(0.758; 0.941)	0.000

*Nota:* Elaboración propia.

d) Conclusión: Dado que el p-valor (0.000) es menor que el  $\alpha$  (0.05), se rechaza

Ho. Por lo tanto, se puede afirmar que existe relación entre la Presión del Foulard y el CMC. Además, se puede afirmar que existe una correlación positiva alta entre estas dos variables, pues el coeficiente de correlación de Pearson resultó igual a 0.878.

Luego de haber analizados las TRES posibles causas raíces, se determinó que la única causa raíz significativa es la Presión del Foulard. Por esta razón, se centraron todos los esfuerzos de la investigación en estudiar este problema para definir una solución.

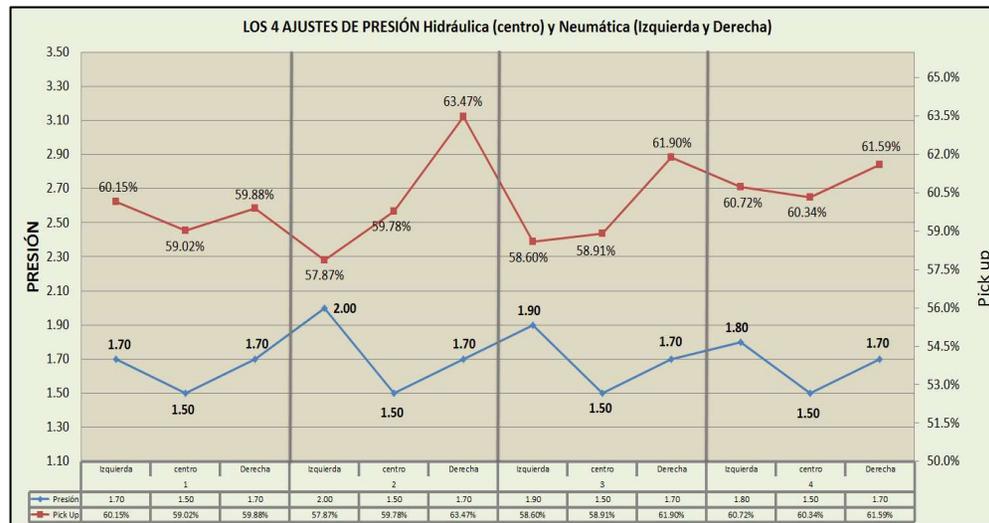
## Mejorar

### *Evaluación de la Presión del Foulard*

Dado que la Presión del Foulard debía ser adecuadamente estudiada y optimizada, se realizaron diferentes pruebas de ajustes de Presión, las cuales se detallan a continuación.

**Figura 11.**

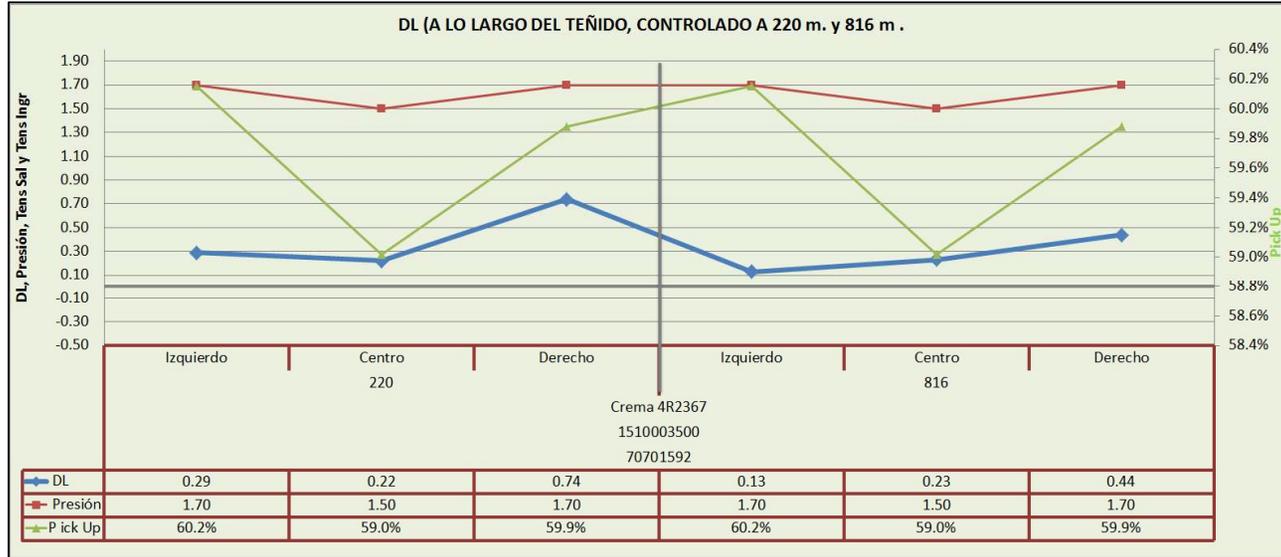
*Evaluación de la Presión del Foulard*



Nota: Elaboración propia.

Al realizar las distintas pruebas de presiones en las partes izquierda, central y derecha de los rodillos, se analizó la estabilidad del Pick up, la cual permite conocer el nivel de impregnación del tinte. A continuación, se presentan los análisis detallados de cada una de las opciones de ajustes de presión.

