

**Control de procesos en el área de impresión de una empresa
cerillera, para establecer criterios de inspección**

M.A.C. Elizabeth Vázquez Estefes

evazquez@itsoeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7851-279X>

ITSOEH

M.A.C. Benito Armando Maturano Maturano

bmaturano@itsoeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6250-6339>

ITSOEH

M.A.C. Nelly Ana Laura Jiménez Zúñiga

njimenez@itsoeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9985-6874>

ITSOEH

Nubia López Antonio

19011864@itsoeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5174-2977>

ITSOEH

HIDALGO – MEXICO

RESUMEN

Gráficos la Central S.A de C.V. es una empresa encargada de la impresión de diversos empaques como posters, cenefas, colgantes, copetes, tiras preciaadoras, danglers, etc, elaborados en cartón, couché, caple, papeles adhesivos, entre otros. Al no contar con criterios de aceptación en la materia prima empleada para la realización de sus productos, se generan problemas en procesos y en productos terminados. El objetivo del estudio fue establecer criterios de inspección en la materia prima para disminuir el rechazo del producto y los no conformes mediante el control de procesos, mejorando la productividad y la satisfacción del cliente. Del mismo modo se aplicaron propuestas para mejorar la calidad desde la materia prima, presentando dos formatos para establecer criterios de aceptación en sustratos y tintas, además de una hoja de cálculo que permitió saber con exactitud la desviación del tono Delta E de los impresos en tinta de selección y Pantone. Se aplicó la metodología *six sigma* y *DMAIC* para el área de impresión, como resultado de la propuesta, la calidad de los sustratos y tintas aumento considerablemente reduciendo la variación a 0.05 y la desviación Delta entre 2 a 4 cumpliendo con las especificaciones de la ISO 12647-2.

Palabras clave: calidad; mejora de procesos; criterios de aceptación y mejora continua.

Correspondencia: evazquez@itsoeh.edu.mx

Artículo recibido 10 octubre 2022 Aceptado para publicación: 10 noviembre 2022

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Maturano Maturano, B. A., Vázquez Estefes, E., Jiménez Zúñiga, N. A. L., & Nubia López, A. (2022). Control de procesos en el área de impresión de una empresa cerillera, para establecer criterios de inspección. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 2577-2596. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3702

Process control in the printing area of a matchbox company, to establish inspection criteria

ABSTRACT

Gráficos la Central S.A de C.V. is a company in charge of the printing of diverse packaging such as posters, banners, hangtags, copetes, precision strips, danglers, etc., made of cardboard, couché, caple, adhesive papers, among others. By not having acceptance criteria for the raw materials used to make their products, problems are generated in processes and finished products. The objective of the study was to establish inspection criteria for the raw material in order to reduce product rejection and non-conformities through process control, improving productivity and customer satisfaction. In the same way, proposals were applied to improve quality from the raw material, presenting two formats to establish acceptance criteria in substrates and inks, as well as a spreadsheet that made it possible to know the exact deviation of the Delta E tone of the prints in selection and Pantone inks. The six sigma and DMAIC methodology was applied to the printing area. As a result of the proposal, the quality of the substrates and inks increased considerably, reducing the variation to 0.05 and the Delta deviation between 2 and 4, complying with the specifications of ISO 12647-2.

Keywords: *quality; process improvement; acceptance criteria and continuous improvement.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Relevancia y objetivos del tema

El presente proyecto pretende establecer criterios de inspección en la materia prima (MP) en la empresa Gráficos La Central S.A. de C.V., la misma que actúa como proveedor interno y externo de diversos productos, como lo son: cajas de cerillo, cajas para alimentos y artículos médicos, tarjetas para la industria metal-mecánica, entre otros. El problema de investigación se basa en la incertidumbre que existe en el proceso de inspección de MP dentro del departamento de calidad de la compañía, así como las malas prácticas, el mal seguimiento de los procedimientos, inexistencia de puntos a evaluar y la variación del tono en la inspección, que han contribuido al incremento de errores y como consecuente defectos de calidad en el producto final.

En vista de esto, los objetivos se enfocan en aplicar una hoja de cálculo de medición de deltas (diferencia de color) en los impresos, asegurando que el tono se encuentre dentro de los parámetros establecidos y así disminuir defectos que se presenten en el producto. Se empleó la metodología *Six Sigma* basada en la examinación de procesos repetitivos con la finalidad de eliminar los defectos llevando a la calidad a niveles cercanos a la perfección, para finalizar el tipo de investigación que se realizó fue descriptiva.

1.2 Antecedentes

La metodología Six Sigma empezó en Motorola en 1986, implementada por el ingeniero Mikel Harry, quien se propuso a estudiar las variaciones existentes dentro de los procesos de Motorola. De acuerdo a García Castillo & Pujaico Escudero (2019), Six Sigma es una metodología de calidad de sencilla aplicación de bajo costo que ayuda a proporcionar mejores productos y servicios disminuyendo defectos y satisfaciendo al cliente.

