



Implementación de Lean Six Sigma al Proceso de Producción en una Empresa Comercializadora

Implementation of Lean Six Sigma to the Production Process in a Trading Company

Jonathan-Daniel Estrada-Barrera¹, Alejandro Gálvez-Mendoza¹, Juan-Patricio Trejo-Mendoza¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS del Occidente del Estado de Hidalgo, México.

Recibido: 09-09-2022
Aceptado: 27-10-2022

Autor correspondiente: jestrada@itsoeh.edu.mx

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el proceso de la implementación de la metodología Lean Six Sigma teniendo como objetivo principal reducir las cantidades presentadas de scrap en una empresa comercializadora, en donde los scrap representan diversas mermas que afectan al proceso y se obtienen grandes cantidades de producto defectuoso, para ello se comienzan a analizar cada una de las partes del proceso para detectar las fallas que ocasionan el problema, a su vez empleando la metodología DMAIC para facilitar el desarrollo y análisis.

En este apartado se muestran también los datos obtenidos antes y después de la aplicación de la metodología por los cuales se define y se observa la viabilidad y la manera en la que repercute el análisis realizado, teniendo como resultado la reducción en relación a la generación de scrap al 12.5% logrando un ahorro anual de \$155,347.2 y por lo tanto la disminución de los productos defectos, donde automáticamente aumenta el nivel Sigma a 6 con un rendimiento del 99.999%.

PALABRAS CLAVE: Mejora, Valor Agregado, Rendimiento.

ABSTRACT

In the present work, the process of implementing the Lean Six Sigma methodology is described, with the main objective of reducing the amounts of scrap presented in a Trading Company, where the scrap represent various losses that affect the process and large amounts of defective product are obtained, for this purpose, each of the parts of the process is analyzed to detect the failures that cause the problem, in turn using the DMAIC methodology to facilitate development and analysis.

This section also shows the data obtained before and after the application of the methodology by which the viability is defined and observed and the way in which the analysis carried out has repercussions, resulting in the reduction in relation to the generation of scrap at 12.5% achieving annual savings of \$155,347.2 and therefore the reduction of defective products, where the Sigma level automatically increases to 6 with a performance of 99.999%.

KEY WORDS: Improvement, Added Value, Performance.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo habla acerca de la implementación de la metodología Lean Six Sigma que tuvo desarrollo en una empresa comercializadora, empresa privada en el desarrollo de proyectos relacionados a los sistemas eléctricos de potencia.

Tener procesos en los cuales raramente sucedan errores puede que no parezca un problema, pero una vez que se tiene presente diversos errores tienen la posibilidad de estar afectando los procesos, el efecto económico de la productividad total, la satisfacción al cliente y la productividad se multiplica dramáticamente. Una vez que se habla de reducción de residuos, la industria fue pionera en el desarrollo y en emplear distintas herramientas de detección, para examinar y minimizar esos componentes que constituyan desventajas competitivas. Six Sigma en el enfoque de optimización ha tenido enorme capacidad para ofrecer solución positiva a varios de los inconvenientes que combaten las empresas como la reducción de scrap creado en los procesos de producción (Michelle, 2021). Por esta razón, en la empresa comercializadora bajo estudio, se implementa como estrategia de mejora para la calidad en el proceso de fabricación de Tableros Eléctricos de Protección de Corriente Alterna, mejorar la eficiencia de los procesos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad.

Se emplea la aplicación de Lean Seis Sigma como estrategia optima, la cual ejecuta constantes proyectos de mejora siguiendo la metodología conocida como DMAIC (Ocampo, 2012). Para llevar a cabo un proyecto, el primer paso es redactar la Project Charter, plasma la información relativa al proyecto, muestra una situación actual de lo que acontece la empresa, así como la descripción del exceso de scrap generado en la fabricación de Tableros de Protección de Corriente Alterna. Siendo necesario una presentación de alto nivel del objetivo con el fin de reducir la cantidad de scrap generado por el mal plegado, el alcance y las responsabilidades necesarias en el desarrollo del proyecto para la obtención y aprobación de las partes interesadas siendo fundamentales al inicio del proyecto.