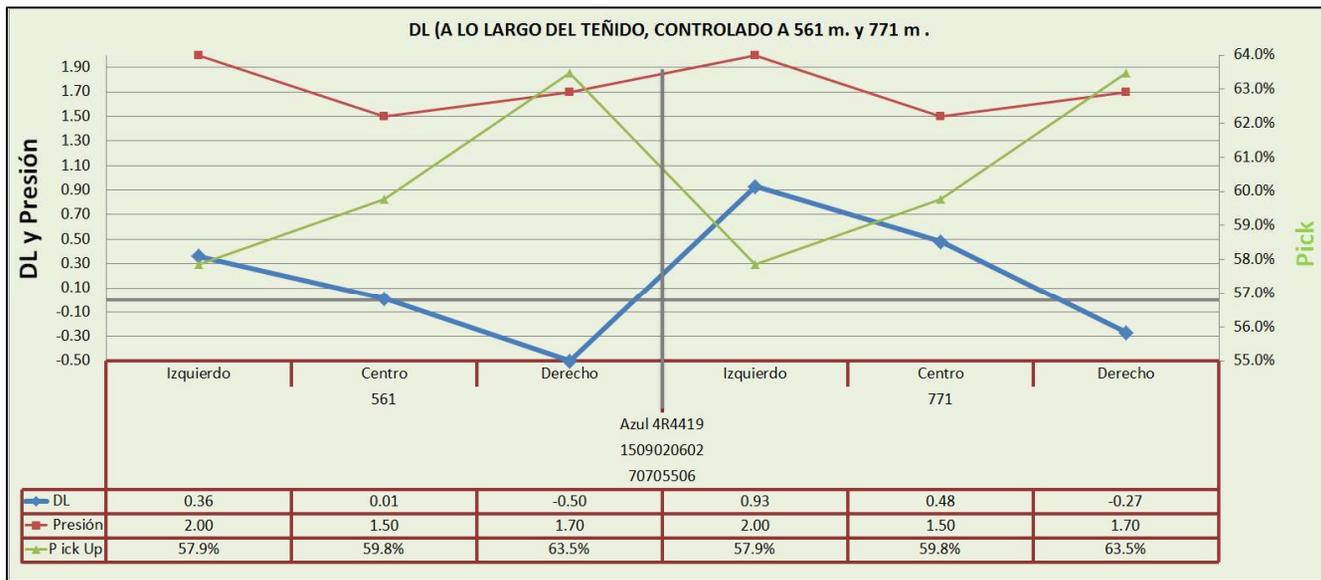
**Figura 12.**  
*Ajuste de presión de trabajo "A"*



Nota: Elaboración propia.

La primera opción de ajuste de presión genera una estabilidad en los valores de DL y de pick up, a mediciones realizadas a los 220 metros y a los 816 metros.

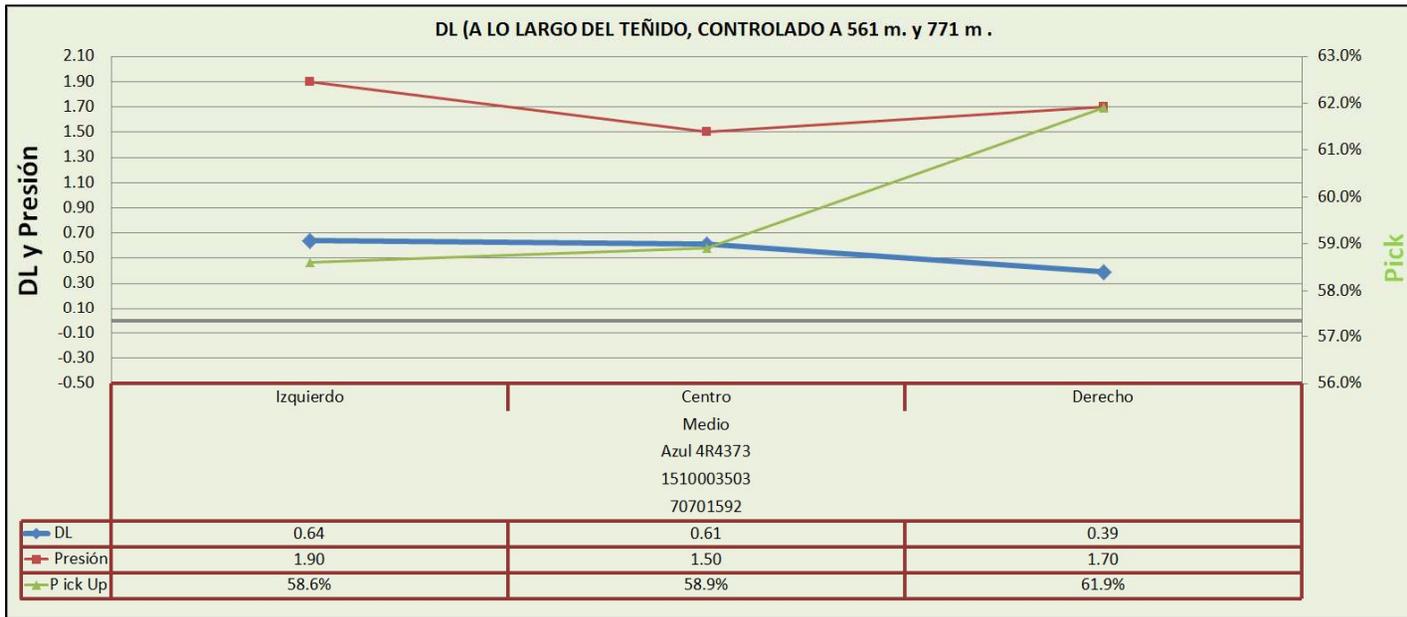
**Figura 13.**  
*Ajuste de presión de trabajo "B"*



*Nota:* Elaboración propia.

La segunda opción de ajuste de presión no genera una estabilidad en los valores de DL y de pick up, a mediciones realizadas a los 561 metros y a los 771 metros.