Carreón (2020), define a la metodología DMAIC como la principal herramienta de Six Sigma para mejorar procesos y busca reducir la variación de un proceso mejorando la calidad del mismo, esta se define por las etapas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Por otro lado, Delta E según Gómez (2021), es una medición empleada para interpretar la precisión de color del panel de un sustrato o monitor, es decir es la diferencia de sensación de color, establece que cuanto mayor sea el valor de Delta E, la precisión de color será menor. Otra metodología empleada fue la militar estándar 105e (Military Standard 105E. MIL-STD-105E) un sistema de planes de muestreo para la aprobación de atributos que en Tablas de inspección bajo los criterios de ISO 2859.

Para establecer el control, se calcularon los índices de análisis de capacidad (Cp, Cpk, Pp y Ppk) que ayudan a entender la variación dentro del proceso, y establecen el nivel aceptable de habilidad y desempeño.

Mendoza (2021), da a conocer su *“Propuesta de mejora de procesos de impresión offset en industria gráfica basados en la Metodología Six Sigma”* donde por medio de la medición grafica de control por atributos P realizo un análisis de determinación de las causas (Pareto), posteriormente detallo propuestas de mejora basándose en disminuir la desviación de defectos con el fin de controlar el proceso a través de indicadores de gestión obteniendo un costo beneficio de \$1,2700.00.

Lima, Tenopala, Torres, Montiel & Vargas (2020), muestran los resultados de su investigación en una PYME del giro de Serigrafía en el Estado de Tlaxcala, México. Por medio de Lean Six Sigma (LSS), diagrama SIPOC, de flujo, gráficos de control y diagrama Ishikawa como técnica del estudio, determinaron que el proceso actual cuenta con un nivel sigma de 2.11 (deficiente), identificando cuatro defectos principales que no añaden valor al proceso. Debido a esto proponen actividades para mejorar el proceso de tampografía reduciendo el 30% de productos rechazados. *“Aplicación de herramientas Lean Six Sigma para el análisis del nivel de desperdicio en un proceso de tampografía en una MIPYME”*

Anaya Centeno (2020), da a conocer su *“Propuesta de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad de la mano de obra en la producción de libros en una imprenta”* donde determina qué la metodología Lean influye en la mejora de la productividad en el proceso de libros. Por medio de la aplicación de Kanban se obtuvo un área más limpia y ordenada, disminuyo el nivel de inventario a 90.73%, aumento de Valor agregado a 36.10%. Además de lograr la reducción del tiempo de Setup en 58.85% y reducción de Scrap al 1.5% en el proceso de impresión.

García Castillo & Pujaico Escudero (2019), da a conocer en su artículo titulado *“Análisis y propuesta de mejora para el proceso de producción en una imprenta industrial empleando metodología Six Sigma”* un estudio para analizar y mejorar el proceso de producción de una imprenta empleando la metodología Six Sigma, por medio del desarrollo del ciclo DMAIC: definir, medir, analizar, implementar y controlar del proceso seleccionado.

1.3 Justificación

En la actualidad las artes gráficas en el diseño de un producto o servicio juegan un papel

fundamental dentro del mercado de venta, debido a que el cliente se ve atraído e interesado a este incitándolo a adquirirlo, en ocasiones los productos en la empresa presentan defectos típicos en el proceso de impresión, como variación en tono, texto, desprendimiento de componentes, entre otros., para esto se aplicaron criterios de aceptación en la MP y el producto en proceso, con el fin de estar dentro de los parámetros establecidos, evitando rechazos de tipo interno, externo, parcial y total.

1.4 Hipótesis

La hipótesis de la investigación radica en la aplicación de una hoja de cálculo de la medición de deltas de un producto impreso, además de presentar propuestas para la disminución del rechazo por parte del cliente en el producto terminado, contribuyendo a la óptima calidad.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS O MATERIALES Y MÉTODOS

Gráficos La Central, S. A. de C. V. es una empresa encargada de elaborar empaques propios: las cajitas de los cerillos “Clásicos” ubicada en Carretera Km. 24.5-B Jorobas Tula Parque Industrial de Atitalaquia Hidalgo, dedicada también a la impresión de cualquier caja plegadiza (armable) o material promocional en punto de venta, de igual forma se trabaja bajo diseños propuestos, adicionalmente ofrece el servicio de diseño y desarrollo de materiales impresos. Cuenta con máquinas impresoras de diversos volúmenes y tintas de impresión con capacidad máxima de 72 x 102 cm, ROLAND 708 + P, ROLAND 700 ROLAND, 600 ROLAND REKORD.

El estudio se ejecutó bajo la investigación descriptiva también conocida como la investigación estadística delimitada en cuatro fases. (Alban, Arguello, & Molina, 2020)

- 1) Delimitación del objeto de estudio.
- 2) Delinear los pasos para conseguir el objetivo.
- 3) Selección de técnicas de recolección de datos.
- 4) Realizar observaciones objetivas y exactas.
- 5) Descripción, análisis e interpretación de datos.

Los criterios a evaluar en la inspección de los productos se dan a conocer por parte del departamento de calidad y el laboratorio de tintas, el departamento de calidad recibe un certificado donde se corroboran las especificaciones solicitadas al proveedor o al área, las decisiones son tomadas por el departamento de calidad de acuerdo a un criterio razonable de modo que no afecte en la producción ni a las condiciones de calidad en el

producto final. (Arroyo, Bravo, Buenaño, & Rivera, 2018).