En la fase de Definir, se encuentra la definición del problema, tanto una situación no deseable en la que algo no está funcionando correctamente. Mediante el diagrama de Partero se visualiza que un 61.9% de scrap se está generando por el mal plegado. Con ello se priorizar que es lo que se debe atender a fin de solucionar el problema o mejorar la situación. Fase de Medir muestra la condición actual del proceso en un nivel Sigma de 2.17 con 14878.27 DPMO, facilitando la ayuda y establecimiento de técnicas para la recolección de información, siendo una vez identificados los procesos internos que repercuten en las características críticas del proceso para la calidad en la fase de definición y así medir los defectos generados manteniendo un control con respecto a las características identificadas.

Fase de Análisis está enfocada a la oportunidad de mejoras. Mediante lluvia de ideas y el Diagrama de Ishikawa se realiza un análisis más a fondo para identificar las causas raíz. Como siguiente paso se establece la capacidad básica del

desempeño que genera y la manera en la que repercute el problema de alto nivel que se encuentra en estudio, de todo lo analizado se obtendrá un panorama de comparación una vez que se apliquen las mejoras al proceso. Un análisis de Modo Falla y Efecto permitió identificar, evaluar y calificar de manera objetiva sus efectos, para que de esta manera se reduzca la ocurrencia de los actos y tener un método documentado de prevención siendo este un respaldo de acciones a realizar. Fase de Mejora, como resultado de la etapa de estudio, se debería tener una clara comprensión de los componentes que están afectando al plan. El objetivo de esta etapa es producir ideas sobre optimización al proceso, diseñar y hacer pruebas e llevar a cabo mejoras a fin de resolver el problema según lo especificado en la etapa de definición. Aplicación de 5`S como herramienta visual de todos aquellos elementos necesarios y no necesarios en el área de producción.

Fase de Control debe implementar los mecanismos para evadir errores y poder estandarizar los procesos con el fin de satisfacer permanentemente las especificaciones de los consumidores. Aplicación de Check List y Gráficos de control para identificar el desempeño del proceso y evitar variabilidad.

MATERIAL Y METODO

La metodología de Seis Sigma utiliza bases fuertes de estadística que le permitieran poder alcanzar unos niveles de calidad en los procesos y en los productos de la organización próximos a los cero defectos. (German Herrera Vida, 2017).

Six Sigma es una filosofía de trabajo y un plan de negocios que se fundamenta en el enfoque hacia el comprador, en un desempeño eficiente de los datos y las metodologías y diseños robustos, que permiten borrar la variabilidad en los procesos y conseguir un grado menor o igual a 3.4 deficiencias por millón de oportunidades. Adicionalmente, otros efectos conseguidos son: reducción de los tiempos de periodo y de los precios, alta satisfacción de los consumidores y, más relevante todavía, bastante buenos resultados en el manejo financiero de la organización.

Se puede describir como un enfoque de mejora del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los defectos y errores en los procesos de manufactura y servicios, concentrándose en los resultados que son decisivos para los clientes y una clara recuperación financiera para la organización. (Lindsay, 2008)

Se pueden establecer tres principales significados de Six Sigma:

- Como métrica: representa una forma de medir el funcionamiento de un proceso referente a su grado de productos o servicios fuera de especificaciones.
- Como filosofía de trabajo: significa que requiere una optimización continua de procesos y productos apoyada en la aplicación de una metodología

específica, que incluye primordialmente la utilización de herramientas estadísticas como base.

- Como meta: Un proceso con grado de calidad Six Sigma significa estadísticamente conseguir un grado de clase mundial al no generar servicios o productos defectuosos.

Como se observa en la Tabla 1, los estratos de defectos y el rendimiento en porcentaje de los 6 niveles de calidad Six Sigma, la cual ayuda a observar en qué nivel se encuentra la empresa mediante la obtención de datos estadísticos de los defectos por millón (Brue, 2002).

