

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de implementación del ciclo Deming para
reducir reprocesos de fabricación de una empresa
metalmecánica, Lima-2022**

Luis Abel Salazar Piñas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Waldrick Cesar Morro Sumary
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 14 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO DEMING PARA REDUCIR REPROCESOS DE FABRICACIÓN DE UNA EMPRESA METALMECANICA, LIMA - 2022

Autores:

1. Luis Abel Salazar Piñas – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 13 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 40 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

Agradecimientos

A Dios, por ser mi sostén y fortaleza para el cumplimiento de mis objetivos profesionales y de mi vida personal.

A toda mi familia, por ser un soporte en la lucha de mis ideales profesionales.

Al Ing. Joel Cristóbal, jefe senior de Ingeniería de la empresa Nexa, con quien tuve el agrado de trabajar, el mismo que siempre me apoya y aconseja para cumplir mis objetivos y metas, ampliando mi visión profesional y personal.

A la gerencia de la empresa metalmecánica donde me desempeñé laboralmente y donde encontré todas las facilidades para la elaboración de mi tesis, con la grata satisfacción de poder aportar con una herramienta de mejora continua en los procesos de fabricación de la empresa.

A la plana docente de la Universidad Continental, por las enseñanzas recibidas que aportaron en mi formación profesional.

A mi asesor, Ing. Waldrick César Morro Sumary, por la asesoría y orientación que me brindó durante el desarrollo de mi proyecto de tesis.

Dedicatoria

Se lo dedico a Dios, por la bendición de mi salud y la dicha de tener al lado a mis padres, hermanas y sobrina, quienes con amor me apoyaron para el logro de mis objetivos.

Índice

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Índice de Tablas	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	x
CAPÍTULO I	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	12
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	12
1.1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.1.2 Identificación de los efectos del problema (consecuencias)	14
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problemas específicos	17
1.3 Objetivo general	17
1.3.1 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación e importancia	18
1.4.1 Por conveniencia.....	18
1.4.2 Implicaciones prácticas	18
1.4.3 Aspecto laboral-social	19
1.4.4 Aspecto económico.....	19
1.4.5 Aspecto de sostenibilidad.....	19
1.5 Hipótesis	19
1.5.1 Hipótesis específicas.....	19
1.6 Operacionalización de las variables	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes del problema.....	22
2.1.1 Antecedentes internacionales	22
2.1.2 Antecedentes nacionales	24
2.2 Bases teóricas.....	29
2.2.1 Sector metalmecánico.....	29
2.2.2 Definición de ciclo Deming	30
2.2.3 Sistema de Gestión de Calidad	33
2.2.4 Reproceso de fabricación.....	34
2.2.5 Descripción de la empresa	36

CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA.....	41
3.1 Métodos y alcance de la investigación	41
3.1.1 Tipo de investigación.....	41
3.1.2 Enfoque de la investigación.....	41
3.1.3 Alcance de la investigación	41
3.2 Diseño de la investigación.....	42
3.2.1 Experimental	42
3.3 Población y muestra.....	42
3.3.1 Población	42
3.3.2 Muestra	42
3.4 Técnicas e instrumentación de recolección de datos	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 Presentación de resultados	44
4.1.1 Situación actual de la empresa.....	44
4.2 Ciclo Deming antes de la propuesta de implementación	51
4.2.1 Planificar	51
4.2.2 Hacer	52
4.2.3 Verificar.....	54
4.2.4 Actuar.....	55
4.2.5 Resultados de ciclo Deming	55
4.3 Propuesta de aplicación de la metodología PHVA.....	56
4.3.1 Planificar	56
4.3.2 Hacer	58
4.3.3 Verificar.....	71
4.3.4 Actuar.....	72
4.4 Discusión de resultados	73
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS	88

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	21
Tabla 2. Técnicas e instrumentación de recolección de datos	43
Tabla 3. Análisis causa raíz.....	49
Tabla 4. Causas con más alto índice en el reproceso de fabricación.....	50
Tabla 5. Planificar pretest.....	51
Tabla 6. Indicador y resultados – Planificar	52
Tabla 7. Hacer pretest	53
Tabla 8. Indicador y resultados – Hacer pretest.....	53
Tabla 9. Verificar pretest	54
Tabla 10. Indicador y resultados – Verificar pretest	55
Tabla 11. Indicador y resultados – Actuar pretest.....	55
Tabla 12. Resultado final Ciclo Deming	56
Tabla 13. Protocolo estandarizado de programa de capacitación.....	58
Tabla 14. Asistencia de personal de una empresa metalmecánica, Lima-2022	60
Tabla 15. Programa de capacitación	60
Tabla 16. Encuesta de capacitación y entrenamiento es una herramienta valiosa para identificar necesidades	61
Tabla 17. Protocolo de estandarización de procesos de fabricación.....	62
Tabla 18. Formato de estandarización de los procesos de fabricación de una metalmecánica, Lima-2022.....	65
Tabla 19. Formato de proceso de estandarización	66
Tabla 20. Protocolo estandarizado de cumplimiento entre el área de producción y el área de ingeniería	67
Tabla 21. Formato de control de cumplimiento-fabricación de niples de acero	68
Tabla 22. Procedimientos de inspección de calidad	69
Tabla 23. Protocolo estandarizado de programa de mantenimiento de las maquinarias de una empresa metalmecánica, Lima-2022	70
Tabla 24. Formato de Plan de Auditoría	72
Tabla 25. Formato de seguimiento y recopilación de datos para mejora continua ...	73

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de árbol de problemas.....	15
Figura 2. Diagrama de árbol de objetivos	16
Figura 3. Ciclo Deming	31
Figura 4. Diagrama de principales procesos de una metalmecánica	37
Figura 5. Productos con más demanda fabricados en el año 2022.....	45
Figura 6. Fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas.....	46
Figura 7. Diagrama Ishikawa	47
Figura 8. Análisis causa raíz.....	50
Figura 9. Solicitud a gerencia.	57

Resumen

La presente investigación tiene como principal propósito contar con una propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación en una empresa metalmecánica, en Lima, 2022. En lo referente a la metodología, se aplicó un diseño de investigación experimental, con la característica específica derivada al análisis de control. Asimismo, se utilizó un tipo de investigación aplicada o de desarrollo, con un alcance de investigación correlacional. Las técnicas de recolección de datos fueron análisis de datos y entrevista. De esta forma, se diagnosticó la situación de una empresa metalmecánica, en Lima, verificando que sus reprocesos de fabricación en el 2022 representaron el 10,7 % del total de productos fabricados, una cifra que no cumplía los objetivos según los datos obtenidos a través de una aplicación previa del ciclo Deming, que identificó la necesidad de planificar un 36 % de cumplimiento, hacer un 30 % de cumplimiento, verificar un 33,3 % de cumplimiento y actuar un 32 % de cumplimiento. Así se logró identificar el problema principal que causa los reprocesos de fabricación, por lo que es necesario estandarizar los procesos de fabricación por medio de la propuesta de implementación del ciclo Deming. En ese sentido, es importante recordar que Deming expuso la relación positiva y directa entre calidad y productividad, demostrando que el incremento de la calidad reduce los reprocesos de fabricación.