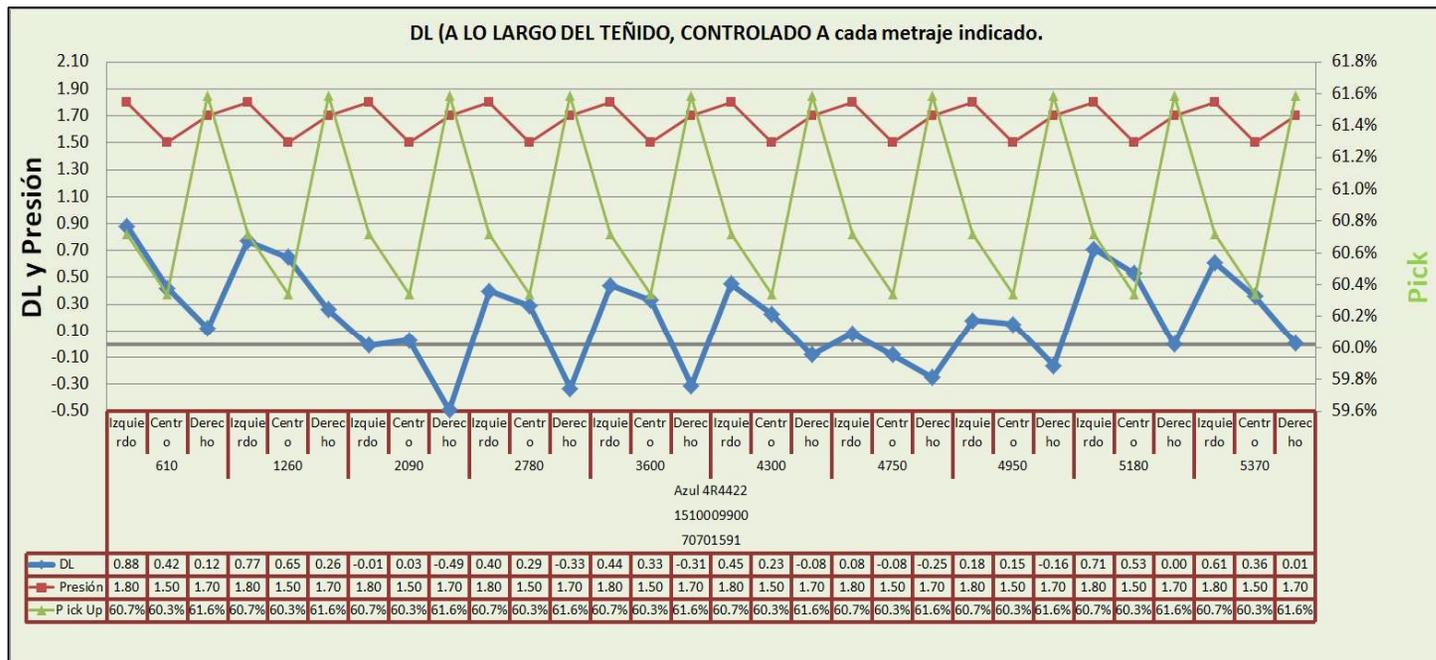
**Figura 14.**  
*Ajuste de presión de trabajo "C"*



*Nota:* Elaboración propia.

La tercera opción de ajuste de presión no genera una estabilidad en los valores de DL y de pick up, a mediciones realizadas a los 561 metros y a los 771 metros.

**Figura 15.**  
*Ajuste de presión de trabajo "D"*



Nota: Elaboración propia.

La cuarta opción de ajuste de presión no genera una estabilidad en los valores de DL y de pick up, a mediciones realizadas a diferentes metrajés.

De las cuatro opciones de presión analizadas, la combinación que se utilizará en el trabajo de los rodillos del Foulard es la siguiente:

**Tabla 10.**  
*Presiones del Foulard*

Presión lado derecho	1.70 Bar
Presión centro	1.50 Bar
Presión lado izquierdo	1.70 Bar

*Nota:* Elaboración propia.

Las presiones del Foulard que se trabajarán para mantener las mejores condiciones en el Teñido son de 1.70 Bar en el lado derecho, 1.50 Bar en el centro y de 1.70 Bar en el lado izquierdo. En la figura 16, se muestran las presiones determinadas como las más estables para el proceso.

**Figura 16.**  
*Presiones más estables del Foulard*



*Nota:* Elaboración propia.

### *Mantenimiento de Foulard*

Para mantener en buenas condiciones los rodillos del Foulard, se realizaron cambios en la maquinaria a través de seis etapas.

**Tabla 11.**  
*Etapas y acciones para la mejora del Foulard*

Etapa	Actividad	Descripción	Imagen
1	Cambio de rodillo del Foulard	Se escuchaba un sonido extraño en el rodillo del Foulard, lo cual podría estar generando problemas con la rotación de los ejes	
2	Cambio de válvulas	La apertura y cerrado de válvulas no era óptima, pues a veces las válvulas se trababan durante su funcionamiento	
3	Cambio de fuelles	Los fuelles que forman parte de la estructura interna del Foulard se encontraban desgastados, lo que podría generar problemas con la presión y dirección del aire.	

4	Cambio de válvula y control hidráulico	Como medida preventiva, dado que varios de los componentes del Foulard relacionados a la presión de trabajo estaban desgastados o fallando.	
5	Cambio de posición de rodillos y reducción del límite de desigualdad mandada	Se modificó la posición de los rodillos a fin de pueda haber una mejor rotación y presión para la impregnación del tinte.	
6	Aflojamiento de la tensión de resortes de la apertura de los rodillos	Existía una alta tensión debido a un ajuste excesivo en los resortes de la apertura de los rodillos, en la parte posterior de los fuelles.	

*Nota:* Elaboración propia.

Los cambios realizados mejoraron las condiciones técnicas y mecánicas del Foulard. El gasto total por todas las mejoras realizadas en el Foulard es igual a S/.2,000.

### ***Capacitación a los trabajadores para la revisión y mantenimiento del Foulard***

#### **I. Objetivo de la capacitación**

Br. Juan Jesús Chacaltana Alejos y Manuel Angel Rodríguez Tello

Reforzar los conocimientos técnicos y las capacidades de los operarios del área de Teñido con respecto a la revisión de los componentes del Foulard.

## II. Alcance de la capacitación

El plan de capacitación para la revisión y mantenimiento del Foulard se brindó a todos los operarios del área de Teñido de Creditex S.A.

## III. Responsable de la capacitación

El responsable de las jornadas de capacitación fue el jefe del área de Teñido de Creditex S.A. Este responsable estructuró la capacitación en función a tres ejes: Componentes de la maquinaria Foulard, Funcionamiento interno del Foulard y Repuestos y mantenimiento del Foulard.

## IV. Etapas de la capacitación

La capacitación para el cuidado y mantenimiento del Foulard se realizó en base a las siguientes etapas y cronograma.