Tabla 1. Nivel Six Sigma

Fuente: Lean Seis Sigma Green Belt, paso a paso.

Para implementar un proyecto de mejora Seis Sigma en una empresa, según (Lowenthal, 2002) es indispensable:

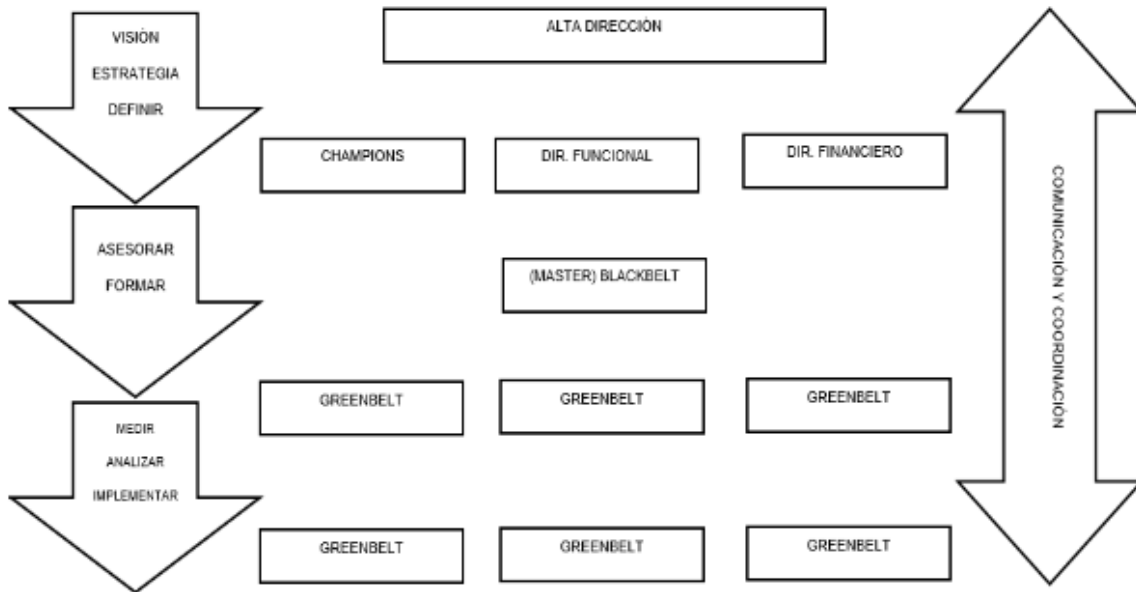
- Focalizar en el comprador, que plantea unos requisitos para mercar el producto. La Voz del Comprador (VOC) se usa para decidir cuáles son los

Nivel Sigma	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento
6	3.4	99.9997%
5	233	99.977%
4	6210	99.379%
3	66807	93.32%
2	308537	69.2%
1	690000	31%

requerimientos específicos y medibles sobre los productos a producir, y dictaminar cuáles son los más relevantes (CTQ).

- Focalizar en las deficiencias, entendiendo dichos como desajustes con los requisitos críticos de los consumidores o CTQs.
- La implicación de la dirección de la compañía en el proyecto, incluido a la vez las prioridades estratégicas de la organización.
- La dedicación de recursos e infraestructura: habrá de invertirse en la formación de personal de nuestra organización (entre 1% y un 3%) que logre dedicarse a jornada completa a lo largo del desarrollo del plan, y después continuar garantizando el mantenimiento junto al resto del personal vinculado al plan bajo diferentes papeles. En la figura 1 se ilustran los agentes involucrados en un proceso de mejora Seis Sigma, junto con sus interrelaciones y funciones en dichos procesos.

Figura 1. Estructura organizativa en un proyecto Seis Sigma.



Fuente: Lean Seis Sigma para la Mejora de Procesos.