Palabras claves: Deming, reprocesos, calidad, estandarizar.

Abstract

The main objective of this research “Proposal for Implementation of the Deming Cycle to Reduce Manufacturing Reprocesses of a Metalworking Company, Lima – 2022” is to have a proposal for the implementation of the Deming Cycle to reduce manufacturing reprocesses of a metalworking company, Lima – 2022. Regarding the methodology, an experimental research design was applied and presents the specific characteristic derived from the control analysis, type of applied or development research, with a correlational research scope; and the data collection techniques were data analysis and through interviews. In this work, the current situation of a metalworking company, Lima-2022, was diagnosed, where it is verified that manufacturing reprocesses with respect to the year 2022 have an average of 10,7 % of the total products manufactured for the year in question, it was also identified in an application of the Deming Cycle before improvement: Plan 36 % in compliance, Do 30 % in compliance, Verify 33,3 % in compliance and Act 32 % in compliance, according to the data obtained it can be verified that we did not reach optimal compliance with the desired objectives. Therefore, through these data obtained, it was possible to identify the main problem that causes manufacturing reprocessing and that is that we need to standardize our manufacturing processes through the proposed implementation of the Deming cycle. Deming was in charge of exposing the positive and direct relationship between quality and productivity, demonstrating that increasing quality reduces manufacturing reprocesses.

Keywords: Deming, reprocessing, quality, standardize.

Introducción

El sector metalmecánico peruano tiene un papel fundamental y crucial en la estructura productiva de la economía, porque suministra, produce e instala activos permanentes como maquinaria y equipos de trabajo, así como productos y suministros para diferentes sectores industriales, tales como la minería, la construcción, el transporte y la pesca, los mismos que son un gran generador de empleo y tienen un gran efecto multiplicador en las industrias relacionadas.

La presente investigación tiene como propósito principal contar con una propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir los reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, en Lima, durante 2022, para lo cual se plantean soluciones y alternativas. Es necesario indicar que, hasta el momento de la investigación, la empresa laboraba sin un programa de mejora continua, ya que no contaba con documentos de procesos estandarizados para una buena optimización de calidad en sus productos y servicios finales, lo cual ocasionaba que estos se estanquen, mientras que los productos de otras empresas similares con las que competía continuaban mejorando en calidad, función y uso. A fin de superar esta situación, se elaboró la propuesta mencionada.

La investigación se organiza en cuatro capítulos:

En el Capítulo I: Planteamiento del estudio, se expone la definición y formulación del problema y se determinan los objetivos, la justificación y las limitaciones del estudio. Además, se plantea la hipótesis y se detallan las variables implicadas.

Por su parte, en el Capítulo II: Marco teórico, se abordan los antecedentes relevantes, así como las bases teóricas y científicas. También se brinda una descripción detallada de la empresa.

En el Capítulo III: Metodología de investigación, se detalla el método de investigación elegido, los alcances y el diseño del estudio, así como la población y muestra. Además, se explican las técnicas e instrumentos usados para la recolección de datos.

Finalmente, en el Capítulo IV: Resultados y discusión, se interpretan los resultados obtenidos para cada variable y se realiza una prueba de hipótesis. También se discuten los resultados y se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

La propuesta de implementación del ciclo Deming, conocido también como ciclo PHVA de la mejora continua, tiene como objetivo reducir reprocesos de fabricación, ya que se puede desarrollar en cada enfoque del proceso para facilitar la ubicación de los cuellos de botella a fin de realizar un profundo análisis y diagnóstico en la organización, ejecución, supervisión y mejora continua de los procesos, en el marco del sistema de gestión de calidad (1).

Es importante mencionar que Deming fue pionero en establecer una conexión positiva y directa entre calidad y productividad, evidenciando que mejorar la calidad disminuye la necesidad de reprocesos, reduce los costos asociados a errores en el proceso, minimiza las averías y las quejas de los clientes, entre otras características positivas (2).

En el sector internacional, la industria, incluida el sector metalmeccánico, ha sido golpeada duramente desde el año 2019 por la escasez de materias primas y problemas logísticos, como resultado de la situación pandémica global por el Covid-19. A esto se le sumó el conflicto entre Rusia y Ucrania, en 2022. Estos contextos conllevaron cambios en el sector metalmeccánico. Como resultado de la globalización y el aumento de la competencia, las industrias metalmeccánicas tuvieron que adaptar sus estrategias de fabricación con mejoras continuas en sus procesos para ser más eficientes y competitivos a través de la diferenciación en la calidad de sus productos y/o servicios exigidos a nivel mundial (3).

En Perú, tras la llegada de la pandemia del Covid-19 en 2020, las empresas del sector metalmeccánico han logrado recuperarse y están operando al 100 %, según Víctor Lazo, gerente de la Asociación de Empresas Privadas Metalmeccánicas del Perú (AEPME). No obstante, Lazo mencionó que el actual desafío de la industria no está relacionado con la situación sanitaria, sino con la falta de inversión en proyectos de infraestructura. Esta carencia afecta negativamente al sector metalmeccánico, que depende en gran medida de la minería y de los proyectos de infraestructura gestionados por el Gobierno central y los Gobiernos regionales, influyendo en la capacidad de recuperación de la industria. A ello se suma la globalización del mercado

metalmecánico, donde el cliente busca el valor agregado de calidad en sus productos y deciden comprar o hacer sus fabricaciones en el extranjero por parte de empresas, cuando ese tipo de compras se podrían hacer en Perú (4).

De las más de 167 mil empresas metalmecánicas registradas en Perú, de las cuales el 94 % son micro y pequeñas empresas (mypes), solo el 18,5 % emplea estándares de calidad o normas técnicas en la producción de bienes y servicios, según el Ministerio de la Producción. Jerek Bútrica, director de la AEPME, expresó en un evento de ESAN que la industria metalmecánica es la que menos normas técnicas posee en el país, lo que ha impedido la implementación de estándares de calidad en su producción (5).