**Tabla 12.**  
*Cronograma del plan de capacitaciones*

Nº de actividad	Tema de la actividad	Responsable	Fecha de la actividad	Tiempo de la actividad
1	Componentes de la maquinaria Foulard	Jefe del área de Teñido	01 y 02 de junio 2021	1 hora por sesión.
2	Funcionamiento interno del Foulard	Jefe del área de Teñido	03 de junio del 2021	1.5 horas

3	Repuestos y mantenimiento del Foulard	Jefe del área de Teñido	04, 05 y 06 de juniodel 2021	1 hora por sesión.
---	---------------------------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------

*Nota:* Elaboración propia.

El presupuesto asignado para el desarrollo de este plan de capacitaciones fue de S/.4,000, para la compra de repuestos del Foulard e impresión de materiales físicos utilizados durante el desarrollo de las actividades. La frecuencia de las capacitaciones es trimestral.

### ***Evaluación del CMC***

La evaluación del CMC, indicador comercial para analizar la calidad del Teñido, se realizó en una muestra de 30 órdenes de trabajo luego de haber realizado las mejoras comentadas.

A continuación, en la tabla 13, se detallan los valores de CMC finales

**Tabla 13.**  
*Valores de CMC finales*

Evaluación	CMC
1	0.93
2	0.80
3	0.90
4	0.84
5	0.76
6	0.86
7	0.97
8	0.97
9	0.94
10	0.82
11	0.84
12	0.74
13	0.84
14	0.83
15	0.91
16	0.93
17	0.92
18	0.96
19	0.77
20	0.78
21	0.80

22	0.94
23	0.74
24	0.96
25	0.90
26	0.91
27	0.81
28	0.83
29	0.93
30	0.74

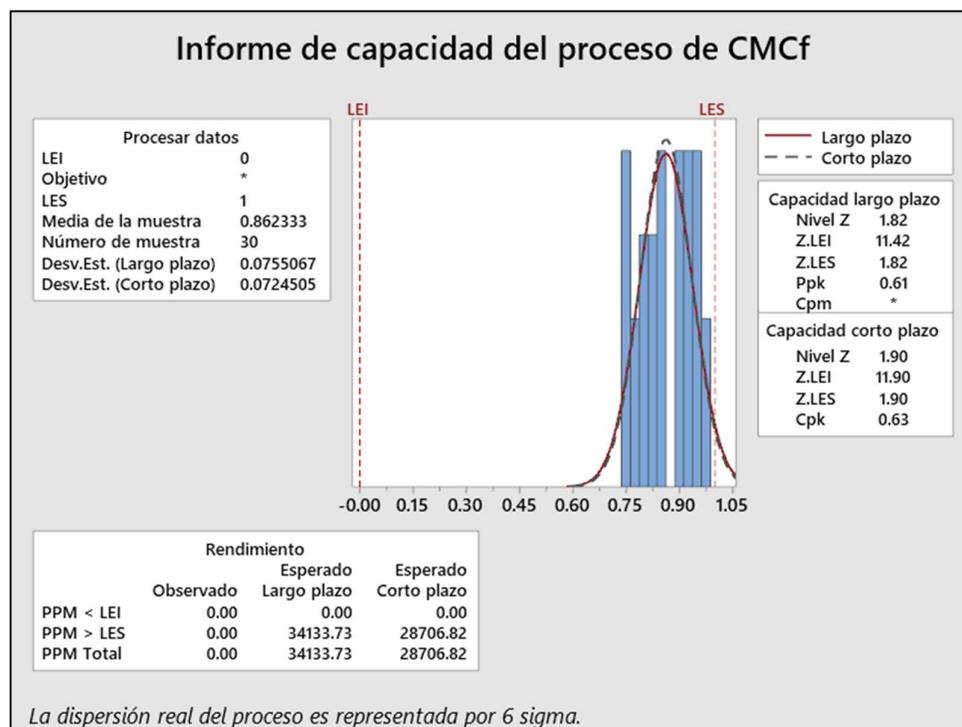
Nota: Elaboración propia.

Con estos valores mejorados, se determinarán los niveles de productividad y nivel sigma final.

### Medición del Nivel sigma final

Luego de haber realizado las mejoras en la planta de producción de Creditex S.A.A., se calculó el nivel sigma final, en función a los nuevos niveles de CMC hallados.

**Figura 17.**  
Nivel sigma final



Nota: Elaboración propia.

De esta manera, el nivel Z es igual a 1.82, lo que equivale a un nivel sigma de 3.32 para el proceso en el estado final. Dado que el nivel sigma se incrementó, esto significa que la calidad del proceso también lo hizo. Luego de la mejora, se puede considerar que el proceso mantiene una calidad convencional.

### Controlar

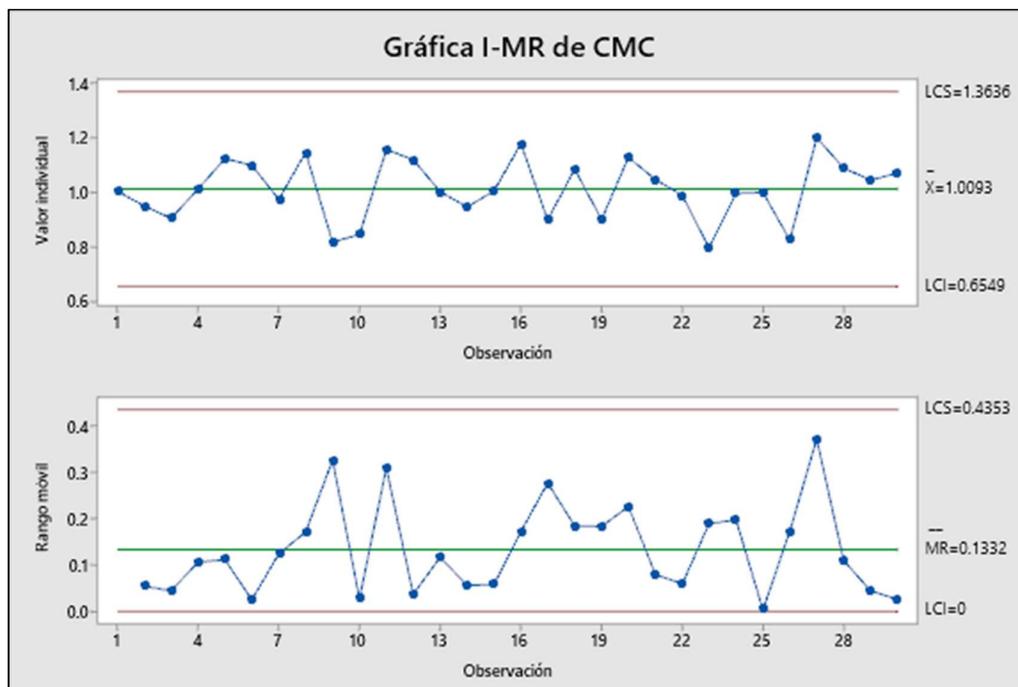
En esta etapa, se plantearon las medidas de Control con el fin de mantener las mejoras implementadas en el punto anterior.