2.1 Plan de muestreo de aceptación para materia prima

La inspección se realiza con cada sustrato, tinta, barniz u otro artículo o sustancia que llega a la planta, se toma una muestra aleatoria de un lote, se le somete a pruebas y mediciones de acuerdo a las características de calidad aplicadas en la compañía normalmente con la militar estándar 105e, de ser satisfactoria la prueba el lote se acepta de lo contrario se separa o sustituye. En caso de las tintas, se corroboran por medio del certificado de calidad (el arrastre pantone) ya que valida la efectividad del 80% de tinta aplicada al sustrato. (López, Rincón, & Cabrera, 2018)

Para especificar los criterios a evaluar y tener mayor control en la liberación y rechazo de las materias primas se implementó un formato de inspección de materia prima (tintas y sustratos) delimitado por una lista de verificación en este sentido, la tabla 1 especifica el proveedor, inspector, orden, fecha y los criterios de aceptación con base a DPMO (Defectos por Millón de Oportunidades) por niveles sigma.

Tabla 1.- DPMO por niveles sigma.

Inspección de materia prima "tinta"			
Proveedor:	Inspector:		
Orden de compra	Remisión/factura	Fecha:	
Criterios a evaluar para la aceptación de la materia prima	Cumple		
	Si	No	
El certificado de calidad cumple con arrastre de color.			
Arrastre similar al Pantone.			
Delta E no mayor a 5.			
Tack no mayor a 10.			
El lote del certificado de calidad coincide con el plasmado en la etiqueta.			
El nombre del producto que está plasmado en la etiqueta coincide con el del certificado de calidad.			
El envase de la tinta se encuentra sin golpes			
El envase se encuentra totalmente cerrado			
La fecha en la que llega a planta está dentro de la fecha adecuada de consumo.			
El tono del arrastre del color es el correcto de acuerdo a pantone/ arrastre anterior liberado.			
Dictamen	conforme	inconforme	Firma del inspector de calidad

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, la tabla 2 muestra el formato de inspección de materia prima para los sustratos. (Finlayson, 2018).

Tabla 2.- Inspección de materia prima “sustrato”

Inspección de materia prima “Sustrato”						
Proveedor:		Inspector:				
Orden de compra		Remisión/factura		Fecha:		
Criterios a evaluar para la aceptación de la materia prima					Cumple	
					Si	No
El juego de papeles entregado por almacén cumple con orden de compra, factura y certificado de calidad.						
La especificación del sustrato coincide con la solicitada en la orden de compra.						
La bobina o tarima de sustrato no presenta golpes, maltrato, humedad u otros factores que afecten su rendimiento en producción.						
El sustrato cumple con las dimensiones y tolerancias especificadas en la orden de compra y certificado de calidad.						
El nombre del producto que está plasmado en la etiqueta coincide con el del certificado de calidad.						
El calibre del sustrato está dentro de las tolerancias especificadas en el certificado de calidad.						
El gramaje del sustrato está dentro de las tolerancias especificadas en el certificado de calidad.						
Al realizar la inspección se descarta la presencia de desprendimiento de caolín u otro defecto que pueda afectar su adecuado comportamiento en producción.						
Dictamen	conforme	inconforme	Firma del inspector de calidad			

Fuente: Elaboración propia.

Con un informe de evaluación se da la validación del comportamiento de cada proceso dentro de cada transformación de realización del producto. Para esto, la tabla 3 expresa la comparación de sustratos de línea con base a los certificados de calidad entre los sustratos Paprinsa, Barcelona y Maribel.

Tabla 3.- Comparación de sustratos de línea.

Comparación de sustratos con datos tomados de los certificados de calidad “Manola”					
Características técnicas					
PAPRINSA		BARCELONA		MIRABEL	
Gramaje	250 g	Gramaje	250 g	Gramaje	250 g
Calibre	12 pt	Calibre	14 pt	Calibre	14 pt
Rigidez	6.0 mNm	Rigidez	7.0 mNm	Rigidez	7.0 mNm
Humedad	6.90%	Humedad	6.50%	Humedad	6.50%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4, nos muestra que se elaboró una orden de hojeadado de las bobinas No. 434 y 427 obteniendo un total de 6700 hojas con 0.53 % de merma, donde el sustrato no presento problemas al pasar por hojeadado.

Tabla 4.- Hojeadado de sustrato.

Orden de hojeadado				
OH. 1069	PAPRINSA		Fecha: 08/ agosto/2021	
O.P. 19672	Producto: Muestras Cartón Paprinosa Manola Elegante 8 Tapas			
Cartón				
CH (cm):	H (cm):	Calibre (pt): 12	Gramaje (g):	
56	95		250	
No. De bobina	Hojas entregadas	Peso del rollo (kg)	Peso por hoja (g)	Merma (kg)
434	3800	541	139	2.5
427	2900	556	139	2.5
Total	6700	1097	139	5

Fuente: Elaboración propia

2.2 Aplicación de la medición del valor Delta E

Para la medición del valor Delta E en los diferentes tonos se realizó una hoja de cálculo en Excel y el uso de la formula CIEDE2000 (formula usada para diferenciar el color y las discrepancias adoptada en el año 2000 basada en la formula CIE por sus siglas en ingles “Colour-Difference Evaluation”) tomando en cuenta los valores de luminosidad $L_{ab} = L$ (de negro a blanco) * a (de rojo a verde) * b (de azul a amarillo) en la tonalidad de los productos. A continuación, la tabla 5 muestra las piezas no conformes por tono fuera de especificación del cliente dentro de 0.03 puntos por debajo y arriba del estándar. Ver ecuación 1.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)},$$

Ecuación 1. Formula CIEDE2000

Fuente: The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000.