La empresa metalmecánica, Lima-2022, ofrece servicios de ingeniería de diseño, fabricación metalmecánica y mecanizado de precisión. Esta empresa laboraba sin un programa de mejora continua en sus procesos, ya que no contaba con documentos de procesos estandarizados para una buena optimización de calidad en sus productos y servicios finales, lo cual ocasionaba que estos se estanquen, mientras que los productos de otras empresas similares con las que competía continuaban mejorando en calidad, función y uso.

Al no contar con una mejora continua, sus procesos productivos no están documentados ni estandarizados, lo cual conlleva la ejecución de una tarea con diferentes formas de realización, desde la adquisición de insumos hasta la finalización del producto, dejando la toma de decisiones a la experiencia del trabajador que la desarrolla, sin ninguna supervisión o estándar de trabajo, lo cual genera que los productos tengan errores en el proceso de producción, teniendo que efectuar reprocesos de fabricación, con gastos no programados e incumplimiento en la fecha de entrega de productos, pérdida de clientes, etc. Estas situaciones dan porque no se ajustan a las especificaciones y recomendaciones de las normas técnicas de calidad aplicables a su proceso.

De esta forma, surgió la necesidad de incorporar un sistema de mejora continua o ciclo Deming, a fin de disminuir los costos de fabricación, con la reducción de los reprocesos por productos finales no conformes, y aumentar la eficiencia de la producción a través del análisis y mejora continua de los procesos, puesto que, al examinarlos, pueden encontrarse los cuellos de botella y actuar sobre ellos para reducir las ineficiencias y optimizar la producción de la empresa.

1.1.2 Identificación de los efectos del problema (consecuencias)

- Artículos que presentan deficiencias en sus especificaciones o carecen de calidad adecuada.
- Falta de puntualidad en la entrega de productos o servicios.
- Incremento en los costos por reprocesos de fabricación.
- Falta de habilidades especializadas en ciertos sectores laborales.
- Se genera estrés laboral.
- Accidentes en el trabajo.
- Falta de satisfacción por parte de los clientes.
- Disminución de la clientela.
- Reclamaciones por no cumplir con las fechas de entrega programadas.

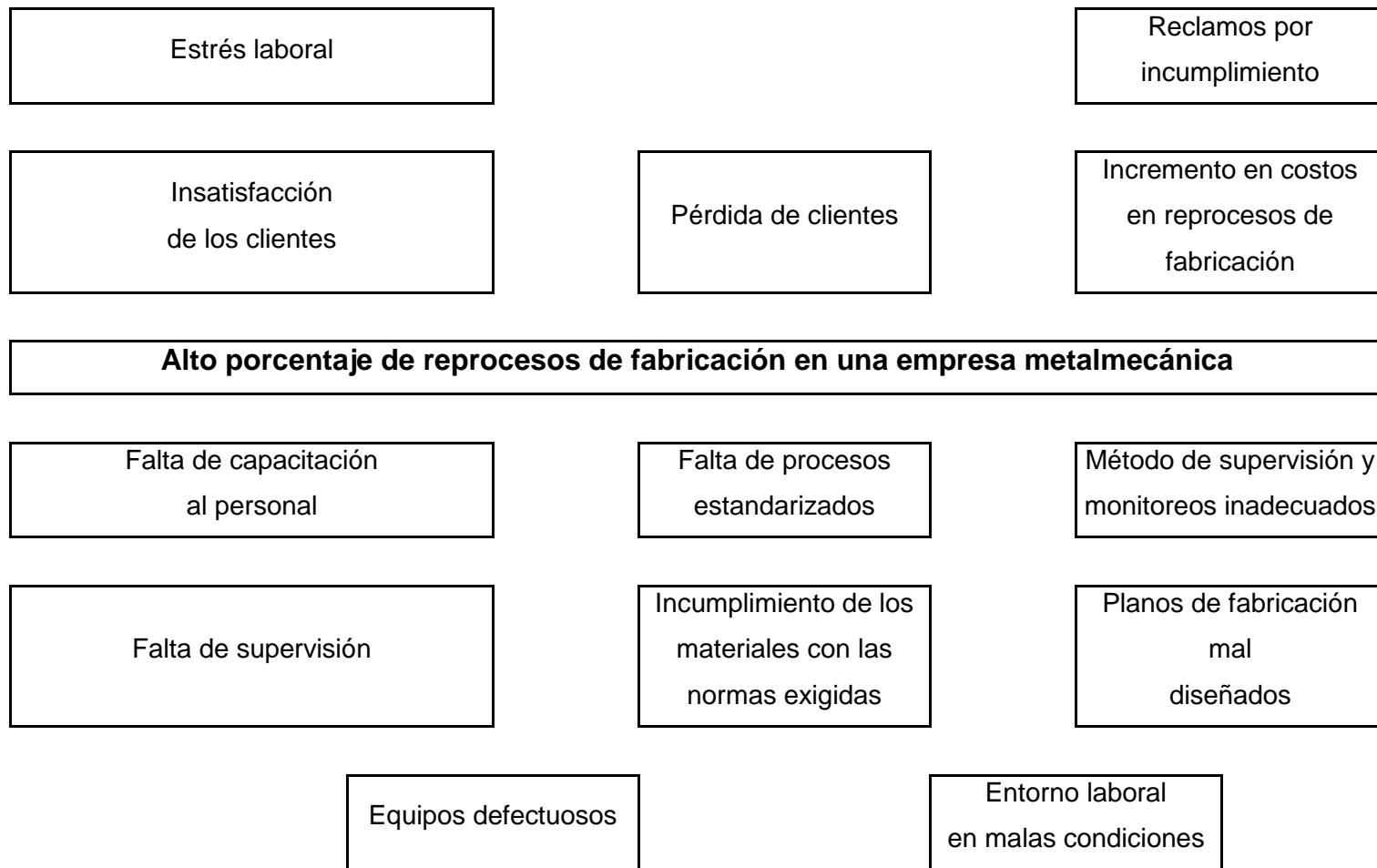


Figura 1. Diagrama de árbol de problemas. Se muestran e identifican los aspectos negativos que ocasionan los reprocesos de fabricación en una empresa metalmeccánica, Lima, 2022.