Los niveles de calidad medidos en sigma no solo son números completos, sino que tienen la posibilidad de ser números reales con decimales (Lowenthal, 2002). Además, pasar de un grado de calidad sigma al siguiente preeminente no es una labor simple.

En la tabla 2 se muestra la reducción de deficiencias de un grado sigma, dejando claro que tener una organización 6 Sigma no es una tarea que culmine en un año, por otro lado, necesita del trabajo decidido de diversos años.

Tabla 2. Reducción de defectos al subir el número de sigmas de un proceso.

Pasar de	A	Factor de reducción de defectos	Reducción porcentual
2 sigma (308,537 PPM)	3 sigma (66,807 PPM)	5	78%
3 sigma (66,807 PPM)	4 sigma (6,210 PPM)	11	91%
4 sigma (6,210 PPM)	5 sigma (233 PPM)	27	96%
5 sigma (233 PPM)	6 sigma (3.4 PPM)	68	99%

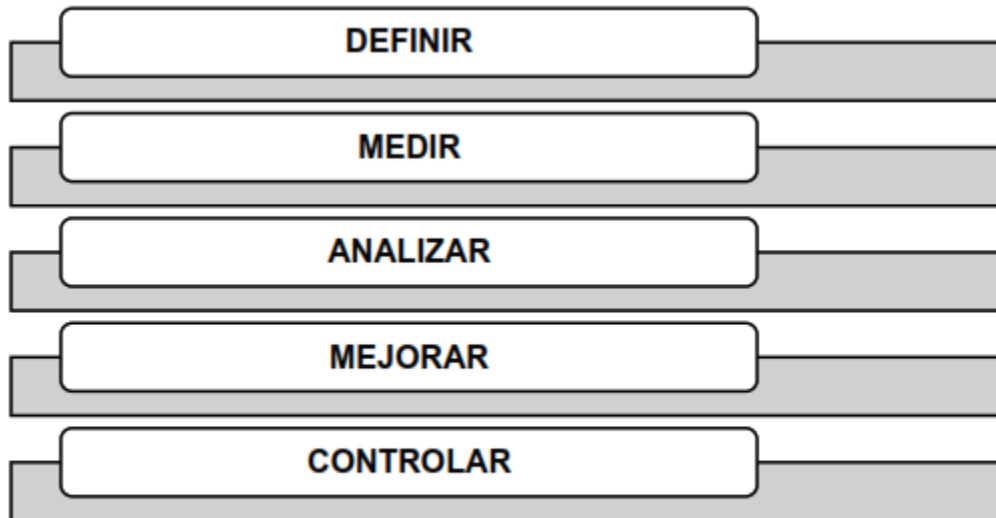
Fuente: Control estadístico de Calidad y Seis Sigma

DMAIC, es una metodología desarrollada por Motorola a principios de los 90's, la primera letra "D" fue agregada por General Electric, la cual comprende una estrategia de 5 pasos estructurados de aplicaciones generales. Six Sigma consiste en la ejecución constante de proyectos de mejora siguiendo la metodología conocida como DMAIC (Living, 2018)

De acuerdo con Living (2018), el modelo DMAIC incluye los procesos de mejora continua y el de Diseño/Rediseño (Living, 2018).

. Como se muestra en la figura 2 este modelo incluye las siguientes fases:

Figura 2. Pasos de la metodología DMAIC.



Fuente: The Method and Tools of Six Sigma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reducción de Scrap

Una vez que la proporción de elementos defectuosos está estable y ningún subgrupo está fuera de control. Los defectos de plegado se encuentran en control y centrada.

En la tabla 3 se muestra la realización de un análisis utilizando un diagrama de Pareto para identificar la cantidad de la no Conformidad que influye en el producto terminado (Mari, 2014).

Tabla 3. Datos de No conformidad después de la aplicación.