Tabla 5.

Piezas no conformes por tono fuera de especificación

FECHA	CLIENTE	PRODUCTO	Orden a Producir	CANTIDAD PZS. NO CONFORMES
11/03/2021	PELIKAN, S.A. DE C.V.	Caja colectiva goma M20 celofán IMP 00200746	19384	700
21/03/2021	PELIKAN, S.A. DE C.V.	Caja goma colectiva BR-80 601013 / BR-40 601005 Alemanas	19385	9,000
11/04/2021	Fandeli S.A de C.V	Fajilla WP DW HO 505336	19458	550
10/06/2021	Truper S.A de C.V	ET-T-ST-5 Etiqueta truper estante 5 73086 + UV Mate	19540	4,600
22/08/2021	Cia . Cerillera La Central	Muestras de Cartón Papirinsa Viajeros 9 Tapas 32 luces 03201075	19675	218,700
27/08/2021	Truper S.A de C.V	T-J-T -REF - 1/2 73689	19549	10,000
06/09/2021	Truper S.A de C.V	TJ-T-DTJ-5 Tarjeta Truper Desarmadores 71669	19697	3,750
11/11/2021	Truper S.A de C.V.	T-J-T MAN -20X 1/2" RE Tarjeta truper manguera	19758	2,500
Total				249,800 pz.

Fuente: Elaboración propia

El estándar de color está justificado por un tríptico del área de calidad donde colocan los mínimos y máximos estándares. La hoja de cálculo Delta E se elaboró bajo las mediciones realizadas por medio de un espectro densitómetro calibrado. (Ming Ronnier, & Guihua, 2022).

La hoja de cálculo en Excel nos proporciona todos los datos más relevantes como lo son el estándar a comparar, tamaño de lote a producir, orden de producción, maquina impresor, características del sustrato, tintas utilizadas, deltas permitidos., entre otros. Al obtener la medición del valor Delta E se tienen un mayor control del tono impreso, esto evita rechazos. *Ver figura 1.*


		GRÁFICOS LA CENTRAL S.A DE C.V. DEPARTAMENTO DE CALIDAD																	
CALCULÓ DEL ERROR ESTÁNDAR (DELTA E)																			
CLIENTE		NOMBRE DEL PRODUCTO			FECHA														
ESTÁNDAR A COMPARAR					TAMAÑO DE LOTE A PRODUCIR	ORDEN A PRODUCIR													
Visto bueno del cliente																			
Estándar de color																			
TINTA																			
TIPOS DE IMPRESIÓN		MAQUINA		OPERADOR		TURNO													
SUSTRATO																			
TIPOS DE SUSTRATO		CALIBRE		GRAMAJE		REVERSO	PROVEEDOR												
NEGRO	CYAN	MAGENTA	AMARILLO	ESPECIAL 1	ESPECIAL 2	ESPECIAL 3	BARNIZ												
DELTA E		dE_{76}		dE_{00}		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ΔE^*</th> <th>Calidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>1-2.</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>2-4.</td> <td>Normal</td> </tr> <tr> <td>4-5.</td> <td>Suficiente</td> </tr> <tr> <td>>5</td> <td>Mala</td> </tr> </tbody> </table>		ΔE^*	Calidad	1	Excelente	1-2.	Buena	2-4.	Normal	4-5.	Suficiente	>5	Mala
ΔE^*	Calidad																		
1	Excelente																		
1-2.	Buena																		
2-4.	Normal																		
4-5.	Suficiente																		
>5	Mala																		
DELTA E .-NEGRO																			
DELTA E .-CYAN																			
DELTA E .-MAGENTA																			
DELTA E .-AMARILLO																			
DELTA E .-ESPECIAL 1																			
DELTA E .-ESPECIAL 2																			
DELTA E .-ESPECIAL 3																			
CIE 1976	ΔE^* = Diferencia total de color																		
CIE 2000																			
El valor máximo tolerado por la ISO 12647-2 es 5.																			
_____ Inspector de calidad																			
Kl 24.5 Jorobas Tula Parque Industrial De Atitalaquia Estado De Hidalgo C.P 42970 Tel.; 01 778 735 82 80 Ext; 265																			

Figura 1. Hoja de Cálculo Delta E.

Fuente: Elaboración propia.

