



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la
productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización
Electromecánica S.A.C. – ICOEL**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORA:

Palacios Ruiz, Mayra Mercedes (orcid.org/0000-0002-5688-3231)

ASESOR:

MBA. Borrero Carrasco, Gabriel Ernesto (orcid.org/0000-0001-5485-9927)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

PIURA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Finalizo mis estudios universitarios y dedico este trabajo de investigación a mis hijos Ian y Lia que no fueron un obstáculo en mi vida, sino que son mi empuje para avanzar con mis metas.

Agradecimiento

A mis padres Miguel y Mercedes porque no me dejaron sola en ningún, y hasta el día de hoy me han apoyado en la culminación de mis estudios.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. DPMO por niveles Sigma	9
Tabla 2. Operacionalidad de las variables	15
Tabla 3. Incremento de eficiencia	21
Tabla 4. Análisis de aplicación de la metodología Six Sigma en la eficiencia	22
Tabla 5. Incremento de Eficacia.....	24
Tabla 6. Análisis de aplicación de la metodología Six Sigma en la eficacia.....	24

Índice de figuras

Figura 1. Desviación estándar Six Sigma	10
Figura 2. Productividad y sus componentes	12
Figura 3. Nivel de eficiencia realizada en cada una de las actividades y eficiencia total del mes antes de aplicación de la metodología	20
Figura 4. Nivel de eficiencia realizada en cada una de las actividades y eficiencia total del mes luego de aplicación de la metodología.	21
Figura 5. Total de los servicios producidos y los conformes en un mes antes de la implementación del sistema para el cálculo de la eficacia	23
Figura 6. Total de los servicios producidos y los conformes en un mes luego de la implementación del sistema para el cálculo de la eficacia.	23

Resumen

Las empresas u organizaciones hoy en día buscan mejorar sus indicadores gerenciales logrando cumplir sus metas y sobresalir en el mercado siendo altamente competitivos, por ende, es necesario aplicar diferentes técnicas y metodologías para mejorar su sistema de calidad, enfocándose en aumentar su productividad. En la presente investigación se utilizó la metodología del Six Sigma siendo una herramienta que busca el mejoramiento continuo de las empresas e incrementando su productividad; el objetivo de la investigación es mejorar la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma, la metodología es de tipo aplicada, de diseño cuasi – experimental y de enfoque cuantitativo; obtuvo como resultado un aumento en su eficiencia de 88.93% a 99.27%, en su eficacia de 68.75% a 87.50% y en su productividad de 61.14% a 86.86%; y llegó a la conclusión que se incrementó su eficiencia, eficacia y productividad en 11.63%, 27.27% y 42.07% respectivamente logrando resultados muy positivos en la empresa.

Palabras clave: Six sigma, calidad, eficiencia, eficacia y productividad

Abstract

Companies or organizations today seek to improve their management indicators, achieving their goals and standing out in the market by being highly competitive, therefore, it is necessary to apply different techniques and methodologies to improve their quality system, focusing on increasing their productivity. In this research, Six Sigma methodology was used, being a tool that seeks the continuous improvement of enterprise and increasing their productivity; The objective of the research is to improve the productivity of the enterprise Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. - ICOEL using Six Sigma methodology, the methodology is of an applied type, of quasi - experimental design and of a quantitative approach; obtained as a result an increase in its efficiency from 88.93% to 99.27%, in its efficiency from 68.75% to 87.50% and in its productivity from 61.14% to 86.86%; and came to the conclusion that their efficiency, effectiveness and productivity increased by 11.63%, 27.27% and 42.07% respectively, achieving very positive results in the enterprise.

Keywords: Six sigma, quality, efficiency, effectiveness and productivity

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas industriales a nivel mundial han ido evolucionando en sus productos, máquinas, procesos, entre otros, con el objetivo de ser cada vez más competitivas y poder conservarse en el mercado, enfocándose en incrementar o mejorar su productividad, optimizando sus recursos y así poder hacerle frente a la competencia. Para que se pueda lograr lo mencionado algunos gerentes, investigadores o analistas, propusieron y aplicaron diferentes técnicas y metodologías para mejorar su sistema de calidad y por ende aumentar su productividad, resaltando la metodología del Six Sigma, siendo una herramienta que buscó el mejoramiento continuo permitiendo que las empresas u organizaciones fueran eficientes y eficaces alineándose a la necesidad de los clientes (Herrera y Fontalvo, 2011).

Esta metodología surgió en los años 80, propuesta por Mikel Harry implementándola en la empresa Motorola, basándose desde un principio en reconocer los problemas, para su posterior interpretación de los factores causantes y poder plantear una resolución sobre los errores, aplicando estadística, logrando ser un gran método de calidad, utilizado actualmente por grandes empresas a nivel mundial y obteniendo resultados favorables. El Six Sigma consiste en un ciclo continuo que se fundamentan en cinco (5) etapas: Define, mide, analiza, mejora y controla (Hernández, 2014).

En el Perú se incrementó el número de organizaciones en el sector de servicios de mantenimiento industrial, según Andina (2016) solo 10 instituciones formales de mantenimiento en el Perú mueven alrededor de 200 millones de soles al año, siendo este mercado muy atractivo por varios emprendedores, generando un incremento en la competencia, impactando en la productividad de manera negativa en algunos; debido a eso, para que las empresas se mantengan o sobresalgan en el mercado debieron mejorar su gestión implementado alguna metodología de calidad.

La empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C., cuyo nombre comercial es ICOEL, se encuentra ubicada en Jirón Antonio Ochoa 365 – Urbanización Santa Luzmila Comas - Lima, de capital peruano, se encarga de

brindar servicios de ingeniería electrónica y mecánica, además de asesorías técnicas, mantenimiento integral de equipos, subestaciones eléctricas y ejecutor de proyectos de electromecánicos. Es una empresa que se encuentra a un mercado altamente competitivo y con clientes muy exigentes, necesitó implementar un sistema adecuado sobre gestión de calidad con el fin de incrementar su productividad.

Para hacer un mejor análisis en la identificación de las causas del problema se realizó la metodología del diagrama de Ishikawa (Anexo 1) y el diagrama de Pareto (Anexo 3)

De acuerdo al diagrama o gráfico de Ishikawa podemos resaltar que las principales causas sobre maquinaria son: falta de mantenimiento y falta de implementación de software; en métodos son: falta de capacitación a los trabajadores, ineficiencia e ineficacia en los procesos y mal manejo en los cobros; en material son: materiales defectuosos, baja rotación de productos y deterioro de accesorios; en medio son: mala distribución, inventario detenido y desorden en las áreas; y en mano de obra son: desconocimiento de procesos, desmotivación y ritmo lento.

De acuerdo al diagrama de Pareto se pudo identificar las fundamentales causas que logran la baja productividad de la empresa ICOEL son el manejo de los cobros a los clientes, ineficiencia e ineficacia en los procesos, falta de implementación de software para adecuado control y el desorden que se presentan en las áreas de trabajo.

Con referencia a todo lo mencionado se puede formular el precedente **problema general**: ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL?; como **objetivos específicos**: ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL? y ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL?

El trabajo se **justifica** de la siguiente manera: con respecto a la **justificación teórica** se buscó mejorar la calidad de manera continua enfocada al incremento de

las productividad; se analizó para determinar la verificación de las principales teorías que las sustenta, por eso, la presente investigación aporta en el enriquecimiento de la literatura científica; en el caso de la **justificación práctica** la metodología six sigma surge con el interés de conocer el importante papel que desempeña en una empresa y cómo influye en la productividad; en la **justificación metodológica** debido a incrementar la productividad de la organización y ser cada vez más competitiva, fue necesario el interés de la ciencia en investigar como un sistema de mejora continua impactó en la productividad de dicha organización; y de acuerdo a la **justificación socio-económica** fue muy importante para que las empresas industriales conozcan las condiciones que debían tener en cuenta para una adecuada implementación de un proceso de ir mejorando continuamente en la calidad que impacte de manera positiva en la productividad, siendo este último un indicador económico que manifiesta el comportamiento de la empresa, si va en buen o en mal camino.

Como **objetivo general** es mejorar la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma; y como **objetivos específicos** son: aumentar la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma e incrementar la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma.

Como **hipótesis general** es, la aplicación de la metodología Six Sigma mejoro la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL; y como **objetivos específicos** son: la aplicación de la metodología Six Sigma aumento la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL y la aplicación de la metodología Six Sigma incremento la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

II. MARCO TEÓRICO.

Como principales **antecedentes internacionales** tenemos: Bonilla (2020) en su trabajo de investigación titulado “Análisis de los factores determinantes del Lean Six Sigma en la productividad y competitividad de las MIPYMES colombianas” su objetivo fue enfocarse en los principales factores de éxito o beneficios que trae la incorporación del Lean Six Sigma en algunas pimes en Colombia; la metodología empleada fue de tipo descriptiva, de un enfoque mixto, método inductivo, se realizó la técnica de estudio documental y como instrumento las ficha bibliográfica, cuya muestra fueron 6 empresas, seleccionándose por medio del muestro no probabilístico por conveniencia; el resultado obtenido fue que sus principales factores de éxito son: compromiso gerencial, desarrollo de estrategias y la metodología de incorporación; concluyo que la adecuada implementación del Lean Six Sigma a las empresas estudiadas permite una perdurabilidad en la cultura y filosofía de estas organizaciones.