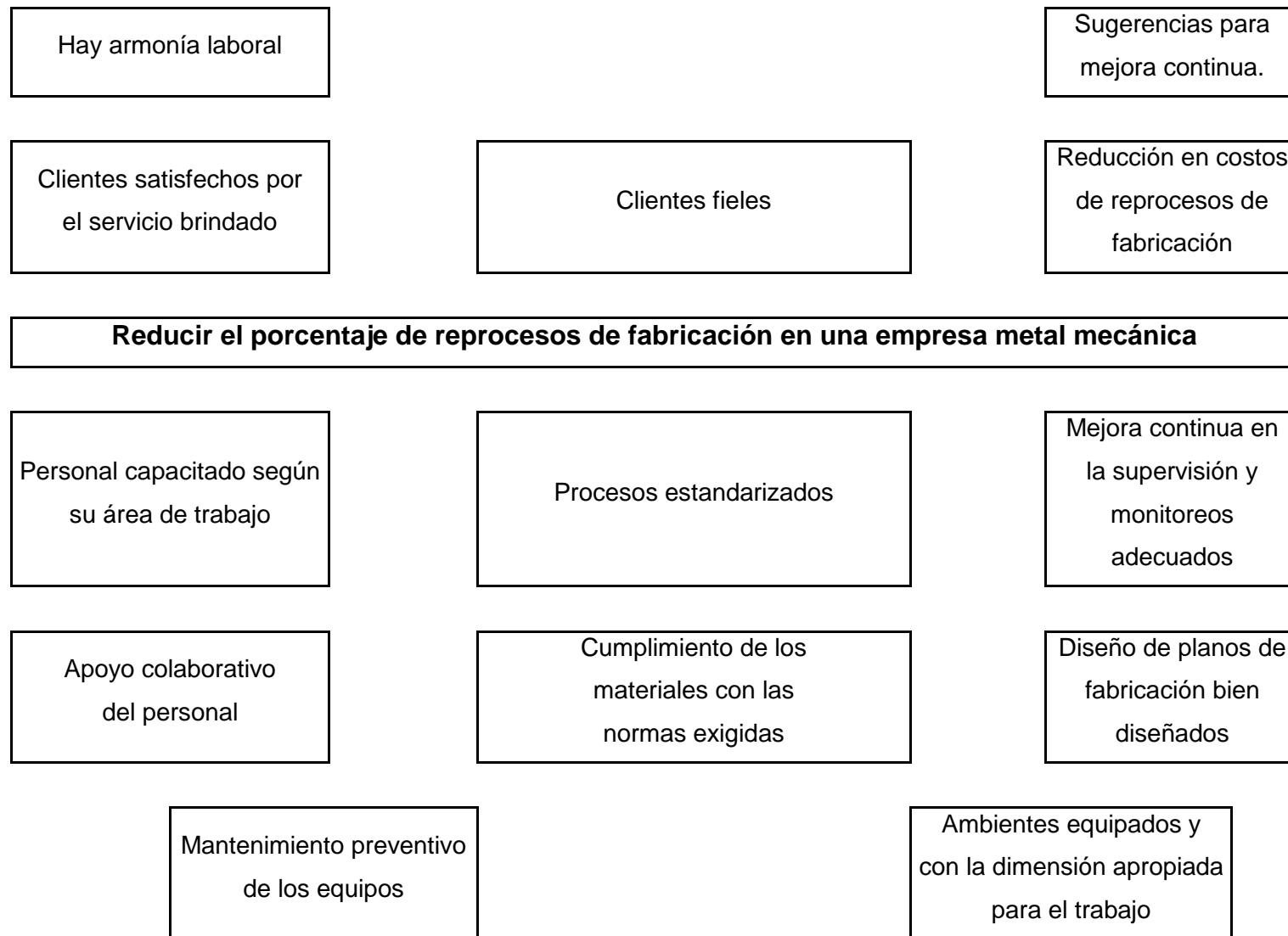


Figura 2. Diagrama de árbol de objetivos. Se abordan los problemas identificados transformando sus aspectos negativos en mejoras positivas para un proceso concreto, además de definir cómo se relacionan las causas con los efectos de dichos problemas.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permitirá reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, Lima-2022?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Cuál es el diagnóstico del área de producción de una empresa metalmecánica, Lima-2022, identificando los principales problemas y causas en la gestión de sus procesos y operaciones?
- ¿De qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de una empresa metalmecánica, Lima-2022?
- ¿De qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmecánica, Lima-2022?

1.3 Objetivo general

Contar con una propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

1.3.1 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de una empresa metalmecánica, Lima-2022, identificando los principales problemas y causas en la gestión de sus procesos y operaciones.
- Determinar de qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

- Determinar de qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmeccánica, Lima-2022.

1.4 Justificación e importancia

La problemática de reprocesos de fabricación por productos finales no conformes se originó a causa de que la empresa laboraba sin un programa de mejora continua en sus procesos, desde la adquisición de los componentes hasta la entrega del producto terminado, lo que impedía una buena optimización de calidad en sus productos y servicios finales, provocando gastos adicionales debido a la repetición de procesos de fabricación, clientes insatisfechos, demoras en la entrega de productos terminados, pérdida de la confianza de los clientes, multas por incumplimiento, etc.

1.4.1 Por conveniencia

En relación con lo citado anteriormente, resulta importante entender la propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación, a fin de conocer los procedimientos documentados y estandarizados en el proceso de producción, los cuales conllevarán la realización de un trabajo eficiente, desde el momento de la adquisición de los materiales hasta la finalización del producto, teniendo como objetivo siempre usar una guía de calidad de mejora continua en todos los procesos.

1.4.2 Implicaciones prácticas

La mejora continua del ciclo Deming reducirá reprocesos de fabricación, ya que se conocerán los cuellos de botella donde se inicia el declive de un mal procedimiento en el proceso de ejecución de un producto, por medio del análisis y diagnóstico en la planificación del control y mejora continua de los procesos del sistema de gestión de calidad. Asimismo, un plan de inspección y pruebas, junto con la implementación de puntos adicionales para el control de calidad, contribuirá a que diversas empresas, tanto del sector metalmeccánico como de otros sectores, eviten gastos innecesarios relacionados con reprocesos de fabricación y retrasos en la entrega de productos terminados.

1.4.3 Aspecto laboral-social

La presente investigación tiene repercusiones importantes tanto en el ámbito laboral como social, al prevenir accidentes laborales que surgían del estrés asociado con los reprocesos de fabricación. Los costos extra generaban un ambiente laboral estresante e irritante, llevando a los empleados a trabajar bajo gran presión, lo que incrementaba el riesgo de accidentes y resultaba en una mayor cantidad de trabajos mal realizados.