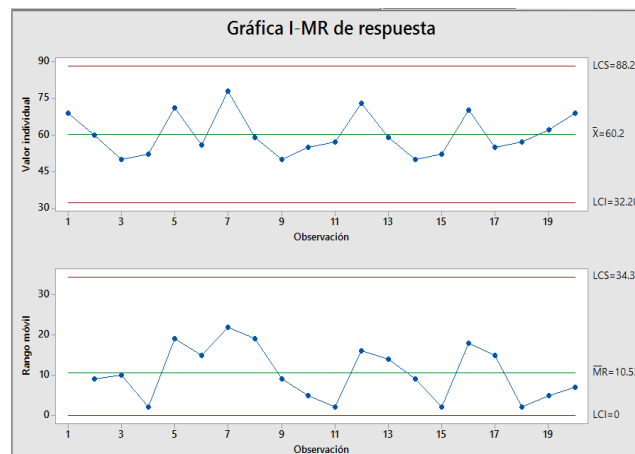
2.3 Aplicación de la metodología DMAIC.

La primera etapa se enfocó en **Definir** e implementar la metodología *Six Sigma*, por medio de la formación del equipo sigma que auxilien a disminuir la variabilidad del tiempo y los cuellos de botella presentados en el proceso de arreglo de máquinas, para esto se estableció una capacitación de personal con la finalidad de evitar el re-trabajo. (Guevara Mosquera, 2020).

Se tomaron en cuenta 6 miembros del equipo Lean el costo de capacitación total sería de \$27,000.00 pesos mexicanos. Mismo gasto que fue redituable una vez que se aplicó el proyecto a la empresa.

La segunda etapa se enfocó en **Medir** el tiempo de arreglo en máquinas utilizando un cronometro observando tiempos precisos en las actividades, posteriormente se utilizaron gráficos representando las frecuencias en las variaciones límites superiores e inferiores, media, desviación estándar. *Ver figura 2.* De las 20 máquinas observadas el tiempo de arreglo fue de 1,204 minutos teniendo una variación de 11 puntos de densidad arriba y debajo del estándar.

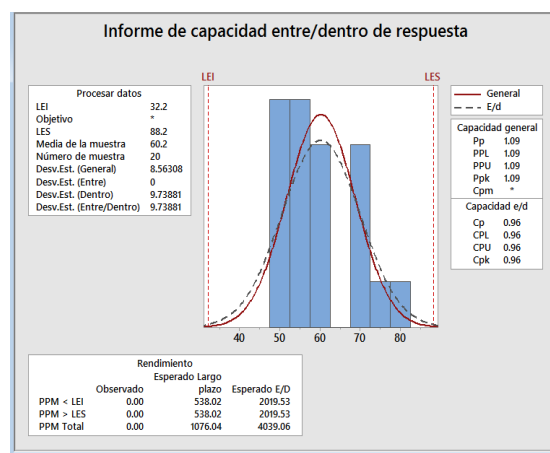
Figura 2. Grafica de dispersión



Fuente: Elaboración propia.

Al evaluarlos conforme a estándares 2 sigmas se observaron variaciones en el arreglo de las máquinas. Los índices de capacidad cp, cpk, pp y ppk salen de los límites 2 sigmas. *Ver figura 3.*

Figura 3. Gráfico CP y CpK 1



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el estudio de capacidad R&R se realizaron 20 mediciones del tiempo en el proceso del arreglo de máquina.

(5 máquinas) (2 Operadores) (2 repeticiones) (1 sistema de medición) = 20 mediciones

Promedio = 60.2

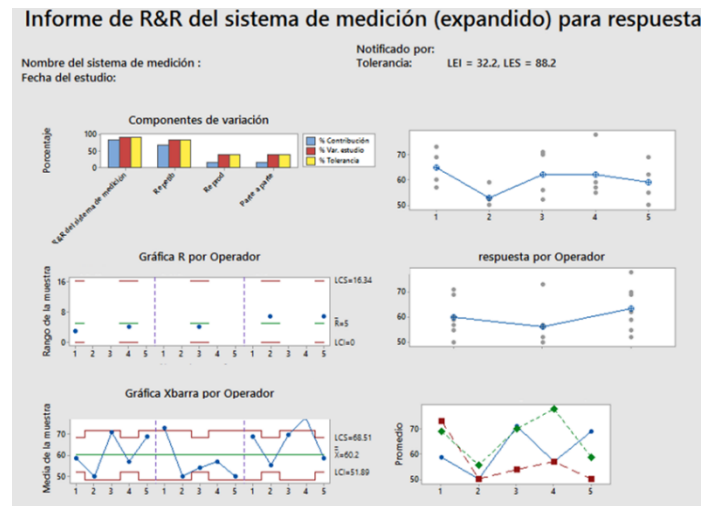
Desviación estándar = 8.56

Límite Inferior = 88.2

Limite Superior =32.2

Para obtener el informe de R&R del sistema de medición se usó el programa Minitab introduciendo los datos anteriores. *Ver figura 4.*

Figura 4. Grafico R & R



Fuente: Elaboración propia.

Evaluando los datos de ANOVA donde se reflejó la alteración de las variables de cada operador y las 3 veces de los tiempos de las máquinas, para que el proceso esté controlado se debió tener una variación de 0.05 decimales en las variables. *Ver figura 5.*

Figura 5. ANOVA

Tabla de ANOVA con todos los términos

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Num. de garrafon	4	344.20	452.80	113.20	1.91	0.169
Operador	2	277.90	277.90	138.95	2.34	0.135
Repetibilidad	13	771.10	771.10	59.32		
Total	19	1393.20				

Fuente: Elaboración propia.