Montaje de Piezas	Cantidad de No conformidad
Cortado	7
Punzonado	0
Plegado o Dobles	1

Fuente: Elaboración propia

Gráfica P de Defectuosas

Esta grafica tiene la funcionalidad de demostrar las variaciones en la parte de recursos defectuosos por muestra o subgrupo; es extensamente usada para evaluar el funcionamiento de cada proceso. Generalmente es usada para reportar los resultados en los puntos de inspección, donde una o más propiedades de calidad son evaluadas, y en funcionalidad de esto se acepta o se rechaza (Aruleswaran, 2009).

A continuación, en la tabla 4 se muestran los datos recabados del grafico de control P para poder observar la estabilidad de piezas defectuosas las cuales son mandadas a SCRAP.

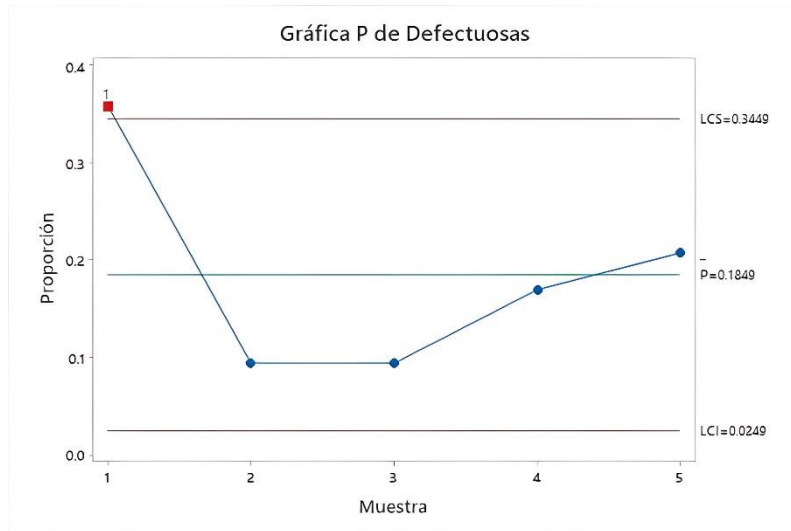
Tabla 4. Tabla de Piezas Defectuosas.

Subgrupo	Tamaño de subgrupo	Defectuosas	Proporción	Porcentaje
Travesaño Frontal	69	19	0.275	27.54%
Travesaño Posterior	55	5	0.091	9.09%
Travesaño Lateral	23	5	0.217	21.74%
Base	59	9	0.153	15.25%
Tapa Frontal	61	11	0.18	18.03%
	53.4	9.8	0.18330	18.33%

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la figura 3 mediante una gráfica de los puntos de la tabla anterior, Muestra que de cada 53 piezas se espera que, de forma ordinaria, la proporción de defectuosos varié entre el 2.49% y 34.49%, con un promedio de 18.49%.