Ortiz (2020) en su investigación titulada “Implementación del modelo six sigma como estrategia de mejora en PYMES de Latinoamérica” su objetivo fue realizar un analices de sobre cómo incrementar la productividad y competitividad de las pymes a través de la aplicación del modelo six sigma; la metodología usada es tipo documental, de un enfoque cualitativo, de carácter descriptivo, la técnica usada de análisis documental de fuentes secundarias; su resultado fue debido a la exitosa introducción de este modelo la empresas lograron crear una cultura de mejora continua trayendo grandes ventajas competitivas y productivas; concluyo que, fue una gran idea la incorporación de la modelo six sigma ya que a traído un crecimiento exponencial en la producción y generando un gran bienestar en los trabajadores y socios de las empresas.

Gómez (2019) en su investigación titulada “Aplicación de un modelo Lean Six Sigma orientado a la mejora de la productividad en una empresa del Sector Cuero de Cali” su objetivo fue incorporar el modelo Lean Six Sigma como estrategia en el incremento de la productividad de una organización de calzado; su metodología fue de tipo aplicada, de nivel descriptiva, con un enfoque cuantitativo, método inductivo, se usó la técnica de análisis documental, encuesta y observación; como resultado obtenido fue que se llegó a reducir el tiempo de proceso en 16.46%, se incrementó

la cantidad de productos semanales de 127 a 151 pares, aumentaron los ingresos en 864.000 pesos colombianos; concluyo que, es muy importancia el uso y la implementación del modelo Six Sigma porque ayudo a aumentar la productividad de la institución, dando grandes beneficios económicos y sociales.

Chávez, et. al. (2019) en su investigación titulada “Gestión del mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de la maquinaria y equipos diversos para una PYME”, su objetivo fue lograr una optimización en la productividad de las máquinas y equipos de las empresas con el apoyo de la aplicación y uso del procesamiento Six Sigma; la metodología usada fue de tipo aplicada, de nivel explicativa, con un enfoque cuantitativo, de corte transversal, las técnicas usados fueron el estudio documental, entrevista y observación, se tomó como muestra a una empresa PYME; su resultado fue que se ponga en marcha el método Six Sigma ayudo a mejorar las condiciones de entrega de la empresa, mejorando en 5.6 de 3.64 en sigma e incrementado su productividad, ahorrando en materia prima, equipos, mano de obra, aspectos ambientales y diseños de trabajo en un 67%, 26%, 82.88%, 35% y 78% respectivamente; y concluyeron que, fue un éxito la implementación del Six Sigma por su gran aporte en mejorar la productividad de la empresa.

Gonzáles (2018) en su investigación titulada “Lean Six Sigma para mejorar la calidad en laboratorios de Oil and gas”, su objetivo fue hacer una revisión y análisis de mejorar la calidad de entrega de resultados por uso de la aplicación del sistema Lean Six Sigma; la metodología usada es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de corte transversal, la muestra fue los procesos realizados por la empresa, utilizando el muestreo no probabilístico, y aplicaron la técnica de análisis documental y de observación, y los instrumentos fueron la ficha de registro documental y ficha de observación; el resultado obtenido fue que se llegó a reducir en un 30% los tiempo en los procesos; concluyo que, se logró con éxito la implementación del método logrando a realizar sus procesos de una manera más eficiente y optimizando sus recursos.

Como principales **antecedentes nacionales** tenemos: Cabello (2018) en su investigación titulada “Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de fabricación de Productos plaguicidas mediante el uso de herramientas de Lean

Six Sigma” su objetivo fue desarrollar una propuesta usando el Lean Six Sigma con el propósito de superar el procedimiento productivo de la institución estudiada; la metodología usada es de tipo aplicada, de nivel explicativo, con un enfoque cuantitativo, de diseño pre-experimental, la muestra son los procesos productivos que tiene la empresa, utilizando la técnica de la observación, análisis documental y análisis estadístico; el resultado obtenido fue que en base a la simulación de la propuesta se puede llegar a incrementar su producción en 22,665, equivalente a 20.21% aproximadamente y con un incremento en la productividad en 31,27%; y concluyo que, sería muy beneficioso y recomendable la puesta en marcha de la propuesta del procesamiento Six Sigma, para que la empresa pueda mejorar en su eficiencia, eficacia y productividad, reduciendo sus tiempos de procesos y optimizando sus recursos.

Núñez (2018) en su investigación titulada “Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la Productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2017”, su objetivo fue la mejorar la productividad del almacén de la institución mencionada por medio de la implementación del método Six Sigma y previamente mejorar la eficiencia y la eficacia; la metodología usada fue un diseño pre-experimental, con una finalidad aplicada, de nivel explicativo, bajo un enfoque cuantitativo y de alcance longitudinal, la muestra seleccionada fueron 30 días de pre-test y 30 días de post-test; el resultado obtenido fue que al aplicar la metodología propuesta se obtuvo los siguiente: el inventario rotativo del almacén paso de 32% a 58%, los que no tienen rotación pasaron de 50% a 21%, el valor de inventario inmovilizado paso de 53% A 12%, el nivel de eficacia paso de 45% a 81% y el nivel de eficiencia paso de 82% 87%; concluyendo que, por medio de la implementación del procesamiento Six Sigma ayudo a la organización a optimizar los recursos utilizados teniendo en cuenta al aprovechamiento del espacio.

Pastor (2018) en su investigación titulada “Propuesta de mejora del proceso de producción aplicando la metodología Six Sigma para reducir defectos en la empresa RMB SATECI S.A.C”, su objetivo fue diseñar una propuesta basada en el procesamiento del Six Sigma con el propósito de aumentar el proceso de producción, realizando un previo diagnóstico y además determinando su beneficio económico; la metodología usada fue de diseño pre-experimental, de nivel

descriptivo y alcance transversal, la muestra seleccionada son 60 tolvas y utilizando la técnica de análisis estadístico; el resultado fue que en el diagnóstico se obtuvo un nivel sigma de 1.26 con una falla de 59.40% y en la proyección de la propuesta se obtuvo un nivel sigma de 2.36 con una falla total de 27.65%; concluyendo que la aplicación del método Six Sigma traerá muchos beneficios y es viable para la empresa, llevando a que mejore su procesos productivo optimizando sus recursos e incrementando su rentabilidad.

Pereda (2018) en su investigación titulada “La aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de soldadura de la empresa M.Q Metalúrgica SAC. Lima, 2018”, su objetivo fue implementar el procesamiento Six Sigma en la organización mencionada con la misión de incrementar su productividad, eficiencia y efectividad en su área de soldadura; la metodología usada fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo, de diseño experimental y cuasi experimental, la muestra es la producción de tuberías de 24”, utilizando la técnica de la observación; el resultado obtenido fue que luego de la aplicación del método Six Sigma pasaron de fabricar 1.05 tuberías/día a 1.11 tuberías/día, incrementando su eficiencia en 8%, su eficacia en 7.2% y en su productividad llegó a 83%; concluyo que, la aplicación del método Six Sigma trajo muchos beneficios en la empresa incrementado su productividad, a través de las medidas implementadas como la eliminación de productos defectuosos.

Medina, Montalvo y Vásquez (2017) en su investigación titulada “Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, 2017” su objetivo fue proponer un plan de gestión de la calidad como es el Six Sigma como el propósito de incrementar la productividad de la institución estudiada; la metodología usada es deductiva, de tipo descriptiva, de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, la muestra seleccionada son las zonas de aserrado, dimensionado, impregnado, secado y armado, las técnicas utilizadas son: observación, entrevista, encuesta y análisis documental; el resultado obtenido fue por beneficio de la propuesta de la implementación de Lean Six Sigma se pudo estimar un crecimiento en la productividad global de 1.01 a 1.36, aumentando su

producción en un 50% y con referencia a la beneficio/costo mejoro su productividad a 2.78; y concluyeron que, la implementación de este método de calidad a dado un gran aporte económico en la empresa porque por cada solo invertido está logrando una ganancia de 1.78.

Como principales **aspectos teóricos y conceptuales** tenemos a:

La **Calidad total** busca implementar una cultura de mejoramiento continuo en las organizacionales permitiendo brindar una mejor satisfacción al cliente (interno y externo) de un servicio o sistema, dentro de los aspectos políticas de las organizacionales. La implantación o aplicación de un modelo de calidad juega un papel enfocado a la transformación, brindando un valor agregado al servicio, impactando en el mejoramiento continuo, eficiencia organizacional, control optimización de recursos, reingeniería de procesos, incremento en el desempeño y productividad (Chacón y Rugel, 2018). Los diferentes autores de la teoría de la Calidad, promovieron sus teorías en el renacimiento productivo y con enfoque sistemático y estandarización de procesos productivos e industriales totales.

La **Gestión de la Calidad Total (TQM)**, es un mecanismo de gestión de toda la institución y sus procesos, con una visión a un plazo largo y basada principalmente en la calidad. Se debe de involucrar la intervención de todos los integrantes de la organización y persiguiendo el deseo total de los clientes. La gestión abarcara un sin número de aspectos, como: aseguramiento, prevención, control, planificación y optimización de recursos, mejora continua de la calidad del conjunto de los procesos, servicios y bienes, resultando un crecimiento en el gusto, deseo y la lealtad del consumidor y un beneficio en los resultados de la empresa. En otras palabras, TQM es una forma adecuada de gestionar, enfocado a obtener la calidad total de todos los medios organizativos, técnicos y humanos; implementando la idea de gestión participativa, motivación y formación, satisfacción de los clientes, mejora continua, entre otros. Para realizar su implementación se debe empezar con la información, formación y educación, luego con la motivación a los participantes implicando en el desarrollo y realización de las diferentes ideas y técnicas que engloba el TQM. (Cuatrecasas y González, 2017)

El **Método Six Sigma**, es un sistema o plan de mejora en el ambiente de Gestión de la Calidad, es tomada como una de las mejores teorías de la calidad de más éxito usado por primera vez en la empresa Motorola a través del ingeniero Bill Smith a finales de los años 80, se centra en la disminución de la variación, logrando bajar o descartar los fallos e ineficiencias en la incorporación de un servicio o bien al consumidor. El objetivo de 6 Sigma es lograr a un monto superior de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) es decir, un 99,99966% de procesos, servicios y productos sin defectos. Se puede conceptuar pionera del TQM (Total Quality Managment) y del SPC (Statistical Process Control). Six Sigma posee como objetivo mejorar continuamente en los procesos, e incorpora fundamentalmente el uso de herramientas estadísticas, y también de otras de ayuda.