La tercera etapa se **Analizó** la causa de retraso por medio de una lluvia de ideas, seguidamente se utilizó la regresión lineal de los tiempos de arreglos en las maquinas deduciendo que el ajuste del modelo fue bueno, debido que el valor de R2 = 0.9355 es cercano a 1, en concreto, el 93.55% de la variabilidad del tiempo de arreglo de maquina

a su promedio es explicado por el modelo de regresión ajustado siendo adecuado para describir la relación entre las variables. (Villalba, Schmidt, Gevers, Ordieres, Buchwitz, & Wellbrock, 2019)

La cuarta etapa se basó en **Mejorar** por medio de herramientas que nos proporcionen datos cuantitativos, uno de ellos fue la aplicación de regresión lineal, ya que este nos permitió conocer la demanda que presenta siendo esta creciente, la segunda fue el Value Stream Mapping (VSM) donde se calculó el tiempo Takt es decir el tiempo que el consumidor tarda en comprar un impreso en la planta, para esto se usó la siguiente fórmula. (Ballé, Jones, Orest, & Jacques, 2018). Ver ecuación 2.

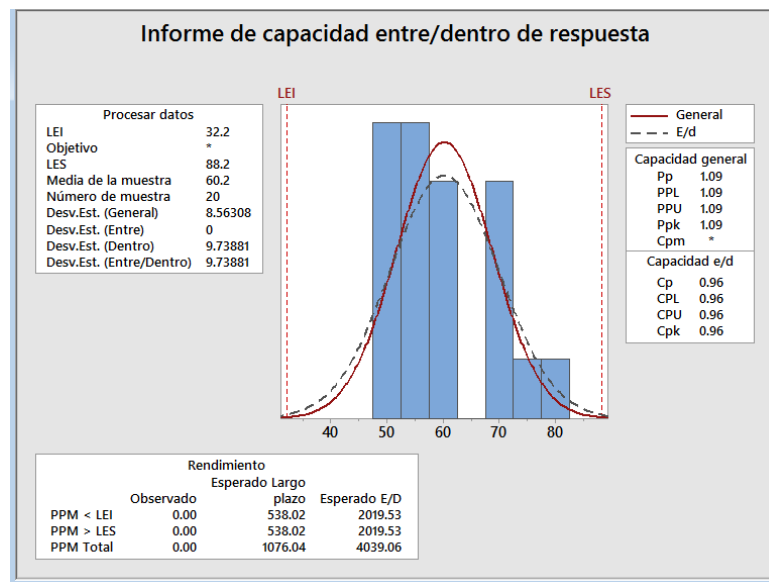
Ecuación 2.- Fórmula para calcular el tiempo Takt

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ del\ cliente} = 53\ segundos$$

Fuente: Estrategia LEAN

El estudio de CP Y Cpk se basó en el informe de capacidad proporcionado por el programa Minitab, donde se observó que las variaciones de los índices caen dentro de los límites de 2 sigmas. Ver figura 6.

Figura 6. Gráfico CP y Cpk



Fuente: Elaboración propia.

Para terminar la última herramienta de mejora fue la implementación de la metodología Lean Manufacturing enfocándose en las 5S's, ya que esta nos proporcionó una mejor organización tanto en el personal, como en los instrumentos de trabajo del área, Kanban

facilito producir lo necesario por medio de tarjetas que indican las cantidades necesarias bajo principios del JUST IN TIME. (Mena Herrera, 2019).

La última etapa fue **Controlar**, en esta etapa se definen los métodos y mediciones para implementar y sustentar la mejora en el tiempo por medio de control estadístico de procesos y trabajo. (Mendoza, 2021).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, las tablas 6 y 7 muestran la inspección de materia prima que se realizó a los sustratos y tintas. *Ver tabla 1 y 2.*

Tabla 6.- Formato de inspección de materia prima “sustrato” propuesta

Inspección de materia prima “SUSTRATO”		
Proveedor:	Inspector:	
Papelería del principado.	Eduardo Cruz Trejo	
Orden de compra	Remisión/factura	Fecha:
19540	156 569	24/01/2021
Criterios a evaluar para la aceptación de la materia prima	Cumple	
	Si	No
El juego de papeles entregado por almacén cumple con orden de compra, factura y certificado de calidad.	X	
la especificación del sustrato es coincide con la solicitada en la orden de compra	X	
La bobina o tarima de sustrato no presenta golpes, maltrato, humedad u otros factores que afecten su rendimiento en producción.	X	
El sustrato cumple con las dimensiones y tolerancias especificadas en la orden de compra y certificado de calidad	X	
El nombre del producto que está plasmado en la etiqueta coincide con el del certificado de calidad.	X	
El calibre del sustrato está dentro de las tolerancias especificadas en el certificado de calidad.	X	
El gramaje del sustrato está dentro de las tolerancias especificadas en el certificado de calidad.	X	
Al realizar la inspección se descarta la presencia de piojo y desprendimiento de caolín u otro defecto que pueda afectar su adecuado comportamiento en producción.	X	
Dictamen	Conforme	Inconforme
	X	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

Formato de inspección de materia prima “tinta” propuesta.