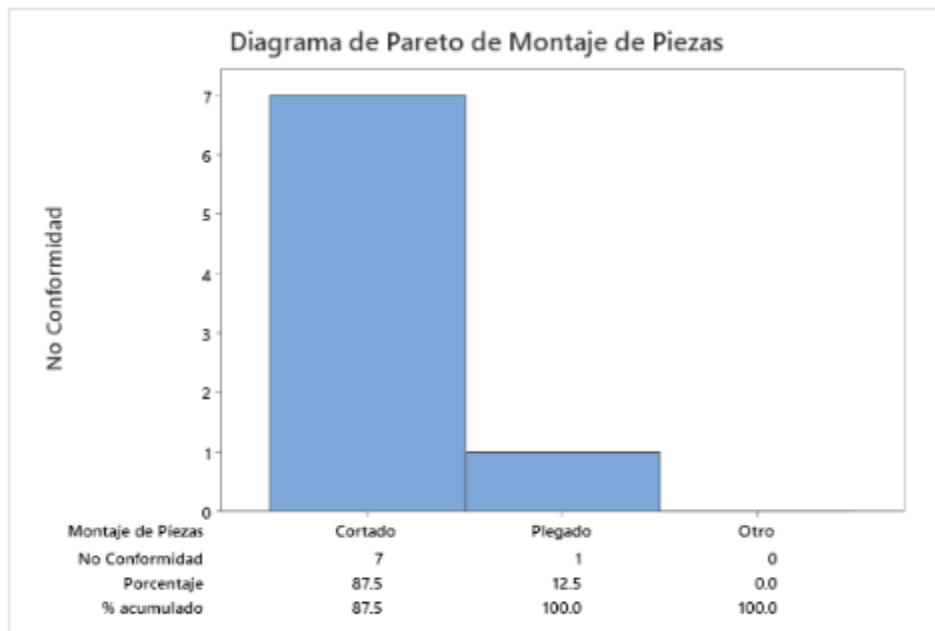
Figura 3. Grafica P de Defectos



Fuente: Minitab

En la figura 4 se presenta la gráfica de datos de los elementos defectuosos que se comportan de una manera estable, representados por un diagrama de Pareto.

Figura 4. Diagrama de Pareto de elementos defectuosos estable.



Fuente: Minitab.

La implementación de la metodología obtuvo reducir el 61.9% del problema de todo material defectuoso fuera generado en la operación de plegado a 12.5% logrando un ahorro anual de \$155,347.2 sin contar costos por paros de línea.

Nivel Sigma Alcanzado

Con la implementación del nuevo instrumento de medición de acuerdo a (Alaya, 2016) como lo es la Escuadra combinada, se tomaron muestras para evaluar la capacidad de un proceso de medición de todas las observaciones por operador y número de parte usando una pieza que forma parte del Bastidor de Tableros (Estructura Interior) a base de perfiles angulares, la cual se está produciendo para cada uno de los tableros, dicha pieza tiene una apertura de 35 y tiene un límite inferior de 33° y un límite superior de 37° así como lo explica (Vázquez, 2008) en Seis-Sigma METODOLOGÍA Y TÉCNICAS.

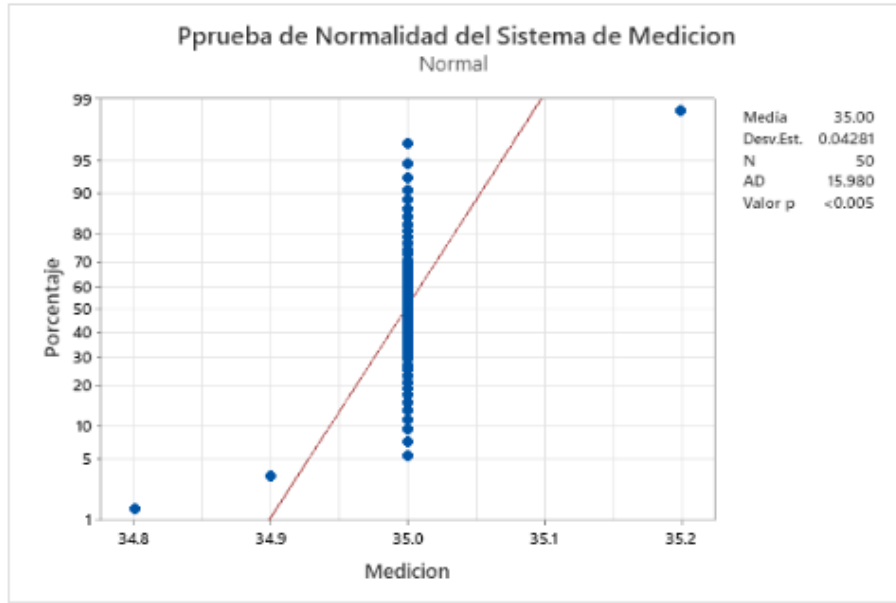
A continuación, en la tabla 5 se presentan los datos de una prueba de normalidad del sistema de Medición para saber si los datos siguen una distribución normal o no, posteriormente se ven reflejados en una gráfica de normalidad en la figura 5.

Tabla 5. Datos de medición con Escuadra Combinada.