Six Sigma se basa en que el procedimiento se utiliza hasta seis (06) desviaciones estándar sobre la media en alguna variable y limitarla en su distinción (superior o inferior). Con respecto a la calidad, entre más alto sea el número de sigma, a un más será la calidad, como se puede observar en la tabla:

Tabla 1. DPMO por niveles Sigma

Nivel Sigma (σ)	Defectos por millón	Rendimiento
1	690 000	31%
2	308 537	69.2%
3	66 807	93.32%
4	6 210	99.379%
5	233	99.997%
6	3.4	99.9997%

Fuente: elaboración propia

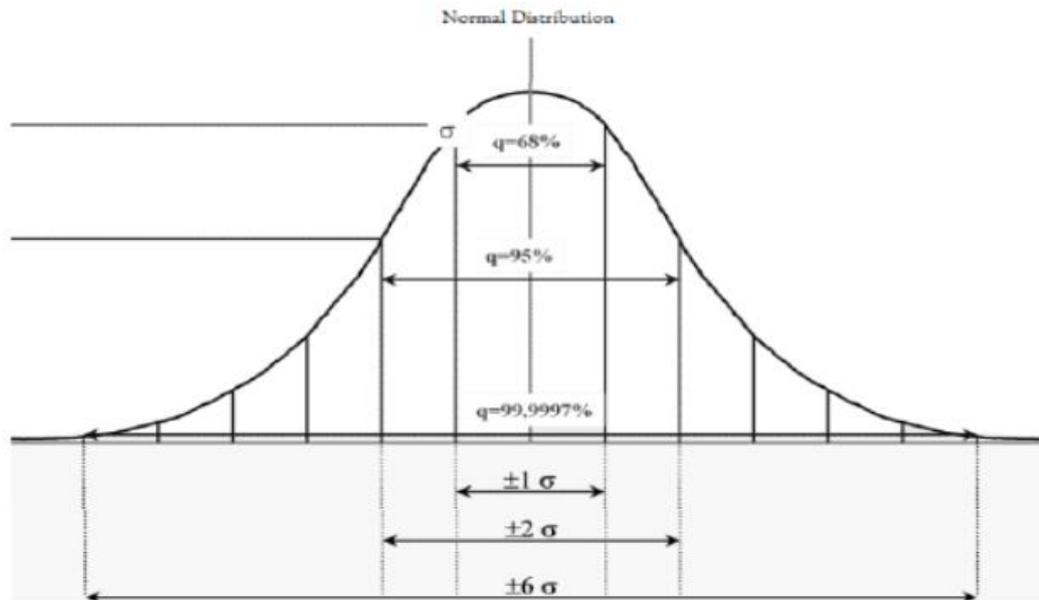


Figura 1. Desviación estándar Six Sigma

Fuente: Bussines Process Improvement using Lean Six Sigma: An example of improving the Onboarding Process (2016), citado por González, 2018.

El Six Sigma tiene como **objetivos** bajar las variaciones y aumentar el trabajo de los mecanismos, procedimientos, bienes y servicios, basándose en la observación, análisis, medición y reducción de fallas, retrasos e ineficiencias que influyen en los gastos y el deseo de los clientes.

El trabajo de Six Sigma se enfoca a tres (03) áreas principales: a) Incrementar la satisfacción del cliente, b) Bajar el tiempo de ciclo y c) Disminuir los defectos

El Six Sigma también permite ahorrar en gastos y coyunturas para mantener y fidelizar a los consumidores, abrir nuevos mercados y mejorar en la productividad.

Las **fases de la metodología Six Sigma** son cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Control (DMAMC); siguen de manera lógica en un patrón circular de ir mejorando continuamente:

Definir, es el primer paso, se deben de seleccionar los planes y se conceptualizan en los objetivos y su alcance; se realiza la conformación del grupo de trabajo para su desarrollo. Los instrumentos más recomendados para lograr cumplir esta etapa son los trazos de tiempo, diagramas de Pareto, diagrama de Ishikawa, BPMN, ayudan en definir los factores de juicio en la etapa de definición.

Medir, en esta fase se puntualizan los deseos del cliente, se describen los procesos y se determinan los mecanismos de medición actual o indicadores. Se precisan los errores, se va obtenido los datos (primaria y secundaria) de todas las tareas y se identifican los objetivos. La información se va actualizando de acuerdo al avance del proyecto. Se recomienda usar flujogramas de procesos, su análisis logrará enfocarse en las coyunturas de mejora, además se puede usar los gráficos IPO (Input-Process-Output).

Analizar, aquí se determinan los resultados y la información obtenida en la fase que le anticipó, se recomienda observar los objetivos del plan y su misión, por si surja una modificación en el plan inicial. Se debe elaborar la posible respuesta sobre los sucesos de las distintas variables y/o fallos que se están dando, y precisar si hay oportunidades de mejora. Se sugiere usas los diagramas de Causa y efecto, ANOVA e histogramas.

Mejorar, en esta etapa se proponen resoluciones que abarcan las causantes del centro de las dificultades y se tener los hechos que abarquen con los deseos de los consumidores. Se ejecuta el proyecto de incorporación y se ubican en desarrollar los desenlaces propuestos, se evalúan y se validan. Se recomienda el uso de observar los modelos de fallos y efectos.

Control, es la última etapa de la metodología Six Sigma su meta es elaborar y tener un mecanismo para manejar de manera controlada y permanecer con las mejoras obtenidas con el método, al momento de incorporar las transformaciones. En esta fase se recomienda usar cuadros de control, Poka-Yoke, reportes finales e información documental.

La Productividad, según como comenta Gutiérrez y De la Vara (2009) se define en la conexión entre los medios empleados y lo producido; por ende, se llega a medir con el cociente: logros obtenidos entre los medios utilizados. Los frutos conseguidos pueden calcularse en cantidades de unidad producidas, productos vendidos, consumidores atendidos o en ganancias. Por lo tanto, los factores usados se logran cuantificar por el uso de la cantidad de empleados, tiempo global de trabajado, horas-máquina, etc. De modo que incremente la productividad es utilizar de manera racional los recursos e incrementar la producción.

La productividad se puede dividir en 2 factores: eficacia y eficiencia. La eficacia es el grado con medio que las tareas planeadas son ejecutadas y los logros proyectados son cumplidos. En cambio, la eficiencia es comprar las respuestas obtenidas y los factores usados, se incrementa fundamentalmente manejando de manera adecuada los recursos, implicando disminuir los tiempos que no se han utilizado, detención de equipo, poco material, demoras, etc. Se dice que, ser eficaz es lograr con las metas propuestas y mejorando los factores de equipos y en aspectos generales el proceso. Finalmente, se entiende por el manejo de cumplir con los resultados usando pocos recursos. Se aumenta incrementando resultados y/o utilizando de manera razonal los recursos.

Eficiencia, se define en la comparación de las consecuencias cumplidas y los recursos usados. Se mejora los recursos y reduce el tiempo desperdiciado por detención de equipo, poco material, demoras, etc.

Eficacia, se define como el rango en el cual las tareas planificadas son desarrolladas y las consecuencias planeados son cumplidos. Se atiende logrando un incremento en los resultados.

Productividad: mejoramiento continuo del sistema.
 Más que producir rápido, producir mejor.
 Productividad = eficiencia × eficacia

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$



Figura 2.Productividad y sus componentes

Fuente: Control estadístico de calidad y seis sigma (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 8)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El **tipo de investigación** fue aplicada. La investigación aplicada es práctica, el desarrollo de los resultados son usados de manera inmediatamente en el desarrollo de dificultades de la realidad. La investigación o indagación aplicada ayuda a determinar la solución de la dificultad y busca, en de las probables respuestas, aquella que sea la más aceptada para el contexto característico. (Vara, 2015).

De acuerdo a lo mencionado se aplicó los estudios o teorías ya definidas de la metodología Six Sigma con el fin de solucionar el problema de la productividad mejorando su nivel en la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

El **diseño de investigación** fue cuasi - experimental, el cual consiste en manipular la variable independiente (Six Sigma) de manera que se controla, con el fin de saber qué efecto causa sobre la otra variable dependiente (productividad). Como lo menciona Carrasco (2014): “Se denomina tipos de diseño experimentales de investigación las diferentes formas de resolver los problemas de interés científico en el campo experimental.” (p.62). Por consiguiente, la investigación fue Cuasi – Experimental, como lo menciona Hernández y Mendoza (2019): “Los diseños cuasi experimentales logran la manipulación de una manera deliberada, al menos, una variable independiente para analizar su efecto sobre una o más variables dependientes.” (p.173).

De acuerdo a lo mencionado y al diseño cuasi – experimental la muestra no fue seleccionada al azar, si no que la seleccione de acuerdo a mis criterios.

3.2. Variables y operacionalización

La Operacionalidad de las variables es un proceso en el cual se va a ir desagregando o descomponiendo de manera deductiva, las variables que se toman para el trabajo de investigación y conforman el título de la investigación, iniciando de lo general a lo específico, dividiéndose en dimensiones, indicadores y escalas de medición (Carrasco, 2008).