Al tener una mejora continua en los procesos con trabajos estandarizados, el personal labora con mayor confianza y armonía, generando productos con estándares de calidad y haciendo que los clientes sean los más favorecidos por tener y contar con productos finales acordes con las normas de calidad.

1.4.4 Aspecto económico

En el aspecto económico, la investigación tiene un impacto positivo pues, al mejorar la gestión de los procesos y recursos, se reducen los reprocesos de fabricación y no se generan costos superfluos, permitiendo que el dinero pueda ser invertido en diferentes áreas de la empresa, como en capacitación al personal, entre otras. Esto genera ganancias a la empresa y optimiza su operatividad.

1.4.5 Aspecto de sostenibilidad

La importancia y la capacidad de sostenibilidad de esta investigación son evidentes dado que cada producto fabricado debe pasar por evaluaciones de calidad que garanticen su adhesión a los estándares y especificaciones del cliente, los cuales deben ser claramente establecidos y mejorados continuamente por la empresa.

1.5 Hipótesis

Con la propuesta de implementación del ciclo Deming se logrará una significativa reducción de reprocesos en la empresa metalmecánica, Lima-2022.

1.5.1 Hipótesis específicas

- Se espera que, al realizar un diagnóstico de la situación actual de una empresa metalmecánica, Lima - 2022, se identifiquen problemas y causas específicas en la gestión de sus procesos y operaciones.
- Se espera que la implementación del Ciclo Deming de una empresa metalmecánica, Lima - 2022, permita el diseño exitoso de protocolos de

estandarización para la capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad.

- Se espera que la propuesta de implementación del Ciclo Deming de una empresa metalmecánica, Lima - 2022, conduzca al diseño exitoso de protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizada.

1.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Ciclo Deming	Según Quiroa (6), “es un método altamente efectivo que se aplica en los sistemas de gestión de la calidad y la mejora continua. Ayuda en la búsqueda de soluciones a ciertos problemas específicos y para alcanzar la optimización de los procesos implementados en las organizaciones”.	Según Quiroa (6), “es un ciclo porque sigue cuatro fases: planificar, hacer, verificar y actuar. Por esa razón, también es conocido con las siglas PHVA o PDCA, por sus siglas en inglés, que justamente coincide con cada una de las etapas que se deben seguir para su implementación”.	Método Mejora continua: <ul style="list-style-type: none"> • Planear • Hacer • Verificar • Actuar 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de cumplimiento
Variable dependiente Reprocesos de fabricación	Según IQSS Corp. (7), el reproceso de fabricación “es provocado por fallas y errores en los procesos. Para conocer el origen del retrabajo debemos elaborar un diagnóstico que muestre en donde se está originando”.	Según García (8), “es el producto o subproducto que debe ser reprocesado por alguna falla en el proceso, y debe ser inspeccionado al 100 % después de haber sido reparado y devuelto a la línea de producción en donde se originó”.	Productos defectuosos Reprocesos	<ul style="list-style-type: none"> • Causas de los productos defectuosos. • Número de reprocesos de fabricación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

En la investigación de Millán (9), el propósito principal fue mejorar los procesos de control de calidad en la empresa Formadcol-Paneles Estructurales S.A.S., de Piedecuesta, Santander, dedicada a la fabricación y alquiler de encofrados. En septiembre de 2019, se identificaron deficiencias en las áreas de materias primas, soldadura y acabados, lo que impulsó la implementación de mejoras específicas. La investigación, de enfoque cuantitativo y carácter explicativo y descriptivo, aplicó el ciclo PHVA como metodología clave para abordar estas áreas problemáticas. Durante la fase de planificación, se definieron metas y métodos; en la fase de ejecución, se implementaron las actividades propuestas; en la fase de verificación, se analizaron los resultados, y, finalmente, en la fase de actuación, se adoptaron medidas correctivas para garantizar la calidad total de los procesos. Estas mejoras se efectuaron conforme con las normativas aplicables a la industria metalmecánica, como NTC 19361, NTC 4680, NTC 4435 y las regulaciones de AWS. El plan de mejora permitió la estandarización y optimización continua de los procesos, asegurando así la calidad en la producción. En particular, se determinó que la eficiencia del alambre tabular fue del 94,2 % y la del cilindro de gas del 97,2 %, con un margen de error mínimo del 3,33 % en la lista de verificación aplicada en el área de soldadura, lo que indicó su efectividad en esta área de la empresa.

Por su parte, Marín y Morales (10) plantearon una propuesta para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), según la Norma ISO 9001: 2015, en la empresa Herral Núñez S.A., con el fin de estandarizar los procesos productivos y asegurar el cumplimiento de la norma. Para lograr esto, se realizó una descripción detallada de la organización y sus procesos de producción, identificando las variables clave dentro de esta área. La metodología incluyó el análisis de un diagnóstico previo y la evaluación de una lista de chequeo basada en ISO 9001:2015, aplicada dentro de la empresa. Los resultados destacaron los beneficios de implementar este sistema, como la estandarización de los procesos y la reducción de gastos innecesarios. Finalmente, se propuso un plan de implementación del Sistema de Gestión de la Calidad, detallando las actividades necesarias, así como los costos y el presupuesto requerido para su correcta ejecución.

En la misma línea, Campuzano y Sandoval (11) desarrollaron su investigación en la empresa Tamecam S.A., en Guayaquil, dedicada a la fabricación, reparación y reconstrucción de equipos metálicos, con el objetivo de establecer una herramienta de mejora continua para fortalecer el conocimiento del personal y la formación de equipos competentes. Los investigadores diagnosticaron los procesos internos de la empresa, evaluando su estructura documental con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015. La metodología utilizada fue cualitativa, enfocándose en describir y mejorar la secuencia de procesos de gestión de la calidad. Durante la investigación, se efectuaron visitas al sitio para reconocer recursos y organizar al personal, y se aplicó el ciclo de Deming como herramienta principal de mejora continua. Los datos se recopilaron a través de auditorías para identificar debilidades y desarrollar una propuesta de mejora centrada en la implementación de la norma ISO 9001:2015.