#### *Control mensual del indicador CMC*

A continuación, se presentan gráficos de control de mediciones mensuales para evaluar la evolución del indicador CMC.

**Figura 18.**

*Gráficas de control para los niveles de CMC*



*Nota:* Elaboración propia.

Las gráficas de control permitirán analizar los valores de CMC y sus niveles de dispersión. Luego de realizada la mejora detallada previamente, se espera que los niveles de CMC se mantengan estables y cercanos a uno.

### ***Evaluación periódica del Foulard (quincenal)***

Otra evaluación que deberá ser realizada continuamente es la evaluación periódica del Foulard. Para ello, es importante que los trabajadores estén capacitados en la medición de presiones del Foulard, a fin de verificar que se encuentren en las presiones 1.70 Bar (izquierdo), 150 Bar (centro) y 170 Bar (derecho).

Para evaluar las presiones correspondientes, se medirán las huellas del Foulard, las cuales deben mantener una longitud de 3.9 cm, 4.1 cm y 3.9 cm. Se ha demostrado, en análisis anteriores, que la longitud de las huellas se relaciona directamente con la presión en los lados del Foulard.

**Figura 19.**  
*Medición de longitud de huella del Foulard*



*Nota:* Elaboración propia.

## CAPITULO V: RESULTADOS

A continuación, se presentarán los resultados de los indicadores de la productividad y se realizarán las pruebas de hipótesis correspondientes.

### Hipótesis general

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021

- a) Significancia = 0.05
- b) Resultados de Minitab

**Tabla 14.**  
*Estadísticos descriptivos*

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Productividad i	30	0.29581	0.03414	0.00623
Productividad f	30	0.32887	0.01714	0.00313

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 15.**  
*Hipótesis y valor p*

Hipótesis nula	Ho: diferencia $\mu = 0$
Hipótesis alterna	H1: diferencia $\mu < 0$
Valor T	Valor p
-4.27	0.000

*Nota:* Elaboración propia.

- c) Conclusión: El p-valor es igual a  $0.000 < 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho). De esta manera, se puede afirmar que la metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

## Hipótesis específicas

### *Hipótesis específica 1*

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

- a) Significancia = 0.05
- b) Resultados de Minitab

**Tabla 16.**  
*Estadísticos descriptivos de Prueba específica 1*

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Eficiencia i	30	0.8114	0.1331	0.0243
Eficiencia f	30	0.9408	0.0671	0.0122

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 17.**  
*Hipótesis específica 1 y valor p*

Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : diferencia $\mu = 0$
Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : diferencia $\mu < 0$
Valor T	Valor p
-4.28	0.000

*Nota:* Elaboración propia.

- c) Conclusión: El p-valor es igual a  $0.000 < 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>). De esta manera, se puede afirmar que la metodología Six Sigma mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

### ***Hipótesis específica 2***

Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

- a) Significancia = 0.05
- b) Resultados de Minitab

**Tabla 18.**  
*Estadísticos descriptivos de Prueba específica 2*

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Eficacia i	30	0.7037	0.3395	0.0620
Eficacia f	30	0.9447	0.1714	0.0313

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 19.**  
*Hipótesis específica 2 y valor p*

Hipótesis nula	Ho: diferencia $\mu = 0$
Hipótesis alterna	H1: diferencia $\mu < 0$
Valor T	Valor p
-3.28	0.001

*Nota:* Elaboración propia.

- c) Conclusión: El p-valor es igual a  $0.000 < 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho). De esta manera, se puede afirmar que la metodología Six Sigma mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.

### Evaluación económica financiera

A continuación, se desarrolla un flujo de caja en el que se detallan todos los ingresos (ahorros) generados por la empresa gracias a la aplicación de Six Sigma en Creditex S.A.A. Asimismo, se detallan todos los egresos y las inversiones realizadas para la implementación de este proyecto. Los egresos están conformados por los costos de los mantenimientos mensuales, por los costos de las capacitaciones trimestrales y por los gastos de bonificaciones por objetivos, que se brindan al término de la implementación de Six Sigma. Con respecto a la inversión, esta considera la capacitación de los trabajadores Green Belt y Black Belt para la implementación de la metodología Six Sigma

**Tabla 20.**  
*Flujo de caja Creditex S.A.A.*

	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Ingresos (ahorros)		S/ 50,000											
Costos de mantenimiento		S/ 2,000											
Costos de capacitaciones		S/ 4,000			S/ 4,000			S/ 4,000			S/ 4,000		
Bonificación por objetivo													S/ 13,500
Flujo de caja operativo		S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 34,500
Inversión en capacitación Black Belt y Green Belt	S/ 83,000												
Flujo de caja de libre disponibilidad	-S/ 83,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 44,000	S/ 48,000	S/ 34,500

Nota: Elaboración propia.