A continuación, se muestra la tabla de operacionalidad de las variables:

Tabla 2. Operacionalidad de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Variable independiente: Six Sigma	Six sigma viene hacer una estrategia que se enfoca en la progresar continuamente para lograr niveles óptimos de desempeño, observando y descartando consideraciones críticas en los procedimientos, disminuyendo los niveles de errores a un número mínimo de partes por millón (Gutiérrez y Vara, 2009).	Six sigma se usa como una medida para determinar los defectos por productos, buscando que la calidad sea mejor (Gutiérrez y Vara, 2009).	Definir	$Ff = \frac{\text{Frecuencia. de fallas}}{\text{Total de fcia. de fallas}}$	De Razón
			Medir	$T.n.u = \frac{(Tr - Tu)}{Tr} \times 100\%$ T.n.u= Tiempo no utilizado Tr = Tiempo real Tu = Tiempo utilizado	De Razón
			Analizar	Nivel Sigma = $(1 - DPO) \times 100\%$ DPO = Defectos Por Oportunidad	De Razón
			Mejorar	$\text{Mejora} = \frac{(UPDM - UPAM)}{UPAM} \times 100\%$ UPDM= Unidades Producidas Después de la Mejora UPAM= Unidades Producidas Antes de la Mejora	De Razón
			Controlar	Eficiencia x Eficacia	De Razón
Variable dependiente: Productividad	La productividad es una señal gerencial que reflexiona el estado de la empresa en los procedimientos de producción (Sladogna, 2017).	La productividad resulta del producto de la eficiencia y eficacia (Sladogna, 2017).	Eficiencia	$\frac{\text{Tiempo usado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$	De Razón
			Eficacia	$\frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades producidas}} \times 100\%$	De Razón

Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Vara (2015) comenta que la **población** es un grupo de tipos, cosas o sujetos que logran una o varias consideraciones en común, además se ubican en un territorio o espacio y cambian en el pasar del tiempo (p. 261); en este caso la población fueron los procedimientos de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

La **muestra** es un conjunto extraído de la población seleccionada por el método racional, si la población es muy pequeña, la muestra sería igual que la población, si se tiene varias poblaciones se van a tener varias muestras (Vara, 2015, p. 261); en este caso la muestra fue el proceso de servicio que ofrece la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

El **muestreo** que se realizó es el muestreo no probabilístico intencional; se refiere a que las consideraciones para identificar la muestra no se utilizan medios estadísticos, son lógicos y depende de las características o condiciones que defina el investigador (Vara, 2015, p. 268); debido al tamaño de la población y de acuerdo al conocimiento que se tiene de la empresa, se ha utilizado este muestreo para seleccionar la muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Carrasco (2008) las **técnicas de investigación** son un grupo de normas o reglas que sirven como ayuda o guía en las tareas que debe desarrollar el investigador en la ejecución de su plan de investigación (p. 274), en este caso las técnicas utilizadas, fueron: la observación, análisis documental y entrevista; y, los **instrumentos** son muy trascendentales porque nos van apoyar en la obtención de información, usándose de acuerdo a la naturaleza, finalidad de la investigación y propiedades del problema (p. 334), en este caso los instrumentos fueron: ficha de observación, ficha de investigación y guía de entrevista.

La **validez** que se realiza a los instrumentos e investigación, está referida al atributo que consiste en que estos midan lo que deban medir, permitiendo extraer datos que se necesita conocer, midiendo con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad (Carrasco, 2008, p. 336); como se mencionó los instrumento fueron:

ficha de observación, ficha de investigación y guía de entrevista. Los tres expertos revisaron cada uno de los ítems de los instrumentos elaborados, con una característica de dominio específico de contenidos de los indicadores, los expertos que emitieron su juicio fueron:

La **confiabilidad** se refiere a “la propiedad o características de una herramienta de medición que le ayuda a lograr los mismos resultados, al usarse una o más veces al mismo sujeto o conjunto de sujetos en distintos periodos de tiempo” (Carrasco, 2008, p.339). Para calcular la confiabilidad de los instrumentos elaborados para esta investigación: ficha de observación, ficha de investigación y guía de entrevista; debido a la variedad de las respuestas y heterogeneidad de las preguntas no se pudo realizar el cálculo del coeficiente de fiabilidad estadístico.

3.5. Procedimientos

El procedimiento realizado para el cumplimiento del trabajo de investigación se dio mediante varias actividades, siguiendo al pie de la letra el esquema e indicaciones que se encuentran en la Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad César Vallejo.

En todas las empresas, se dan varios problemas que se esperan estudiar y llegar a determinar una solución, siendo un gran campo y oportunidad para realizar trabajos de investigación, debido a eso, se buscó, observó y analizó algunas empresas del sector industrial, seleccionado la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL, debido a tener la facilidad y contacto directo con el representante legal y/o gerente de la empresa, planteándole en primer lugar la idea sobre la investigación que se pretende realizar (como se menciona en el título de la investigación) y solicitándole la autorización respectiva, la cual, obteniendo una respuesta positiva y con mucho anhelo sobre la idea de la metodología Six Sigma por ser efectiva y usada en muchas empresas a nivel global, informándome que su principal problema es la baja productividad. Tomando el punto de partida a detectar el problema se procedió a realizar de manera inmediata y con el adecuado asesoramiento a laborar el proyecto de investigación,

manifestando todos los alcances que se tienen planeado realizar, siguiendo el cronograma de actividades planteado. Se realizaron los instrumentos de investigación, se revisaron y validaron por expertos, tomando como base encontrar la respuesta de los indicadores planteados, para su aplicación.

Se aplicaron los instrumentos con previa coordinación con el gerente, facilitando la información requerida, los datos que se obtuvieron, se procedieron a tabular y analizar utilizando el Excel y minitab, utilizando el método estadístico como dispone la metodología Six sigma.

Toda la información teórica y práctica encontrada se demostró en los resultados del informe de investigación, posteriormente se realizó la discusión de acuerdo a los antecedentes y las teorías que se han considerado en el marco teórico del trabajo de investigación, luego se redactó las conclusiones dando respuesta a los objetivos planteados y confirmando la hipótesis alterna (de acuerdo a los resultados encontrados), se dieron las recomendaciones finales; y finalmente se actualizó las referencias de acuerdo al formato ISO 690.

3.6. Método de análisis de datos

La información obtenida por medio de la aplicación de las técnicas e instrumentos, se ingresaron los datos a Microsoft Excel para su respectivo orden y tabulación, luego se aplicarán las fórmulas de los indicadores que se muestran en el cuadro de variables y operacionalización para hallar los porcentajes de las variables: Six sigma y productividad; se procedieron a graficar y se realizó una descripción del análisis sobre la información obtenida por medio del uso de la estadística descriptiva-deductiva.

Al finalizar se redactó el informe final de manera minuciosa y concisa, describiendo toda la información en el programa Microsoft Word y usando el formato y criterios establecidos por la Universidad César Vallejo.

3.7. Aspectos éticos

A lo largo de la ejecución del proyecto de investigación se trabajó con aspectos de ética y responsable, tomando personalmente la información real de la institución y no se alteró ninguna información, se logró la aprobación de todas las personas involucradas otorgando los datos confiables, se evitó el riesgo de malograr los expedientes, equipos y materiales de la institución y no se plagieron los textos de otros autores, y aquellos datos que se tomaron se citaron y referenciaron debidamente.

IV. RESULTADOS

4.1.- Eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma.

Se determinó en primer lugar el valor de la eficiencia antes de la aplicación de la metodología Six Sigma, dando como resultado lo siguiente:

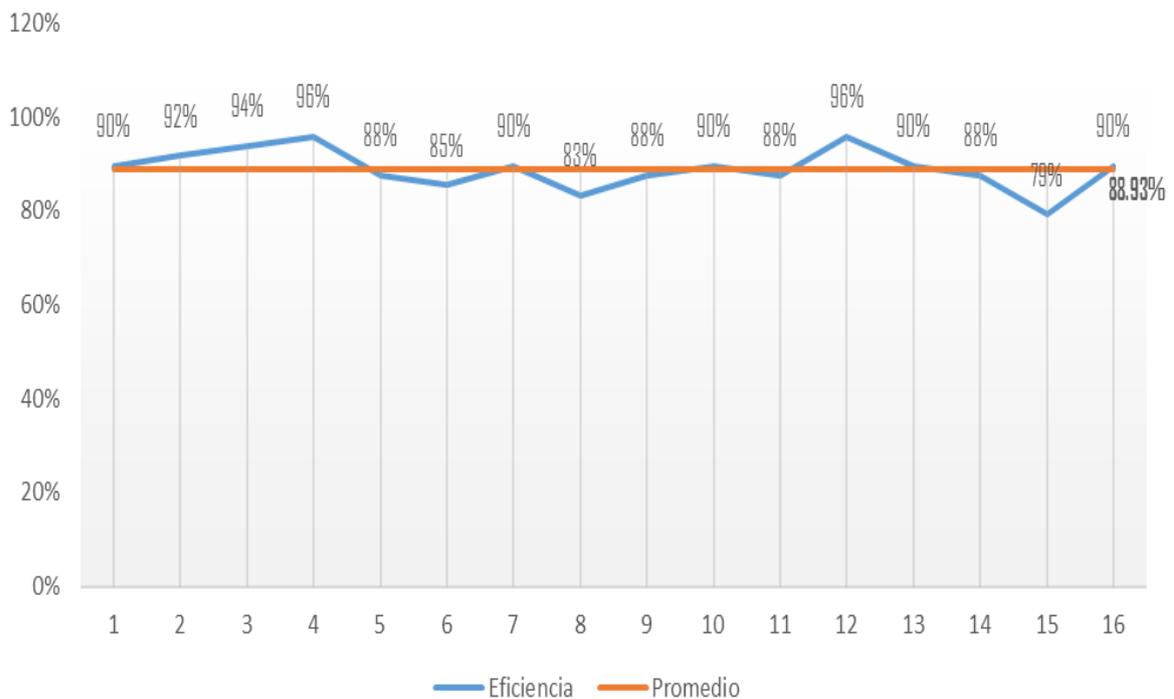


Figura 3. Nivel de eficiencia realizada en cada una de las actividades y eficiencia total del mes antes de aplicación de la metodología

Fuente: Tabla 6

Antes de la implementación de la metodología se obtuvieron los resultados de eficiencia de los servicios realizados en un mes y como eficiencia promedio fue de 88.93%, teniendo en cuenta que cada servicio se programaba en 24 horas.