Otra investigación en este campo fue desarrollada por Sánchez (12), quien realizó su estudio en la empresa Metalmecánica Maquinarias Espín, con el propósito de abordar las deficiencias observadas, como el hecho de que las actividades se realizaban sin procesos documentados, lo que afectaba la planificación, guía y control necesarios para garantizar la calidad. El objetivo fue implementar un proceso de mejora continua mediante la metodología MPE, proporcionando un sistema de gestión basado en indicadores para una mejor toma de decisiones y asignación de recursos. Para tal fin, se realizó un levantamiento detallado de los procesos, identificando objetivos, entradas, salidas, proveedores y clientes. Además, se evaluó la madurez de la gestión por procesos utilizando la norma ISO 9004:2009, UNE 66174:2010 y DIS/ISO 9001:2015. Posteriormente, se efectuó un análisis de valor agregado en los procesos con impacto medio o bajo, clasificándolos como estratégicos, operativos o de apoyo. Esto permitió la transición de una gestión jerárquica tradicional a una gestión horizontal orientada al cliente. Los procesos se diseñaron para mejorar continuamente mediante el ciclo Deming, comenzando con la verificación, seguido por la actuación, planificación y ejecución. Los resultados mostraron un incremento significativo en el valor agregado de varios subprocesos clave, con un aumento promedio del 24,2 %.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En el ámbito nacional, Roque (13) analizó una empresa textil en Puente Piedra con el objetivo de disminuir su producción defectuosa. Para ello, realizó una investigación de tipo aplicada con un diseño explicativo. Además, utilizó como técnicas de recolección de datos el análisis de datos y la entrevista. El proceso comenzó identificando los defectos en la fase de planificación, los cuales incrementaban los productos defectuosos, tales como huecos por descuido, jaladuras, manchas difíciles y mal habilitado. Estos problemas impactaban negativamente en la eficiencia, eficacia y productividad. En la fase de ejecución, se propusieron soluciones para prevenir estos defectos. Luego, en la fase de verificación, se comprobó una reducción del producto defectuoso en un 0,06 %, alcanzando los valores de los indicadores establecidos. Esto resultó en un incremento de la productividad en un 13 %, la eficiencia en un 9,6 % y la eficacia en un 5,4 %. Finalmente, en la fase de actuación, se implementó un seguimiento para asegurar el cumplimiento continuo de las metas establecidas.

Por otro lado, en su tesis de investigación, Castro (14) propuso una mejora continua destinada a minimizar los reprocesos en el departamento de producción de la empresa Imco Servicios S.A., con el objetivo de disminuir sus costos de producción. En dicha organización, se observó que entre 2017 y 2020, el 96,97 % de las ventas se concentraron en productos como estructuras ligeras, livianas, medianas y pesadas. Además, se identificó que el costo de reproceso en 2019 representó un 8,91 % del total, excluyendo el año 2020, por su naturaleza atípica. Asimismo, se reveló que el 80 % de los reprocesos se atribuía a errores en los pedidos. Tras una lluvia de ideas, se determinaron las causas: falta de capacitación del personal de ventas y documentación insuficiente en los pedidos. Para abordar estos problemas, se utilizó la metodología PHVA, que permitió estructurar un programa de capacitación centrado en los cuatro productos principales y diseñar un formato de pedido detallado. Se previó que, bajo condiciones constantes, el costo de producción para 2021 se reduciría a un 6,79 % del total. Finalmente, se concluyó que la implementación de la propuesta podría generar un ahorro del 39 % en costos de reprocesos y se definió un procedimiento para documentar las acciones correctivas necesarias.

Patiño y Quispe (15) también se enfocaron en reducir los reprocesos en la producción de productos. Para ello, realizaron su investigación en la empresa Molinos Pretell S.A.C., dedicada a la fabricación de zunchos de polipropileno, con el fin de proponer mejoras para optimizar su eficiencia y rentabilidad. La metodología empleada fue un estudio de caso que involucró el análisis de los procesos actuales,

la identificación de problemas y la determinación de causas. Se utilizaron instrumentos como herramientas estadísticas y metodologías *lean*, incluyendo trabajo estandarizado, SMED y TPM. La muestra estuvo compuesta por los procesos de producción de la empresa, en particular, aquellos que mostraron un alto índice de reprocesos. Los resultados obtenidos revelaron que los reprocesos eran el principal problema, atribuido a la falta de procedimientos estándar y a la ausencia de un adecuado mantenimiento. De tal forma, se planteó la implementación de un modelo de mejora continua en dos ciclos para que la empresa reduzca significativamente sus pérdidas y mejore su competitividad en el mercado.

Por su parte, Pantigoso y Lecaros (16) desarrollaron su estudio en una empresa de confección de uniformes de seguridad que experimentaba problemas de calidad en su proceso de producción, con el objetivo de identificar las dificultades específicas, junto con sus causas subyacentes, y aplicar un sistema de mejora centrado en el ciclo Deming. La investigación se realizó con herramientas como la medición de tiempos, la implementación de diagramas DOP (Diagrama de Operaciones de Proceso) y DAP (Diagrama de Análisis de Proceso), así como la aplicación de la técnica de Ishikawa para la identificación de las causas fundamentales. Los resultados obtenidos revelaron una serie de hallazgos significativos: la falta de conocimiento sobre los tiempos estándar de producción, la carencia de un entendimiento teórico y práctico sólido acerca del concepto de trabajo con calidad por parte del personal, la ausencia de procesos estandarizados, la carencia de un departamento de calidad responsable de mantener registros de las no conformidades y de llevar a cabo un control de calidad integral en todas las áreas, la gestión basada en órdenes de pedido de los clientes y la ausencia de flujos de procesos documentados en cada sector de la empresa vinculados directamente con la producción. Para abordar estas cuestiones, se diseñó un sistema de gestión de calidad en consonancia con el ciclo Deming, incluyendo la determinación de los tiempos estándar de producción como parte del proceso de diagnóstico en la fase de planificar. Además, se creó un manual del sistema de gestión de calidad basado en las directrices de la norma ISO 9001:2015 y se estandarizaron los procedimientos, lo que culminó con la elaboración de un manual de procedimientos operativos para la empresa. Al final, se concluyó que existe una relación evidente entre la mejora de la producción y la reducción de las no conformidades, que es respaldada por la implementación del ciclo Deming. Como recomendación, se sugirió considerar la posibilidad de implementar un sistema integrado de gestión de calidad y explorar la viabilidad de adoptar una trinorma que aborde múltiples estándares de calidad.