Para el cálculo de los indicadores, se consideró una tasa COK de 15% anual, lo que equivale a una tasa mensual de 1.17%. El valor de la tasa COK fue referida por el área administrativa de la empresa, en función al rendimiento esperado por sus socios inversionistas. Con estos valores, se determinan los indicadores de rentabilidad del proyecto. A continuación, se detalla el cálculo del Valor Actual Neto.

$$VAN = -83,000 + \frac{44,000}{(1 + 1.17\%)^1} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^2} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^3} + \frac{44,000}{(1 + 1.17\%)^4} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^5} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^6} + \frac{44,000}{(1 + 1.17\%)^7} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^8} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^9} + \frac{44,000}{(1 + 1.17\%)^{10}} + \frac{48,000}{(1 + 1.17\%)^{11}} + \frac{34,500}{(1 + 1.17\%)^{12}}$$

$$VAN = 424,677.88$$

De este modo, el Valor actual neto correspondiente a las mejoras implementadas es igual a S/.424,677.88, resultando viable su implementación. Por otro lado, se presenta el cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

$$0 = -83,000 + \frac{44,000}{(1 + TIR)^1} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^2} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^3} + \frac{44,000}{(1 + TIR)^4} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^5} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^6} + \frac{44,000}{(1 + TIR)^7} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^8} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^9} + \frac{44,000}{(1 + TIR)^{10}} + \frac{48,000}{(1 + TIR)^{11}} + \frac{34,500}{(1 + TIR)^{12}}$$

$$TIR = 55\%$$

De acuerdo con los resultados encontrados, la Tasa Interna de Retorno es igual a 55%, por lo que es viable la implementación de las mejoras. Finalmente, en la tabla 21, se resumen los indicadores de rentabilidad, incluyendo el valor del payback (periodo de recuperación de la inversión).

**Tabla 21.**  
*Indicadores de rentabilidad*

VAN	424,677.88
TIR	55%
Payback	1.84 meses

*Nota:* Elaboración propia.

Los indicadores de rentabilidad demuestran que este proyecto de mejora a través de Six Sigma es viable, pues el Valor actual neto resultó positivo (S/.424,677.88), la Tasa interna de retorno fue igual a 55% (mayor que la tasa de descuento COK) y el payback o periodo de recuperación descontado fue de 1.84 meses.

## CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados encontrados en esta investigación fueron bastante positivos para la empresa, en cuanto a indicadores de productividad y de rentabilidad por la implementación de las mejoras. De esta manera, se demostró que la metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, incrementando el nivel de productividad desde un valor de 0.29581 a un valor de 0.32887, lo que significó un crecimiento de 26.21%. Asimismo, al estudiar las dimensiones de la productividad, se demostró que la metodología Six Sigma mejoró significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, incrementando esta dimensión desde un valor de 81.14% hasta un valor de 94.08%. Con respecto a la dimensión eficacia, la metodología Six Sigma también mejoró significativamente este indicador, pues incrementó su valor desde un 70.37% a un valor de 94.47%. Todas estas mejoras se obtuvieron gracias al incremento del nivel sigma, el cual varió desde un 1.06 hasta un valor de 3.32. La implementación de toda la propuesta de estudio fue evaluada a través de un flujo de caja y de indicadores de rentabilidad, en los que se obtuvieron valores favorables: VAN de S/.424,677.88, la TIR de 55% y un payback equivalente a 1.84 meses.

Estos resultados positivos encontrados coinciden con los obtenidos por Ibarra y Berrazueta (2019), quienes aplicaron la metodología Six Sigma para mejorar los indicadores económicos de una empresa textil. Dentro de este proceso de trabajo, los investigadores lograron reducir un 1.86% la proporción de cobijas de segunda calidad que se fabricaba en su empresa, lo que significó un beneficio esperado de \$5,350.93 mensuales para un tiempo de 18 meses. Asimismo, el nivel sigma logró

incrementarse desde un nivel de 3.21 a 3.89, lo que disminuyó la proporción de errores y facilitó el incremento de las ganancias.

Por otro lado, los resultados de la presente investigación también coinciden con los resultados favorables obtenidos por Ordóñez y Torres (2014), quienes realizaron un análisis y mejora de procesos en una empresa textil utilizando la metodología DMAIC Six Sigma. Dentro de los resultados obtenidos en esta investigación, se obtuvo el incremento de la capacidad del proceso, desde un valor de 0.39 a un valor de 0.97 (escenario optimista), una disminución del porcentaje de productos defectuosos desde un total de 27.77% hasta un total de 0.31% (escenario optimista) y se obtuvo un incremento en el nivel sigma del proceso desde un valor de 0.69 hasta un valor de 2.65 (escenario optimista). Asimismo, cuando realizaron la evaluación económico financiera de la implementación del DMAIC obtuvieron indicadores de rentabilidad favorables: S/.70,352.52 de ahorro mensual, un valor de VPN igual a S/.218,599.86 y una TIR de 26.56% en un escenario optimista.

Finalmente, al analizar los resultados obtenidos por Gómez (2019), quien desarrolló una propuesta de implementación de una metodología Six Sigma en la empresa Calzado Krack, se encontró que los resultados favorables coinciden con los buenos resultados obtenidos en esta investigación, a pesar de haber realizado su investigación en una empresa del sector calzado. En dicha investigación, se logró disminuir el tiempo de reproceso de trabajo a 16.46 minutos, mejorando un 11% este cuello de botella e incrementando la productividad desde 127 pares hasta 151 pares de zapatos por mes. El nivel sigma mejoró desde un valor de 3.3 hasta un valor de 3.66 luego de la implementación de la propuesta Six Sigma.

En las investigaciones revisadas se puede comprobar la importancia de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad de las empresas, la disminución de los errores de producción y el incremento de la rentabilidad esperada por las organizaciones. En este sentido, la metodología Six Sigma se presenta como un método de trabajo eficiente y con resultados positivos esperados.

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES

Con respecto a la hipótesis general de la investigación, se pudo comprobar que la metodología Six Sigma mejoró significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, pues permitió incrementar el nivel de productividad desde un valor de 0.29581 a un valor de 0.32887, representando un crecimiento de 26.21%.

Con respecto a la hipótesis específica 1, se pudo comprobar que la metodología Six Sigma mejoró significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, incrementando esta dimensión desde un valor de 81.14% hasta un valor de 94.08%, representando un crecimiento de 12.94%.

Con respecto a la hipótesis específica 2, se pudo comprobar que la metodología Six Sigma mejoró significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, incrementando esta dimensión desde un valor de 70.37% hasta un valor de 94.47%, representando un crecimiento de 24.10%.