Muestra	Medición	Muestra	Medición
1	35	26	35
2	34.9	27	35
3	35	28	35
4	35	29	35
5	35	30	35
6	35	31	35
7	35	32	35
8	35	33	35
9	35	34	35
10	35	35	35
11	35	36	35
12	35	37	35
13	35	38	35
14	35	39	35
15	35	40	35
16	35	41	35
17	35	42	35
18	35	43	35
19	35	44	35
20	35	45	35
21	35	46	35
22	35	47	35
23	35	48	35
24	34.8	49	35.2
25	35	50	35

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Prueba de Normalidad del Sistema de Medición



Fuente: Minitab.

En la tabla 6 se muestran la reducción e impacto de las piezas defectuosas posteriores a la aplicación de la metodología Six Sigma obteniendo resultados notables y favorables.

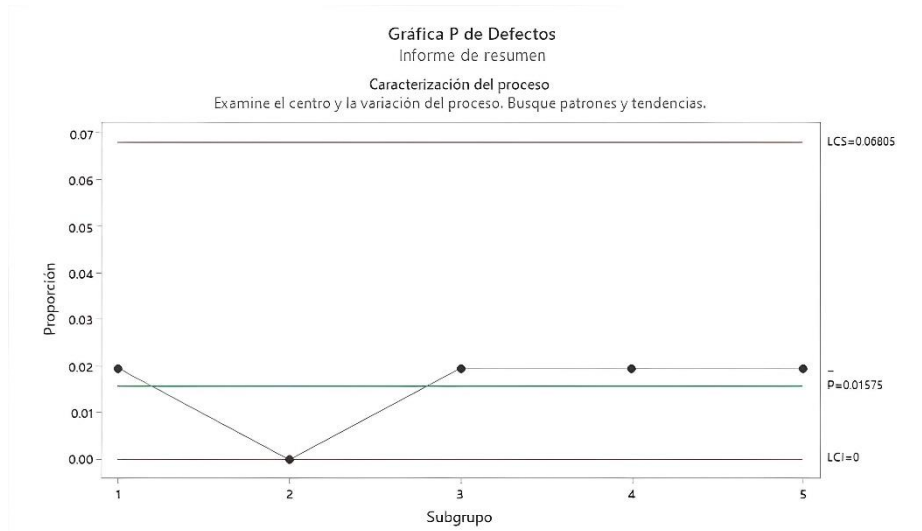
Tabla 6. Tabla de Piezas Defectuosas Después de la Aplicación.

Subgrupo	Tamaño de subgrupo	Defectuosas	Proporción	Porcentaje
Travesaño Frontal	51	1	0.02	1.96%
Travesaño Posterior	50	0	0	0.00%
Travesaño Lateral	51	1	0.02	1.96%
Base	51	1	0.02	1.96%
Tapa Frontal	51	1	0.02	1.96%

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen de número 6 se observa la distribución grafica de los valores anteriores ajustados a los limites superiores e inferiores de acuerdo a los resultados obtenidos después de la aplicación de la metodología, los cuales se comportan estables dentro de los límites.

Figura 6. Grafica P de Defectos Después de la Aplicación de la Metodología.



Fuente: Minitab

A continuación, en la tabla 7 se muestran los valores generales obtenidos de la investigación y aplicación de la metodología, para así observar los cambios generados y el impacto de los mismos, los cuales son el nivel 6 Sigma con un rendimiento de 99.999%.