Otro estudio efectuado en el ámbito nacional fue el realizado por Cabrera (17) en la empresa ByV Iesemin S.A.C., la cual se especializa en la ejecución de proyectos de construcción y la fabricación de estructuras y componentes metálicos. Sus operaciones comenzaban en el departamento de ingeniería, donde se desarrollaban los diseños de los planos, y continuaban en el área de maestranza, donde se efectuaba la fabricación de las piezas. Una vez que se completaban las piezas, se les aplicaba una capa de pintura y se preparaban para su envío. En este contexto, Cabrera (17) enfocó su investigación en el área de maestranza, que formaba parte de los procesos previos a la finalización del producto. Los problemas en dicha área resultaron en una disminución de la productividad, lo que a su vez generó costos adicionales y causaron insatisfacción entre los clientes. La aplicación del ciclo Deming se efectuó con el objetivo de reducir los riesgos asociados a la baja productividad, lo cual se logra mejorando el rendimiento de las máquinas, los operadores y los procesos en general, los que a su vez conducen a una mayor eficiencia y eficacia. Como resultado de esta implementación, se logró un aumento significativo en la productividad, pasando del 60 % al 88 %. Además, la eficiencia mejoró de un 78 % a un 92 %, y la eficacia aumentó del 77 % al 96 %. Estos avances permitieron que la empresa reduzca sus costos asociados con reprocesos en lo que respecta a sus operaciones en el área de maestranza.

En la misma línea de aplicación del ciclo Deming, Olivo (18) efectuó su estudio en la empresa exportadora Textile Baby Fashion S.A.C., dedicada a la producción y exportación de ropa para niños y bebés, concluyendo que la implementación de la metodología Deming redujo las pérdidas económicas en el proceso de confección de prendas de vestir. En la actualidad, la mejora de procesos y productos se ha convertido en un pilar fundamental para las organizaciones que buscan elevar su calidad y competitividad en el mercado. Esta mejora debe involucrar a todos los colaboradores de la empresa, aprovechando sus conocimientos y experiencias acumuladas para adoptar nuevas metodologías de trabajo y cultivar una cultura de mejora continua. En ese sentido, Olivo (18) empleó herramientas de ingeniería industrial, tales como el Análisis de Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de Operaciones (DOP), Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) y Análisis FODA, junto con indicadores de calidad. Esto permitió realizar un diagnóstico e implementar un plan piloto de mejora continua basado en el ciclo Deming, dando como resultado la reducción de prendas rechazadas por defectos, así como el incremento en la eficiencia y productividad del proceso.

En la investigación de Baltazar y Pinto (19), el objetivo también fue implementar el ciclo Deming para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica Emmsegen S.A.C., ubicada en Callao, durante el año 2019. La investigación se desarrolló utilizando un diseño preexperimental, que incluyó preprueba y posprueba, y se consideró de tipo aplicada, ya que se evaluó la mejora a través de la aplicación de esta dicha metodología. Con un enfoque cuantitativo, la población estuvo conformada por la fabricación de piezas soldadas de dimensiones 1000 x 500, producidas de lunes a viernes en turnos de 8 horas durante un periodo de 60 días, utilizando un muestreo censal. Para la recolección de datos, se empleó la técnica de observación y se utilizaron fichas de registro como instrumento, con el objetivo de recopilar información sobre las variables de estudio. El análisis de los datos se realizó mediante Microsoft Excel y SPSS. Los resultados mostraron que la productividad antes de la implementación (0,51) fue inferior a la posterior (0,69), lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa del investigador, evidenciado por un valor de significancia de la prueba t de Student de 0,000, que es menor a 0,05.

A su vez, Tufiño y Zelada (20) realizaron su investigación con el propósito de analizar el impacto de una propuesta de diseño orientada a la implementación del ciclo Deming en la disminución del porcentaje de reprocesos dentro del área de maestranza de la empresa Josak E.I.R.L. Para ello, se adoptó un enfoque no experimental y se utilizaron entrevistas y un cuestionario para la recopilación de datos. Se examinó el índice de reprocesos en la fabricación de ejes para bombas horizontales, abarcando el periodo de marzo a agosto, y se identificaron los factores vinculados a la gestión de la calidad a través de un diagrama de causa-efecto. Los resultados revelaron que la gestión de calidad aplicada en la producción de ejes fue del 2 % en la etapa de planificación, 5 % en la etapa de ejecución, 7 % en la etapa de verificación y 11 % en la etapa de acción, siguiendo las fases del ciclo Deming. Además, se elaboró un manual de gestión de calidad fundamentado en este ciclo, que especificó los pasos para su correcta implementación. La evaluación económica de la propuesta mostró un valor actual neto (VAN) positivo de 45 634,99, una tasa interna de retorno (TIR) del 126 % y un costo promedio ponderado de capital (WACC) del 10,84 %. En resumen, se concluyó que una gestión de calidad efectiva, alineada con las fases del ciclo Deming detalladas en el manual, contribuirá a la reducción del índice de reprocesos y a la disminución de productos defectuosos.

Paredes (21) también estudió los resultados de la aplicación del ciclo Deming, con el objetivo de determinar su influencia en la mejora de la productividad en el área de fabricación la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L. El investigador empleó una metodología aplicada con un enfoque descriptivo y explicativo, utilizando un diseño cuasi-experimental. Los datos fueron recolectados mediante la manipulación de la variable independiente: el ciclo Deming, para observar su efecto en la variable dependiente: la productividad. La población y muestra incluyeron un grupo de trabajadores evaluados durante un periodo de 4 meses, antes y después de la implementación. La técnica de investigación utilizada fue la observación y se emplearon fichas de recolección de datos como instrumentos. La validez de estos instrumentos fue determinada mediante el juicio de expertos. Los datos recolectados se procesaron y analizaron con SPSS Statistics versión 25, observándose una mejora en la productividad en la fabricación de estructuras metálicas semiterminadas, con un incremento promedio del 43 %.

Mientras tanto, Montesinos (22) propuso la implementación de sistemas de gestión de la calidad (SGC) para la mejora de procesos. En su estudio, adoptó una metodología se centrada en las necesidades de las empresas que buscan mejorar sus procesos para aumentar su productividad y competitividad en el mercado. La investigación tuvo un enfoque integral y utilizó técnicas cuantitativas y cualitativas para diagnosticar el estado de la organización con relación a la gestión de procesos. Se llevó a cabo una encuesta dirigida a 30 colaboradores involucrados en la gestión de procesos y se realizaron tres entrevistas con especialistas en áreas de compras, producción y diseño e ingeniería, con el fin de identificar problemas en los procesos. También se aplicó un diagnóstico paralelo relacionado con los requisitos para la implementación del SGC, siguiendo la metodología PHVA y la norma ISO 9001:2015. A partir de este diagnóstico, se emplearon herramientas como modelación y caracterización de procesos, así como la elaboración de planes y programas. Como conclusión, se determinó que el enfoque PHVA proporciona un marco ordenado y secuencial para la implementación, al establecer requisitos que se alinean con la capacidad de la organización, utilizando herramientas como la modelación y caracterización de procesos, junto con las actividades y entregables definidos en el plan.