La implementación de la metodología Six Sigma y de las propuestas de mejora aquí presentadas representaron un ahorro significativo para la empresa de S/.50,000 mensuales. Los indicadores de rentabilidad del flujo de caja proyectado demostraron que la implementación es viable, pues se obtuvieron los siguientes indicadores: VAN = S/.424,677.88, TIR = 55% y payback = 1.84 meses.

## CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

Se recomienda que la gerencia de la empresa se involucre continuamente en la mejora de los procesos de fabricación, a fin de brindar apoyo para la realización de estudios posteriores relacionados con la implementación de la metodología DMAIC Six Sigma.

Se recomienda mantener los grupos de trabajo formados por los Green belts de la empresa, a fin de desarrollar nuevos proyectos Six Sigma en las diversas áreas de la organización. Esto podría ayudar a incrementar la productividad general de la empresa y generar mayores utilidades.

Se recomienda desarrollar los mantenimientos preventivos descritos en la presente investigación, pues estas actividades permitirán disminuir los reprocesos por errores de teñido de telas.

Se recomienda realizar las capacitaciones presentadas dentro del plan de mejora de este trabajo, a fin de mantener, en el largo plazo, las mejoras desarrolladas para los procesos de Teñido de telas. Es importante que los trabajadores sepan evaluar el desempeño del Foulard, a fin de disminuir la generación de errores de teñido.

Se recomienda desarrollar las actividades de control propuestas en la presente investigación, a fin de realizar la comprobación del funcionamiento correcto del Foulard.

## REFERENCIAS

- Amezcu, C. & Jiménez, A. (1996). *Evaluación de Programas sociales* (1ª ed). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Añaguari, M. (2016). *Integración de Lean Manufacturing y Seis Sigma: Aplicación pymes*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Bernardo, K. & Paredes, J. (2016). *Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula en la Universidad Autónoma del Perú* (Tesis de Licenciatura).  
<http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/339/1/Bernardo%20Herrera%2c%20Katherine%3b%20Paredes%20Vilcamisa%2c%20Jannifer.pdf>
- Brue, G. (2015). *Six Sigma for Managers* (2ª ed). New York: McGraw-Hill Education.
- Camue, A., Carballal, E. & Toscano, D. (2017). Concepciones teóricas sobre la efectividad organizacional y su evaluación en las universidades. *Cofin Habana*, 12(2), 136-152.
- Chiavenato, I. (1999). *Administración de Recursos Humanos* (5ª ed).  
[https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-08/UNIDADES-APRENDIZAJE/Administracion%20de%20los%20recursos%20humanos\(%20lect%202\)%20CHIAVENATO.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-08/UNIDADES-APRENDIZAJE/Administracion%20de%20los%20recursos%20humanos(%20lect%202)%20CHIAVENATO.pdf)
- Chiavenato, I. (2010). *Administración de recursos humanos: el capital humano de las organizaciones* (10ª ed.). México D.F.: Editorial McGraw Hill Interamericana.
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- De Guindos, L. (2008). *Productividad buena, productividad mala*. Madrid: El mundo.
- Fernández-Ríos, M. & Sánchez, J. (1997). *Eficacia organizacional* (1ª ed). Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Flores, J. (2017). *Implementación de la herramienta Six Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial SAC 2017* (Tesis de Licenciatura).

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12431/Flores\\_GJE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12431/Flores_GJE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fuentes, F. (2018). Productividad: El eslabón perdido del crecimiento. *Observatorio económico*, 4-5.

Gestión. (2021). *La eficiencia, la efectividad y la eficacia* [gestión.org]. Recuperado de <https://www.gestion.org/las-estrategias-empresarias/>

Gómez, C. (2019). *Aplicación de un modelo Lean Six Sigma orientado a la mejora de la productividad en una empresa del sector cuero de Cali* (Tesis de Licenciatura).

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11074/T08709.pdf?sequence=5>

Guerra, M. (2019). *Mejora de procesos mediante metodología Lean Six Sigma (Yellow belt) aplicada a una línea de manufactura de amortiguadores electromagnéticos* (Tesis de Licenciatura).

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/16818/Tesis.pdf?sequence=3>

Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (3ª ed.). México D.F.: Editorial McGraw Hill.

Ibarra, C. & Berrazueta, G. (2019). *Aplicación de metodología DMAIC en empresa textil con enfoque en reducción de costos* (Tesis de Licenciatura).

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8174/1/142061.pdf>

Keller, P. (2011). *Six Sigma Demystified* (2ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Education.

Matzunaga, L. (2017). *Implementación de un sistema de mejora de calidad y productividad en la línea de fileteado y envasado de pescados en conserva basado en las herramientas de la metodología Six Sigma* (Tesis de Maestría).

<https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1419/LMMATZUNAGAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

McCarty, T., Daniels, L., Bremer, M., & Gupta, P. (2005). *The Six Sigma Black Belt Handbook*. New York: McGraw-Hill.

Mendoza, J. (2018). Más allá de la productividad. *Desarrollo Gerencial*, 10(1), 1-4.

- Narvaez, G. (2019). *Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en Lean Six Sigma a la empresa D'Max Sport S.A.S. fabricante de calzado* (Tesis de Licenciatura).  
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10922/T08457.pdf;jsessionid=B3D4A6D64B61A19D86D77A75B927246B?sequence=5>
- Ordoñez, W. & Torres, J. (2014). *Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC* (Tesis de Licenciatura).  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5287/ORDO%c3%91EZ\\_WILLIAM\\_ANALISIS\\_MEJORA\\_PROCESOS\\_EMPRESA\\_TEXTIL\\_METODOLOGIA\\_DMAIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5287/ORDO%c3%91EZ_WILLIAM_ANALISIS_MEJORA_PROCESOS_EMPRESA_TEXTIL_METODOLOGIA_DMAIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortiz, M. (2020). *Implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora en Pymes de Latinoamérica* (Tesis de Licenciatura).  
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7868/1/298704-2020-I-GC.pdf>
- Pande, P., Neuman, R., Cavanaugh, R. (2014). *The Six Sigma Way: How to Maximize the Impact of Your Change and Improvement Efforts* (2ª ed). New York: McGraw-Hill Education.
- Pardo, A. (2019). *Propuesta de implementación del modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones América* (Tesis de Licenciatura).  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23297/1/PROPUESTA%20DE%20IMPLEMENTACI%C3%93N%20DEL%20MODELO%20SIX%20SIGMA%20PARA%20MEJORAR%20EL%20PROCESO%20DE%20MANEJO%20Y%20CONTROL%20DE%20D.pdf>
- Pereda, J. (2018). *La aplicación de la metodología Six sigma para mejorar la productividad en el área de Soldadura de la empresa M.Q Metalúrgica S.A.C., Lima, 2018* (Tesis de licenciatura).  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22815/Pereda\\_QJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22815/Pereda_QJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pérez, I. & Rojas, J. (2019). *Lean, Seis sigma y herramientas cuantitativas: una experiencia real en el mejoramiento productivo de procesos en la industria*

gráfica en Colombia. *Revista de métodos cuantitativos para la Economía y la empresa*, 27, 259-284.