Inspección de materia prima “tinta”				
Proveedor:	Inspector:			
Sun Chemical	Eduardo Cruz Trejo			
Orden de compra	Remisión/factura	Fecha:		
19540	T-098	27/01/2021		
Criterios a evaluar para la aceptación de la materia prima			Cumple	
			Si	No
El certificado de calidad cumple con arrastre de color.			X	
Arrastre similar al Pantone.				X
Delta E no mayor a 5.			X	
Tack no mayor a 10.				X
El lote del certificado de calidad coincide con el plasmado en la etiqueta.				X
El nombre del producto que está plasmado en la etiqueta coincide con el del certificado de calidad.			X	
El envase de la tinta se encuentra sin golpes				X
El envase se encuentra totalmente cerrado				X
La fecha en la que llega a planta está dentro de la fecha adecuada de consumo.			X	
El tono del arrastre del color es el correcto de acuerdo a pantone/ arrastre anterior liberado.				X
Dictamen	Conforme	Inconforme	Firma del inspector de calidad	
		X	Eduardo Cruz Trejo	

Fuente: Elaboración propia

Debido a lo anterior el formato de inspección de MP para sustratos fue satisfactorio cumpliendo con todos los criterios evaluables para su aceptación por lo que se dedujo que el problema radica en el proceso de aplicar las tintas puesto que en la calidad de esta no se registraron defectos, sino que mayormente son errores causados por malas prácticas en los procedimientos.

3.1 Calculo de error estándar Delta E

A continuación, se muestra la hoja de cálculo propuesta para medir la diferencia existente entre el tono requerido. *Ver figura 7.*


		GRÁFICOS LA CENTRAL S.A DE C.V. DEPARTAMENTO DE CALIDAD						
CALCULÓ DEL ERROR ESTÁNDAR (DELTA E)								
CLIENTE		NOMBRE DEL PRODUCTO			FECHA			
Cía. Cerillera La Central S.A de C.V División "Atitalaquia"		Clasico Elektra 7 tap 2 lijas 03211228			Martes, 20 de agosto de 2021			
ESTÁNDAR A COMPARAR					TAMAÑO DE LOTE A PRODUCIR	ORDEN A PRODUCIR		
Visto bueno del cliente					0	3,000,000	19540	
Estándar de color					X			
TINTA								
TIPOS DE IMPRESIÓN		MAQUINA		OPERADOR		TURNO		
6		708		Eduardo		1		
SUSTRATO								
TIPOS DE SUSTRATO		CALIBRE		GRAMAJE		REVERSO	PROVEEDOR	
Caple		14		250		Gris	Barcelona	
NEGRO	CYAN	MAGENTA	AMARILLO	ESPECIAL 1	ESPECIAL 2	ESPECIAL 3	BARNIZ	
X	N/A	N/A	N/A	RUBI	116	N vta.	ACLÍLICO	
DELTA E		dE_{76}		dE_{00}		ΔE^*		Calidad
DELTA E .-NEGRO		8.729123667		4.489798062		1		Excelente
DELTA E .-CYAN		7.28269181		3.852076076		1-2.		Buena
DELTA E .-MAGENTA		5.989791315		3.291442054		2-4.		Normal
DELTA E .-AMARILLO		4.971679797		2.846315636		4-5.		Suficiente
DELTA E .-ESPECIAL 1		4.42239754		2.569535779		>5		Mala
DELTA E .-ESPECIAL 2		4.516370224		2.509802438				
DELTA E .-ESPECIAL 3		5.218965415		2.675064993				
CIE 1976	ΔE^* = Diferencia total de color							
CIE 2000								
El valor máximo tolerado por la ISO 12647-2 es 5.								
Inspector de calidad Eduardo Cruz Trejo Kl 24.5 Jorobas Tula Parque Industrial De Atitalaquia Estado De Hidalgo C.P 42970 Tel.; 01 778 735 82 80 Ext; 265								

Figura 7. Cálculo de error estándar Delta E.

Fuente: Elaboración propia

Llegado a este punto el cálculo de Delta E realizado con la formula CIEDE2000 fue categorizado en su mayoría como calidad normal debido que el rango de Delta E (dE_{00}) está entre 2 a 4, no excediendo el valor máximo tolerado por la ISO 12647-2.

4. CONCLUSIONES

Con la implementación de los criterios de evaluación en la materia prima se cumplió con los requerimientos necesarios para llegar a la satisfacción del cliente evitando re-trabajos y desperdicios de MP, además de mejorar la productividad en los operarios fundamentándose en otorgarles las herramientas y capacitación disminuyendo las malas

prácticas en el seguimiento de procedimientos. De ello resulta necesario decir que la elaboración de la hoja de Excel para el cálculo de deltas en el tono de impresión derivó ser satisfactoria proporcionando tonos uniformes cumpliendo con el estándar, por otro lado, la metodología *Six Sigma* en el área de impresión permitió mejorar los procesos y tiempos de trabajo asegurando la producción sostenible disminuyendo la aglomeración de producto terminado, retrasos en la entrega y cuellos de botella.