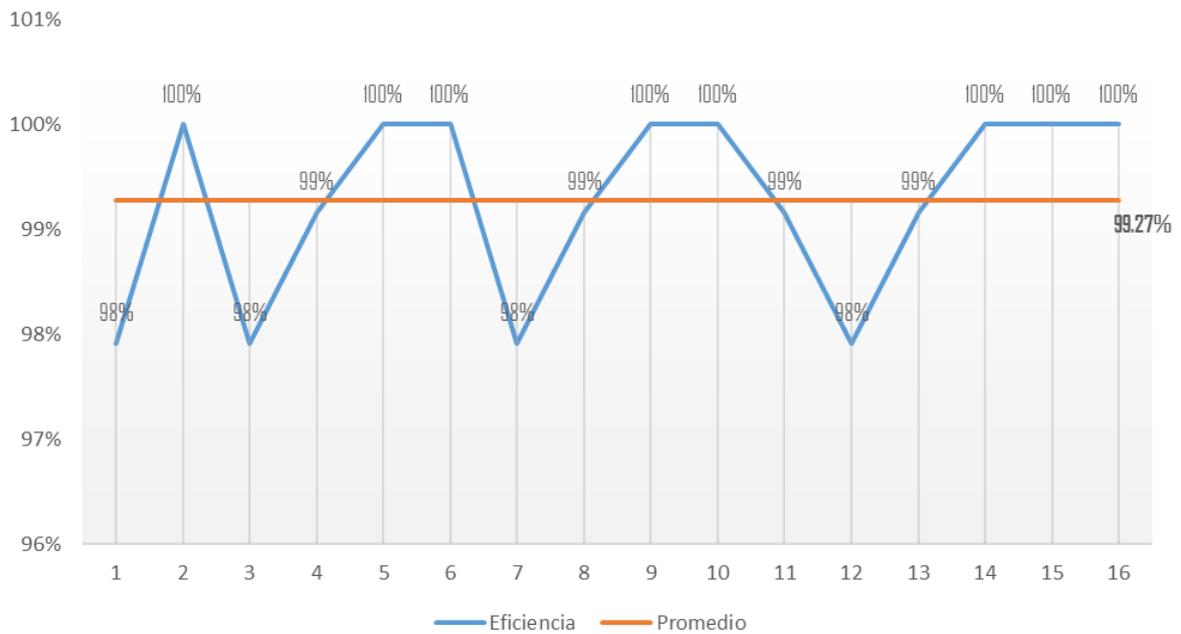


Figura 4. Nivel de eficiencia realizada en cada una de las actividades y eficiencia total del mes luego de aplicación de la metodología.

Fuente: Tabla 8

Luego de la implementación de la metodología se obtuvieron los resultados de eficiencia de los servicios realizados en un mes y como eficiencia promedio fue de 99.27%, teniendo en cuenta que cada servicio se programaba en 24 horas.

Tabla 3. Incremento de eficiencia

Concepto	Porcentaje
Eficiencia inicial	88.93%
Eficiencia final	99.27%
Incremento de eficiencia	11.63%

Fuente: Cálculos de eficiencia (figura 3 y 4)

Con la implementación de la metodología Six Sigma dio como resultado un incremento de 11.63% en la eficiencia del servicio.

Prueba de Hipótesis:

Hipótesis Ha: La aplicación de la metodología Six Sigma aumentó la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

Hipótesis Ho: La aplicación de la metodología Six Sigma disminuye la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

Formulación de hipótesis

$H_a = V_i \uparrow \rightarrow D1 \uparrow$

$H_o = V_i \uparrow \rightarrow D1 \downarrow$

Tabla 4. *Análisis de aplicación de la metodología Six Sigma en la eficiencia*

Aplicación de la metodología Six Sigma	Nivel de Eficiencia
Sin aplicación	88.93%
Con aplicación	99.27%

Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos y a su respectivo análisis se concluyó la aceptación de la hipótesis alterna demostrando que la aplicación de la metodología Six Sigma aumenta la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

4.2.- Eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL mediante la metodología Six Sigma.

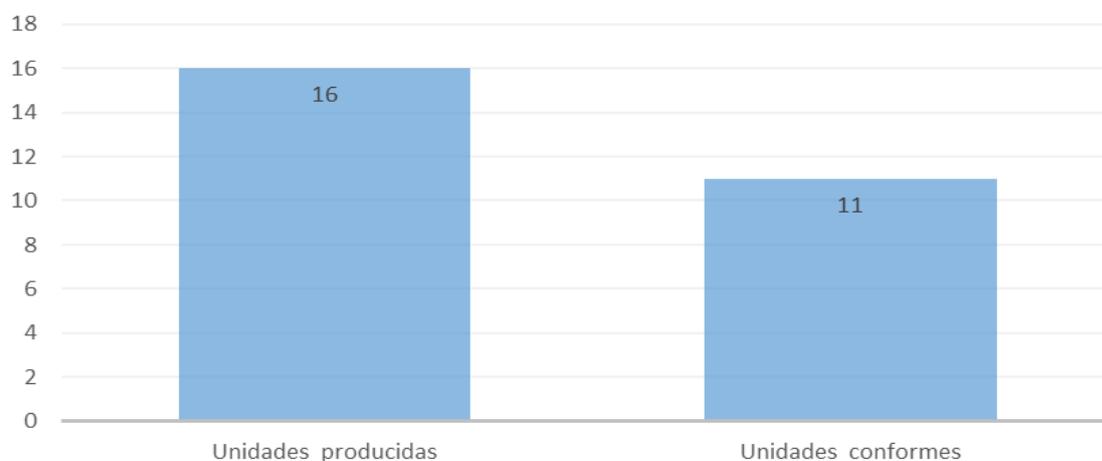


Figura 5. Total de los servicios producidos y los conformes en un mes antes de la implementación del sistema para el cálculo de la eficacia

Fuente: Tabla 7

De los 16 servicios producidos en un mes solo 11 fueron realizados conforme al tiempo programado, obteniendo un nivel de eficacia de 68.75% antes de la implementación de la metodología.

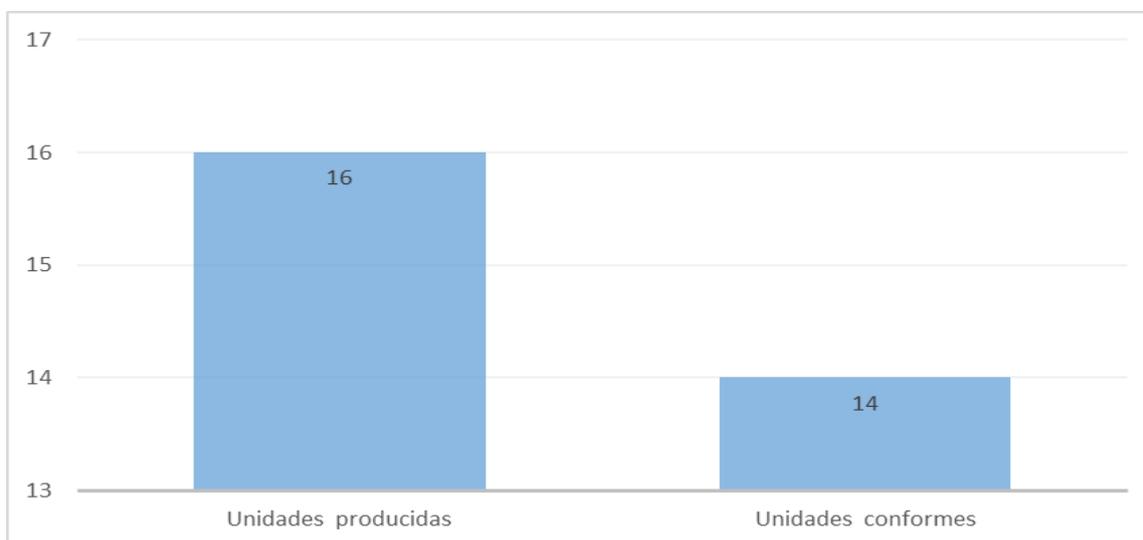


Figura 6. Total de los servicios producidos y los conformes en un mes luego de la implementación del sistema para el cálculo de la eficacia.

Fuente: Tabla 9

Luego de la implementación de la metodología Six Sigma, de los 16 servicios producidos en un mes se realizaron conformemente en el tiempo programado 14 servicios, obteniendo un nivel de eficacia de 87.50%.

Tabla 5. Incremento de Eficacia

Concepto	Porcentaje
Eficacia inicial	68.75%
Eficacia final	87.50%
Incremento de eficacia	27.27%

Fuente: Cálculos de eficiencia (figura 5 y 6)

Con la implementación de la metodología Six Sigma dio como resultado un incremento de 27.27% en la eficacia del servicio.