Pyzdek, T. & Keller, P. (2018). *The Six Sigma Handbook* (5ª ed). New York: McGraw-Hill Education.

Ramos, W. (2013). Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa courier: el caso Perú Courier. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 16(2), 59-66.

Real Academia Española. (2021). *Diccionario de la Lengua Española*.  
<https://www.rae.es/>

Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la investigación* (1ª ed). México D.F.: Editorial Universidad J. Autónoma de Tabasco.

Rodríguez, A. (2020). *Metodología Six Sigma y su efecto en el Índice de quejas de la empresa Avicesar S.A.C., Trujillo 2020* (Tesis de Maestría).  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24714/F055\\_40071697\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24714/F055_40071697_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Solano, J. (1999). Ergonomía y Productividad. *Industrial data*, 2(1), 48-50.

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### Matriz de consistencia

Alumnos:	Manuel Angel Rodríguez Tello Juan Jesús Chacaltana Alejos		Carrera:	Ingeniería industrial
Línea de Investigación	Producción: Aplicación de herramientas Lean Six Sigma en entornos productivos y/o servicios			
Título de la Investigación:	Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad del área de teñido de Creditex S.A.A., Lima, 2021.			
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de las Variables	
<b>General:</b> ¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?  <b>Específicos:</b> ¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?	<b>General:</b> Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.  <b>Específicos:</b> Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficiencia del área de Teñido de	<b>General:</b> Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021. H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la productividad del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.  <b>Específicos:</b>	<b>Variable 1: Six Sigma</b>  <b>Definición:</b> Brue define que Six Sigma “es una metodología para utilizar un conjunto de técnicas y herramientas para mejorar la calidad del producto o servicio al identificar y reducir o eliminar las causas de defectos o errores y minimizar la variabilidad en los procesos” (2015, p. 1).	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar
			<b>Variable 2: Productividad</b>  <b>Definición:</b>	Eficiencia

<p>¿Cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021?</p>	<p>la empresa Creditex, Lima, 2021.</p> <p>Determinar cuál es el impacto de la metodología Six Sigma en la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.</p>	<p>Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.</p> <p>H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficiencia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.</p> <p>Ho: La metodología Six Sigma no mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.</p> <p>H1: La metodología Six Sigma mejora significativamente la eficacia del área de Teñido de la empresa Creditex, Lima, 2021.</p>	<p>Solano explica que la productividad “es un índice que se obtiene de relacionar el nivel de salida de un sistema y el nivel de recursos que fue preciso utilizar para dicha salida” (1999, p. 48).</p>	<p>Eficacia</p>
<p><b>Método y diseño de la Investigación</b></p>	<p><b>Población y muestra</b></p>	<p><b>Técnicas e instrumentos</b></p>	<p><b>Método de análisis de datos</b></p>	

<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: Cuasi Experimental</p>	<p><b>Población:</b> 60 procesos de teñido realizados dentro del área de Teñido en la empresa Creditex. De esta total poblacional, se plantean 30 observaciones pre-test y 30 observaciones post-test.</p> <p><b>Muestra:</b> 60 procesos de teñido</p> <p><b>Muestreo:</b> Censal</p>	<p><b>Técnica:</b> Observación experimental</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de registro de datos</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estadísticos descriptivos del proceso.</li> <li>2. Nivel Z del proceso</li> <li>3. Nivel Sigma del proceso</li> </ol>
--	--	---	---

**Anexo 2.**

*Estructura del equipo de trabajo Six Sigma*



**Anexo 3.**  
*Plan de trabajo Creditex S.A.A.*

CREDITEX S.A.A.		CONTROL DE TÍTULO - ASISTENCIA - FRECUENCIA - CALIDAD - DIVERSIDAD - HABILIDADES - PRODUCTIVIDAD											
PROCESAMIENTO		CENOS											
N.º MAQUINA		RETORCEP889				C.O.S. DE MODULA				P200			
N.º MENSUAL - PEDIDOR		2010 2008				D.M.A.				PE 10000			
PROCESADO						CODE INO.				5200768			
N.º	M.	TRABAJO		CÓDIGO		T. D. E. S. I. T. O.							
		HR	MIN	ET	MOTIVOS (1-6)								
1	M	16.3			MOTIVO DE PROBLEMA						20-2-16		
2	M	16.3			MOTIVO DE PROBLEMA						10-19-17		
3	M				DE FALTA DE						20-09		
4	M				ET						4-19-4		
5	M				OTR						2-17		
PROB.													
S.O.F.													
EXPERIENCIA		FORMACIÓN		HABILIDADES		TRABAJOS							
O.T.		M. D. E.		M. D. E.		M. D. E.		M. D. E.		M. D. E.			
8114		8114		40		334		47		20.8.17.5			
CERTIFICADO		DESEMPEÑO				INDICADORES DE EFECTIVIDAD						CLASIFICACIÓN	
C. D. N.		C. D. N.		C. D. N.		C. D. N.		C. D. N.		C. D. N.		C. D. N.	
17358		762		163		118		0		0		4	
DESCRIPCIÓN:												M.D. DE COSTURA (CONDICIONADO)	
N.º DE TÍTULO		FECHA DE EMISIÓN				N.º DE TÍTULO				FECHA DE EMISIÓN			
01		20-02-16				P.M.C							

**Anexo 4.**  
*Evaluación del color post teñido*