5. LISTA DE REFERENCIAS

- Abarca Pérez, G. I., Brea Vicente, J. R., & Ártica Zurita, A. M. (2018). El impacto de la merma en el costo de la materia prima para el cálculo del precio del producto en la empresa Imprenta SAC. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3427>
- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. <http://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Anaya Centeno, J. (2020). Propuesta de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad de la mano de obra en la producción de libros en una imprenta. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4975>
- Arroyo Morocho, F. R., Bravo Donoso, D. N., Buenaño Armas, C. S., & Rivera Valenzuela, M. A. (2018). Importancia de la calidad para el desarrollo del diseño industrial en el Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3188>
- Ballé, M., Jones, D., Orest, F. & Jacques, C. (2018). Estrategia LEAN: Utilizar lean para crear ventaja competitiva, generar innovación y facilitar el crecimiento sostenible. Editorial PROFIT. <https://books.google.com.mx/books?id=53NuDwAAQBAJ&pg=PT153&dq=Tiempo+takt&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiEup-i1aj5AhUSg2oFHbFjCsYQ6wF6BAgLEAU>
- Capa, J. R. T., & Aguirre, M. (2019). Six-Sigma una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(25), 12-17. <https://scholar.archive.org/work/djvrfdfldrdyjozxcprxuouey/access/wayback/http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/article/download/152/166>

- Díaz Hernández, A. M. (2021). Fotografía analógica, digital y procesos híbridos (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/349698>
- Ferro Solina, A. M., Ariza Candela, J. M., & Torres Olivera, C. A. (2019). Muestreo de aceptación por atributo para la detección de no conformidades en productos de medida tubular. <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/8716>
- Finlayson, G. D. (2018). Colour and illumination in computer vision. *Interface focus*, 8(4), 20180008. <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsfs.2018.0008>
- García Castillo, E. A., & Pujaico Escudero, (2019). Análisis y propuesta de mejora para el proceso de producción en una imprenta industrial empleando metodología Six Sigma. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14655>
- Guevara Mosquera, N. V. (2020). Metodología Six Sigma para la mejora de la calidad en la empresa Reproimav, Ecuador. *EmTHYMÓS, Revista de Estudios Empresariales*, 1(1), 57-86. <https://www.emthymos.com/index.php/emthymos/article/view/16>
- Gómez, B. (2021). Descubre el Delta E, una medición fundamental para profesionales del color <https://www.profesionalreview.com/2021/06/26/delta-e-que-es/>
- Lima Rodríguez, F., Tenopala Hernández, C., Torres López, A., Montiel Huerta, Ma. E. & Vargas Matamoros, K. (2020). Aplicación de herramientas lean six sigma para el análisis del nivel de desperdicio en un proceso de tampografía en una MIPYME [https://www.grupociieg.org/archivos_revista/Ed.47\(421-437\)%20Lima%20et%20al_articulo_id739.pdf](https://www.grupociieg.org/archivos_revista/Ed.47(421-437)%20Lima%20et%20al_articulo_id739.pdf)
- López, A. J. C., Rincón, C. A. M., & Cabrera, J. P. O. (2018). Modelo para evaluar la madurez en la gestión de proyectos en Pymes del sector artes gráficas. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 10(2), 39-56. <https://www.redalyc.org/journal/5177/517758004002/517758004002.pdf>
- Mena Herrera, M. L. (2019). Metodología Six Sigmas para reducir el número de productos no conformes en la mejora de la productividad de la empresa Grafimaster EIRL–Piura, 2019. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66227>
- Mendoza, J. B. (2021). Propuesta de mejora de procesos de impresión offset en industria gráfica basados en la Metodología Six Sigma (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.) <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56632>

- Ming Ronnier, L. & Guihua, C. (2022). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000.
<https://www.researchgate.net/publication/229511830> The development of the CIE 2000 colour-difference formula CIEDE2000
- Nixon, M., & Aguado, A. (2019). Feature extraction and image processing for computer vision. Academic press. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KcW-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Colour+measurements+by+computer+vision+&ots=10mF2pTx7P&sig=oLz8JuMUOlzb2c9YCQIzBixRqKs>
- Pérez, J. F. R., Torres, V. G. L., Castillo, S. A. H., & Valdés, M. (2021). Lean Six Sigma e Industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, 5(4), 151-168.
<http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/584>
- Safybi. (2019). Gestión de color ¿Cómo manejar el color en los impresos? Entrevista al CEO de Talleres Gráficos Corti, Lic. Rubén Bordoli.
- Carreón, C. (2020). ¿Qué es la metodología DMAIC? <https://solmasoluciones.com/que-es-la-metodologia-dmaic/>
- Singh, M. & Rathi, R. (2018). Una revisión estructurada de Lean Six Sigma en varios sectores industriales. Revista Internacional de Lean Six Sigma.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-03-2018-0018/full/html>
- Villalba Diez, J., Schmidt, D., Gevers, R., Ordieres Meré, J., Buchwitz, M. & Wellbrock, W. (2019). Aprendizaje profundo para el control de calidad de visión artificial industrial en la industria de la impresión 4.0. Sensores, 19 (18), 3987.
<https://www.mdpi.com/534920>