Prueba de Hipótesis:

Hipótesis Ha: La aplicación de la metodología Six Sigma incrementó la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

Hipótesis Ho: La aplicación de la metodología Six Sigma disminuye la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL

Formulación de hipótesis

$$H_a = V_i \uparrow \rightarrow D2 \uparrow$$

$$H_o = V_i \uparrow \rightarrow D2 \downarrow$$

Tabla 6. Análisis de aplicación de la metodología Six Sigma en la eficacia

Aplicación de la metodología Six Sigma	Nivel de Eficacia
Sin aplicación	68.75%
Con aplicación	87.50%

Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos y a su respectivo análisis se concluyó la aceptación de la hipótesis alterna demostrando que la aplicación de la metodología Six Sigma aumenta la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos y como lo manifiesta Bonilla (2020) y Ortiz (2020) respectivamente sobre que fue una gran idea la incorporación del modelo six sigma ya que trajo un crecimiento exponencial en la producción y generando un gran bienestar en los trabajadores y socios de las empresas y que la adecuada implementación del Lean Six Sigma a las empresas estudiadas permite una perdurabilidad en la cultura y filosofía de estas organizaciones; logrando el mismo impacto positivo en la empresa ICOEL siendo una magnífica idea la implementación de la metodología Six Sigma.

Gómez (2019) y Chávez, et. al. (2019) manifiestan respectivamente que con ayuda de la implementación del Six Sigma lograron a reducir el tiempo de proceso en 16.46%, se incrementó la cantidad de productos semanales de 127 a 151 pares ayudando a aumentar la productividad de la institución, dando grandes beneficios económicos y sociales, y el método Six Sigma ayudo a mejorar las condiciones de entrega de la empresa, mejorando en 5.6 de 3.64 en sigma e incrementado su productividad, ahorrando en materia prima, equipos, mano de obra, aspectos ambientales y diseños de trabajo en un 67%, 26%, 82.88%, 35% y 78% respectivamente; concordando con lo mencionado y los resultados de ellos fue un éxito la implementación del Six Sigma por su gran aporte en mejorar la productividad de la empresa incrementando en un 42.07%

Gonzáles (2018) manifestó que llegó a reducir en un 30% los tiempo en los procesos, logrando con éxito la implementación del método logrando a realizar sus procesos de una manera más eficiente y optimizando sus recursos y Cabello (2018) incremento su producción en 22,665, equivalente a 20.21% aproximadamente y con un incremento en la productividad en 31,27%, siendo beneficiosa la propuesta del procesamiento Six Sigma; por ende fue muy importante la decisión que tomo la empresa ICOEL al dejar realizar la investigación experimental logrando entender el gran beneficio que trae la implementación de un sistema de calidad en la empresa, logrando mejorar en su eficiencia, eficacia y productividad.

La implementación de la metodología Six Sigma llevó a que Núñez (2018) lograra que el inventario rotativo del almacén paso de 32% a 58%, los que no tienen rotación pasaron de 50% a 21%, el valor de inventario inmovilizado paso de 53% a 12%, el nivel de eficacia paso de 45% a 81% y el nivel de eficiencia paso de 82% a 87%, además Pastor (2018) logro en su diagnóstico obtener un nivel sigma de 1.26 con una falla de 59.40% y en la proyección de la propuesta se obtuvo un nivel sigma de 2.36 con una falla total de 27.65%; relacionándolos a mis resultados y concordando en la aplicación del método Six Sigma logrando un incremento en eficiencia de 88.93% a 99.27% y de eficacia de 68.75% a 87.50% logrado gracia a que la organización optimizo sus recursos utilizados teniendo en cuenta una adecuada coordinación.

Pereda (2018) y Medina, Montalvo y Vásquez (2017) lograron respectivamente que la aplicación del método Six Sigma ayudo para pasar de fabricar 1.05 tuberías/día a 1.11 tuberías/día, incrementando su eficiencia en 8%, su eficacia en 7.2% y en su productividad llego a 83%, y siendo un gran beneficio la propuesta de la implementación de Lean Six Sigma logrando estimar un crecimiento en la productividad global de 1.01 a 1.36, aumentando su producción en un 50% y con referencia a la beneficio/costo mejoro su productividad a 2.78; de acuerdo a lo mencionado por ellos la implementación del método Six Sigma trae consigo un sin número de muchos beneficios en la empresa incrementado su productividad, dando un gran aporte económico, mejoramiento de reputación de sus clientes, incremento de trabajo, entre otros.

VI. CONCLUSIONES

La implementación y uso de la metodología Six Sigma en la empresa logró mejorar e incrementar el valor de la eficiencia del servicio en un 11.63%, teniendo como eficiencia inicial un 88.93% y finalizando en un 99.27% consiguiendo que las actividades se realicen de acuerdo al tiempo programado.

La implementación y uso de la metodología Six Sigma en la empresa logró mejorar e incrementar el valor de la eficacia del servicio en un 27.27%, teniendo como eficacia inicial un 68.75% y finalizando en un 87.50% generando que las actividades o servicios ofrecidos mejoren en su conformidad.

.

Por tanto, de acuerdo a la implementación de la metodología Six Sigma la empresa logró el incremento de la eficiencia y de la eficacia llevando a mejorar su productividad logrando un incremento de 42.07%. Antes de la implementación su productividad fue de 61.14 % y luego de la su implementación alcanzó un valor de 86.86%

VII. RECOMENDACIONES

La implementación de la metodología del Six Sigma en la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL tuvo resultados positivos incrementando su productividad en un 42.07%, pero para que se mantenga con una productividad alta deben de mantener el compromiso de sus trabajadores, motivándolos y enfocándose en el buen desarrollo de sus actividades

Se debe de realizar un cronograma de capacitación constante sobre temas de planificación, manejo y control de servicio y además de implementar un proceso de atención de pos-servicio para atender cualquier inquietud del cliente después del servicio ofrecido.

Además de implementar un sistema integrado de gestión empresarial (ERP), con el fin de integrar todos los procesos de la empresa, logrando que la información de la misma fluya sin ningún problema por sus diferentes áreas y conseguir así mejorar en el proceso de toma de decisiones, la coordinación y la eficiencia.

REFERENCIAS

ANDINA. Sector mantenimiento mueve alrededor de S/ 200 millones al año en el Perú. *Andina, Agencia Peruana de Noticias.* [En línea] 16 de diciembre de 2016. [Citado el: 21 de abril de 2021.] <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s-200-millones-al-ano-el-peru-778501.aspx>.

BONILLA. *Análisis de los factores determinantes del Lean Six Sigma en la productividad y competitividad de las MIPYMES colombianas.* Bogotá : Universidad EAN, 2020.

CARRASCO, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Lima : San Marcos, 2008

CHACÓN, Javier y RUGEL, Susana. *Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad. Artículo de Revisión.* s.l. : Revista Espacios, 2018. ISSN 0798 1015.

CHAVEZ, Juan, et al. *Gestión del mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de la maquinaria y equipos diversos para una PYME.* Puebla : Revista de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Puebla, 2019.

CRUZ Yopez, María y REYES Reyes, Jenifer. *Diseño de un modelo de gestión enfocado en la metodología Six Sigma para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa CORPMASTER S.A.* Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2015.

CUANTRECASAS, Lluís y GONZÁLES, Jesús. *Gestión Integral de la Calidad.* Barcelona : Prefit editorial, 2017.

GÓMEZ, Cristian. *Aplicación de un modelo Lean Six Sigma orientado a la mejora de la productividad en una empresa del Sector Cuero de Cali.* Santiago de Cali : Universidad Autónoma de Occidente, 2019.

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. *Control estadístico de calidad y seis sigma.* México, D. F. : McGRAW-HILL, 2009. ISBN: 978-970-10-6912-7.

HERNÁNDEZ Martínez, Cuauhtémoc. *La metodología Lean Seis Sigma, sus herramientas y ventajas.* Veracruz : Universidad Veracruzana, 2014.

HERRERA Acosta, Roberto y FONTALVO Herrera, Tomás. *Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones .* El Salvador : Universidad Tecnológica de El Salvador, 2011.

ICOEL. ICOEL SAC. *ICOEL.* [En línea] [Citado el: 21 de abril de 2021.] <http://www.icoelsac.com/index.html>.

NÚÑEZ Cardenas, César. *Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la Productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2017.* Callao : Universidad César Vallejo, 2018.

SLADOGNA, Mónica. *Productividad- definiciones y perspectivas para la negociación colectiva,* 2017.

ORTIZ, María. *Implementación del modelo six sigma como estrategia de mejora en PYMES de Latinoamérica.* Bogotá : Fundación Universidad de América, 2020.