Tabla 7. Nivel Sigma Alcanzado

Nivel Sigma	
DPMO	3.4
SIGMA	6
RENDIMIENTO	99.99966%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Se acepta la Hipótesis Nula: La implementación de la metodología Lean Seis Sigma reducirá la cantidad de scrap en el proceso de producción de una empresa comercializadora

Mediante la aplicación de la metodología se establecen herramientas estadísticas y estudio de datos para una aplicación práctica de la tesis IMPLEMENTACIÓN DE LEAN SIX SIGMA AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA

, se encontraron las razones a los inconvenientes que influyen en la proporción de scrap que se produce en la producción de Tableros de Protección de Corriente Alterna mediante un análisis de Pareto, el cual nos indicó que el 61.9% de scrap se generaba por el mal plegado. La investigación de Sistemas de Medición herramienta primordial para esas entidades que trabajan en proyectos 6 Sigma. Uno de los estudios empleados comúnmente en la investigación de los sistemas de medición es el de repetibilidad y reproducibilidad de los conjuntos y sistemas de medida, conocidos como estudios R&R para descartar que sean los primordiales causantes en la generación de scrap. Determino que la medición de resistencia promedio posiblemente no es dependiente del operador que toma las mediciones, el sistema de medición es aceptable dependiendo la aplicación, el precio de dispositivo de medición, el precio de compostura u otros componentes.

Los resultados encontrados desde el diagrama de Ishikawa y estudio de modo fracasa y impacto (AMEF), se identifican 5 razones potenciales las cuales fueron evaluadas para después reducirlas de consenso al puntaje obtenido con el objetivo de priorizar y enfocar los esfuerzos en las propuestas de solución para esas que tiene un efecto importante comparativamente con lo demás. Tolerancias delimitadas

- Topes con desgaste frontal
- Cuchilla de corte desgastada
- Inpeyer no se calibran antes de dar inicio
- Instrumento de medición inadecuado

Se generó propuesta de solución para las principales causas del problema identificado.

a. Tolerancias delimitadas e instrumento de medición inadecuado. Con el Girómetro se tomaban mediciones fuera de los límites establecidos y existía una variación. Cambio de instrumento de medición por escuadra de combinación, las mediciones tomadas tenían una mínima variación, pero dentro de los límites establecidos

b. Propuesta para la solución de falta de control en la variabilidad del proceso del plegado. Mediante la aplicación de 5`S, un análisis que ayuda a conocer la mejor manera de controlar no solo las variables del plegado, sino todas las variables que impactan directamente con la fabricación de Tableros de Corriente Alterna.

c. Aplicación de programas de mantenimiento para evitar errores en la fabricación de piezas. Después de la aplicación de las mejoras en los procesos a mejorar y estandarizar se obtuvo una reducción en relación a la generación de scrap al 12.5% logrando un ahorro anual de \$155,347.2 sin contar costos por paros de línea.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alaya, A. B. (2016). EL MÉTODO SEIS SIGMA Mejore los resultados de su negocio. España: epublibre.

Aruleswaran, A. (2009). Changing with Lean Six Sigma . Malaysia: Thaatchayini Kananatu.

Brue, G. (2002). SIX SIGMA FOR MANAGER. New York : McGraw-Hill

German Herrera Vida, Y. P. (2017). Enfoque seis sigma y proceso analítico, jerárquico en empresa del sector lácteo. Venezolana de Gerencia, 612-613.

Lindsay, J. R. (2008). Administración y control de la calidad. México: CENGAGE Learning.

Living, H. (2018). SIX SIGMA: A COMPLETE STEP BY STEP GUIDE. England: The Coucll for Six Sigma Certification.

Lowenthal, J. N. (2002). Guía para la aplicación de un proyecto Seis Sigma España: FC EDITORIAL.

Mari, C. A. (2014). IMPLEMENTACION DE LA FILOSOFIA SIX SIGMA EN LA CONSTRUCCION. Obtenido de UNIVERCIDAD POLITECNICA DE VALENCIA: <https://riunet.upv.e>

Michelle, R. E. (2021). Fundamentos generales y sus fases ¿Que es Six Sigma? ¿En que consiste? GERENCIANDO Emprendimiento, empresas y negocios, págs. 02-03.

Ocampo, J. R. (23 de Julio de 2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Obtenido de Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: <http://laccei.org>

Vázquez, E. J. (2008). Seis-Sigma METODOLOGÍA Y TÉCNICAS. México: Lumisa.