VARA Horna, Arístides Alfredo. *7 pasos para elaborar una tesis.* Lima : Editorial Macro, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Determinación y análisis del diagnóstico

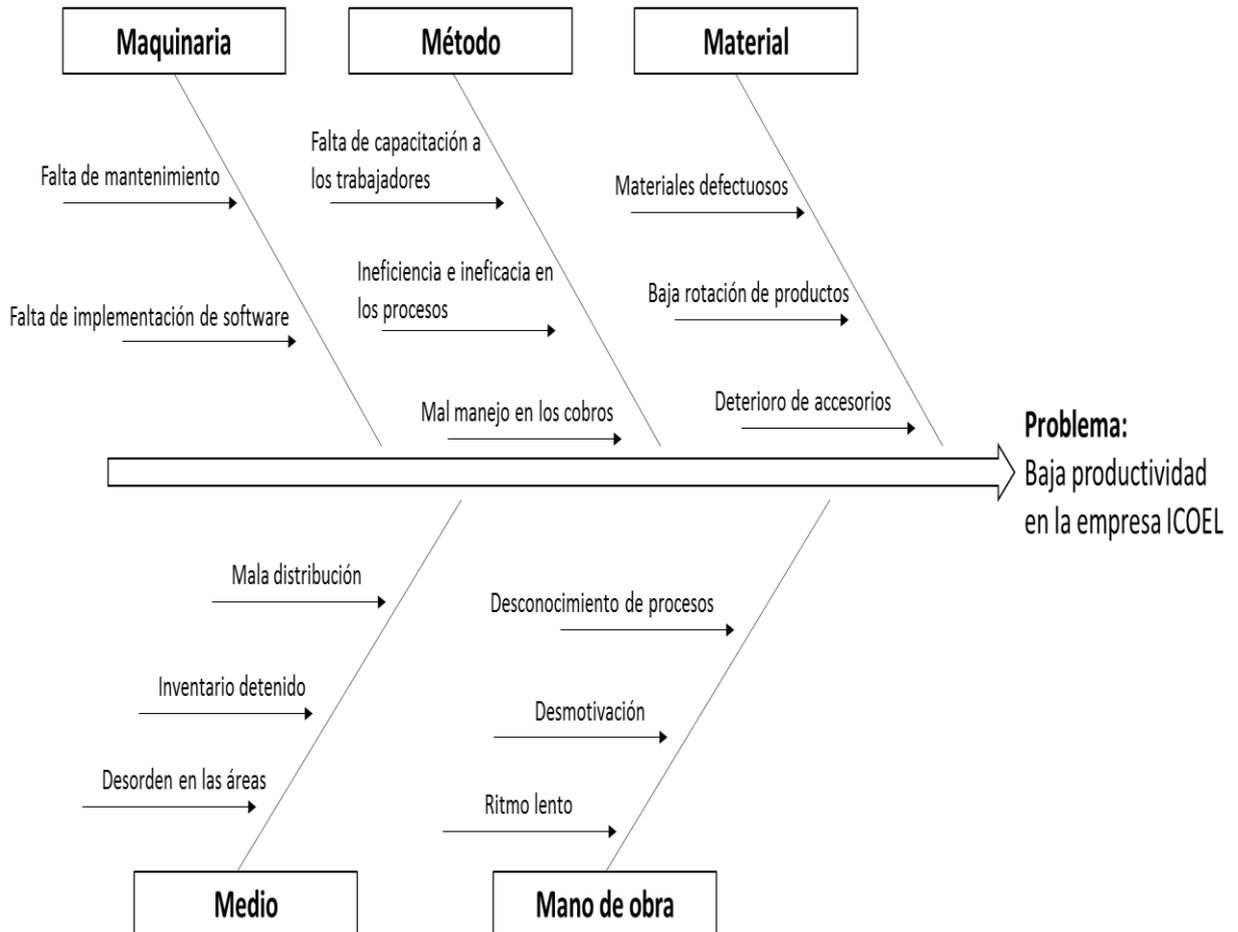


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Tabla de Pareto

Problema: Baja productividad en la empresa ICOEL

Ítem	Causas del Problema	Frecuencia de ocurrencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Mal manejo en los cobros	60	22%	22%
2	Ineficiencia e ineficacia en los procesos	50	18%	41%
3	Falta de implementación de software	45	17%	57%
4	Desorden en las áreas	30	11%	68%
5	Baja rotación de productos	15	6%	74%
6	Inventario detenido	15	6%	79%
7	Falta de mantenimiento	12	4%	84%
8	Falta de capacitación a los trabajadores	10	4%	87%
9	Desconocimiento de procesos	10	4%	91%
10	Materiales defectuosos	8	3%	94%
11	Deterioro de accesorios	6	2%	96%
12	Ritmo lento	5	2%	98%
13	Desmotivación	3	1%	99%
14	Mala distribución	2	1%	100%
Total		271		

Fuente: Elaboración propia

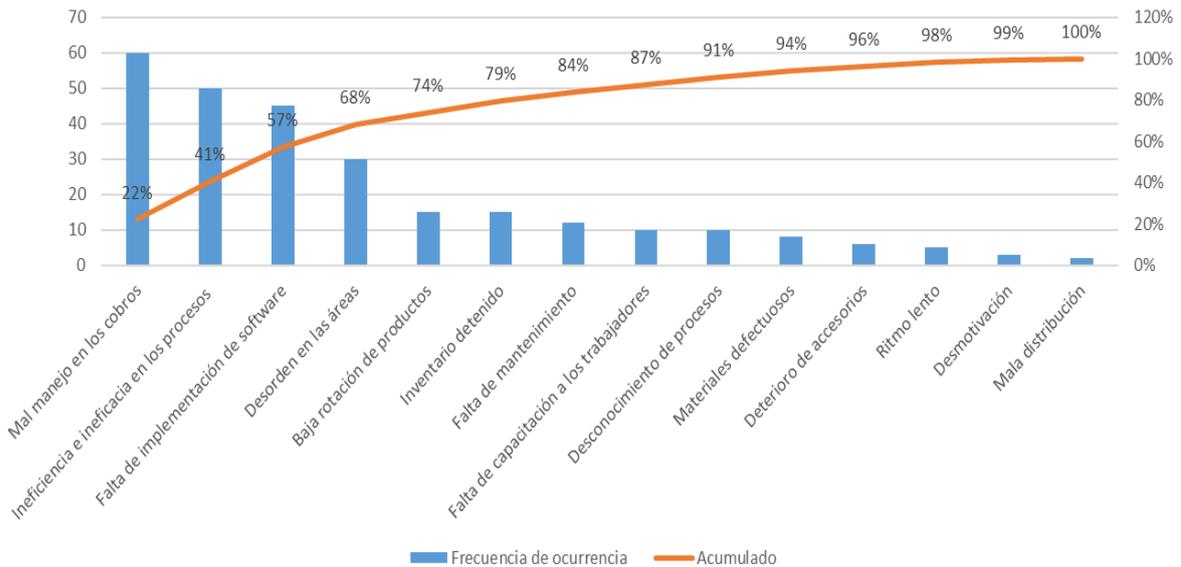


Figura 2. Diagrama de Pareto

Fuente: Tabla 1. Elaboración propia

Anexo 2. Tablas de Eficiencia y eficacia

Tabla 8. Registro de datos para eficiencia inicial

Actividad	Tiempo real	Tiempo usado	Eficiencia
1	24	21.5	90%
2	24	22	92%
3	24	22.5	94%
4	24	23	96%
5	24	21	88%
6	24	20.5	85%
7	24	21.5	90%
8	24	20	83%
9	24	21	88%
10	24	21.5	90%
11	24	21	88%
12	24	23	96%
13	24	21.5	90%
14	24	21	88%
15	24	19	79%
16	24	21.5	90%
Promedio		21.34	88.93%

Tabla 9. Registro de datos para eficacia inicial

Unidades producidas	Unidades conformes	Eficacia
1	1	68.75%
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	
1	0	
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
16	11	

Tabla 10. Registro de datos para eficiencia final

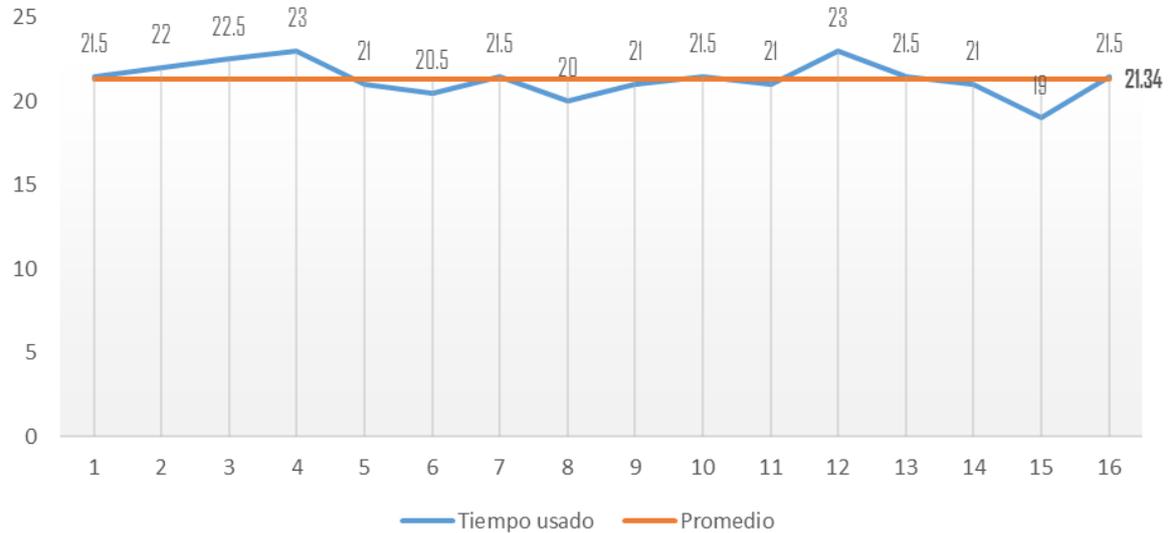
Actividad	Tiempo real	Tiempo usado	Eficiencia
1	24	23.5	98%
2	24	24	100%
3	24	23.5	98%
4	24	23.8	99%
5	24	24	100%
6	24	24	100%
7	24	23.5	98%
8	24	23.8	99%
9	24	24	100%
10	24	24	100%
11	24	23.8	99%
12	24	23.5	98%
13	24	23.8	99%
14	24	24	100%
15	24	24	100%
16	24	24	100%
Promedio		23.83	99.27%

Tabla 11. Registro de datos para eficacia final

Unidades producidas	Unidades conformes	Eficacia
1	1	87.50%
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
16	14	

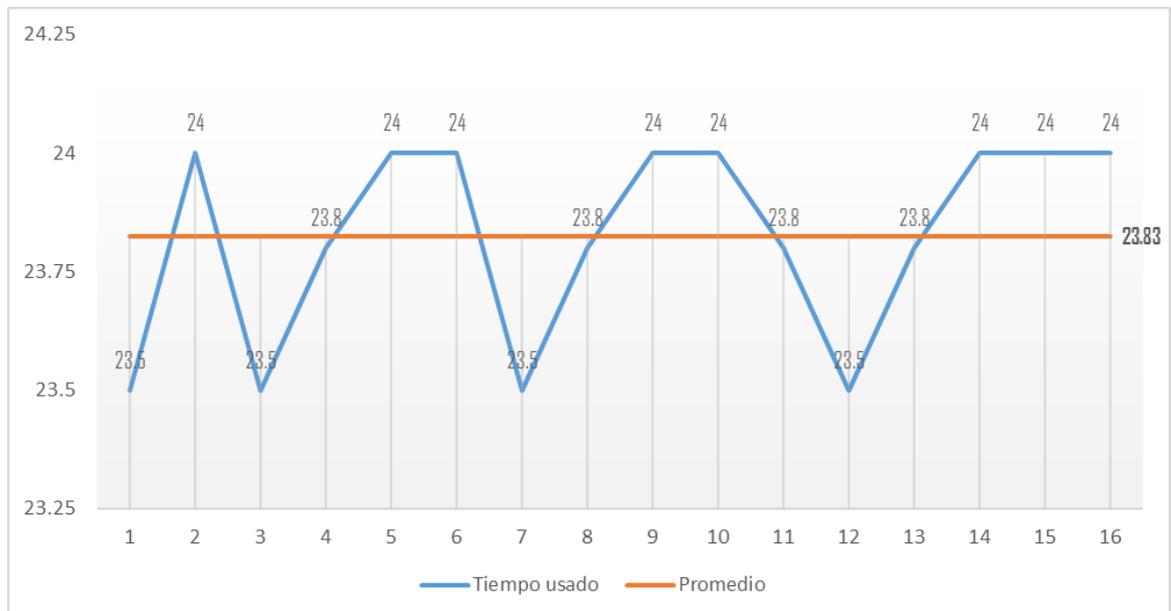
Anexo 3. Tiempo usado y tiempo programado para el cálculo de eficiencia

Figura 3. *Tiempo usado en cada actividad de servicio de mantenimiento en un mes antes de la implementación de la metodología.*



Fuente: Ficha de reporte de productividad, eficiencia y eficacia

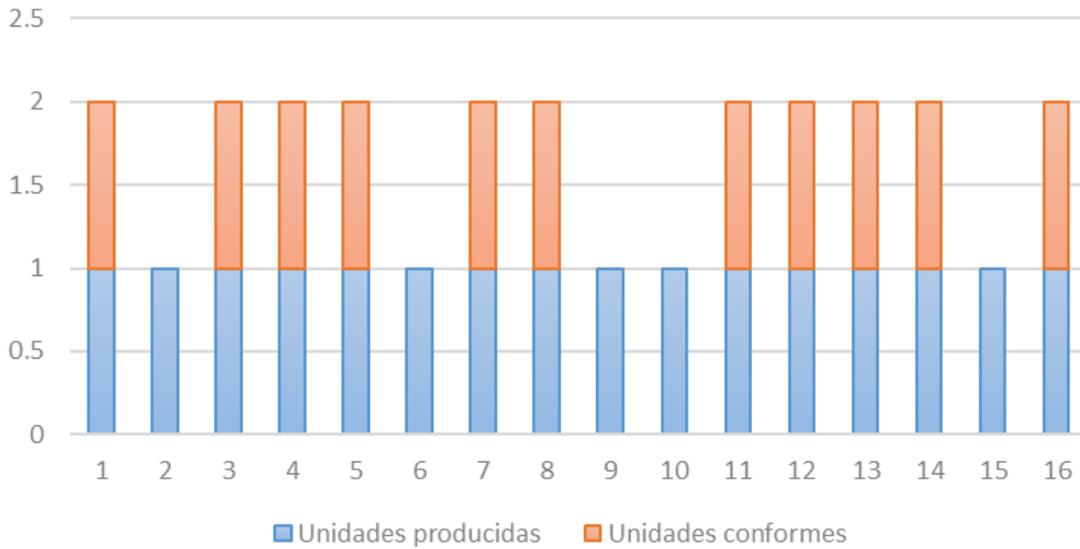
Figura 4. *Tiempo usado en cada actividad de servicio de mantenimiento en un mes luego de la implementación de la metodología*



Fuente: Ficha de reporte de productividad, eficiencia y eficacia

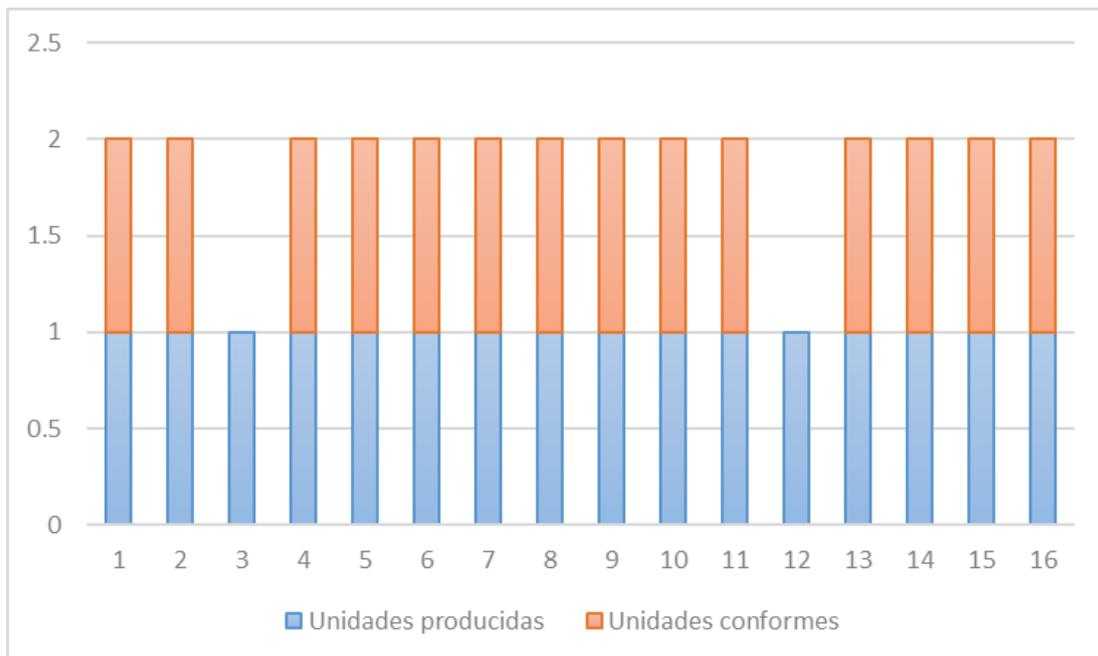
Anexo 4. Cálculo de actividades producidas y las unidades conformes para el cálculo de eficacia

Figura 5. Control de las actividades producidas y las unidades conformes antes de la implementación de la metodología.



Fuente: Ficha de reporte de productividad, eficiencia y eficacia

Figura 6. Control de las actividades producidas y las unidades conformes luego de la implementación de la metodología



Fuente: Ficha de reporte de productividad, eficiencia y eficacia

Anexo 5: Matriz de Consistencia

Título	Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis
Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.	Problema general: ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL?;	Objetivo general: Determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL	Hipótesis general: La aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL
	Problemas específicos: - ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL? - ¿Cómo la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL?	Objetivos específicos: - Determinar como la aplicación del procedimiento del Six Sigma aumentó la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL - Determinar como la aplicación del procedimiento Six Sigma incrementó la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL	Hipótesis específicas: - La aplicación de la metodología Six Sigma aumentó la eficiencia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL - La aplicación de la metodología Six Sigma incrementó la eficacia de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.

ANEXO 9. Autorización de Recolección de Datos



CARTA DE AUTORIZACION

Piura, 24 de junio del 2021

ING. PABLO APARICIO
Presente. -

Asunto: AUTORIZACION DEL RECOJO DE DATOS DE LA EMPRESA ICOEL SAC.

Yo Miguel Ángel Palacios Ruiz identificado con el DNI N°43315807 y en mi calidad de Gerente General de la empresa Ingeniería de Comercialización Electromecánica ICOEL SAC con RUC: 20602890342, autorizo a la Srta. PALACIOS RUIZ MAYRA MERCEDES con DNI N° 72225783 a la toma de datos informativos de la empresa para la realización de su proyecto de investigación.

Sin más y agradeciendo su atención.

Atentamente

Miguel A. Palacios Ruiz
GERENTE GENERAL
ICOEL S.A.C.

ANEXO 10. Validación de instrumentos:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): ...HAY SUFICIENCIA....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

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

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

13 de julio del 2021

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



0008742000195
MONTAÑA CÁRDENAS
INGENIERO INDUSTRIAL
Rreg. CNP N° 144300

Firma del Experto Informante.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓]

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador APARICIO MONTENEGRO PABLO

DNI: 25694430

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL CIP: 200178

24 de junio del 2021

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BORRERO CARRASCO GABRIEL ERNESTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la productividad de la empresa Ingeniería y Comercialización Electromecánica S.A.C. – ICOEL.", cuyo autor es PALACIOS RUIZ MAYRA MERCEDES, constato que la investigación cumple con el índice de similitud 30.00% establecido y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 24 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BORRERO CARRASCO GABRIEL ERNESTO DNI: 03664280 ORCID 0000-0001-5485-9927	Firmado digitalmente por: GBORREROC el 23-12- 2021 11:34:40

Código documento Trilce: TRI - 0196220