Por su parte, en la investigación de Aliaga y Pinto (23), el objetivo fue presentar una propuesta de mejora para los procesos de *refurbishing* en la empresa metalmecánica Esco Perú S.R.L., que se dedica a la producción de componentes para aplicaciones industriales en minería, construcción y manufactura. El problema identificado se centró en la generación de productos defectuosos durante y después del proceso, y la meta fue reducir el nivel de defectos mediante la implementación de mejoras. El estudio desarrolló en las instalaciones del taller, utilizando entrevistas y observación directa en el área de recuperación para identificar problemas y defectos en los procesos de *refurbishing*, con el fin de evitar reprocesos y demoras. La metodología aplicada fue el ciclo PDCA, que consiste en planificar, ejecutar, verificar y actuar. Dentro de este ciclo, se utilizaron herramientas específicas como la metodología de 5S, Kanban y Jidoka. Los resultados obtenidos respaldaron los estudios previos y demostraron que la propuesta de mejora en los procesos de recuperación de cantoneras y cuchillas logró reducir el nivel de defectos. Asimismo, se recomendó la implementación más amplia del ciclo Deming para todos los componentes procesados en el taller.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sector metalmecánico

De acuerdo con VYNMSA (24), “una empresa metalmecánica puede realizar cualquier trabajo en el procesamiento de metales, desde el simple corte de metales hasta la fabricación de productos y piezas de alta tecnología y técnica compleja”.

De manera similar López (25) afirmó que “la industria metalmecánica se dedica al aprovechamiento de los productos obtenidos en los procesos metalúrgicos para la fabricación de partes, piezas o productos terminados, como maquinarias, equipos o herramientas”.

2.2.1.1 Importancia de la metalmecánica.

Sobre la importancia de la metalmecánica, Ferrotall (26) señaló:

Sin la metalmecánica, se paralizarían la mayoría de las actividades económicas tal y como las conocemos. Sin la maquinaria y herramientas que provee la metalmecánica, sería imposible la creación de bienes de consumo: no se podrían fabricar automóviles, ni ropa, ni se podrían no solo enlatar los productos en conserva, sino en general, todos los alimentos que necesiten pasar por proceso en las fábricas.

De manera similar, Metalmind (27) dijo:

Su magnitud radica en la relación que tiene con otras industrias, de hecho, se considera como una de las pioneras, ya que provee de material e insumos a la industria manufacturera, automotriz, agrícola y minera; por esta razón, los países mejor desarrollados industrialmente tienen un excelente sector metálico.

2.2.1.2 Objetivos del sector metalmecánico.

El objetivo fundamental de esta área de conocimiento es convertir materias primas metálicas en una variedad de elementos, componentes y herramientas que, en última instancia, contribuyen a la producción de productos terminados. Esto abarca desde elementos pequeños como tuercas, tornillos, rodamientos, placas y láminas, hasta máquinas avanzadas. La combinación de todos estos elementos puede utilizarse para fabricar desde pequeñas latas utilizadas para el envasado de alimentos, como el atún, hasta componentes y repuestos para vehículos, entre otros (26).

De igual forma, Mecanizados Inter2000 (28) afirmó de manera similar que el objetivo del sector metalmecánico es:

Transformar la materia prima proveniente de los metales para la obtención de láminas, alambres, placas, etc., con el fin de tener como producto final repuestos, autopartes para vehículos, receptores de radio, tuercas, entre otros, para gran diversidad de sectores como agua, gas, calefacción, automoción, industria aeronáutica y otros.

2.2.2 Definición de ciclo Deming

De acuerdo con García, Quispe y Ráez (1):

El principio sistema enfocado hacia la gestión está muy relacionado con el enfoque en los procesos, porque plantea el ciclo de mejora continua de los procesos PDCA o PHVA, que significa 'planificar-hacer-verificar-actuar', desarrollado por W. Shewarth, en 1920, y conocido gracias a W. Edwards Deming por su difusión; es por ese motivo que es conocido como el ciclo Deming".

Los investigadores mencionados también afirmaron que "un sistema de gestión de la calidad está compuesto por todos los procesos que se interrelacionan entre sí. Estos procesos del sistema de gestión de la calidad comprenden a procesos que directa e indirectamente están presentes en la organización" (1).

Por su parte, Betancur y Vanegas (29) explicaron que:

El PHVA incluye una serie de herramientas que ayudan a identificar, eliminar o controlar las causas de raíz de los problemas, definir soluciones viables, verificar la efectividad de las soluciones y cerrar el ciclo de mejoramiento con la estandarización de los procesos. Este último paso es vital para que los resultados obtenidos se mantengan en el tiempo y no se conviertan en un simple beneficio temporal.

En términos generales, el ciclo PHVA facilita la realización de procesos de manera estructurada y ayuda a entender la importancia de proporcionar altos niveles de calidad en los productos o servicios ofrecidos (30).

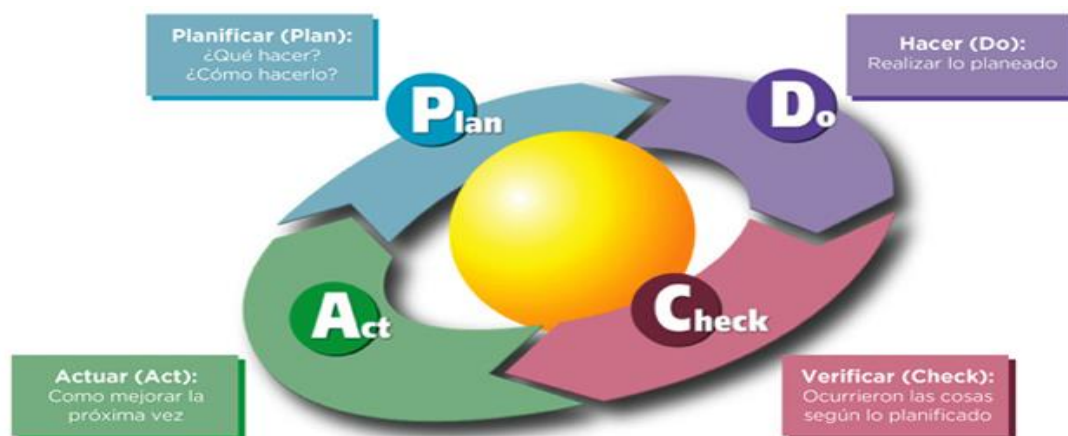


Figura 3. Ciclo Deming, por Google imágenes.

El ciclo Deming cuenta con 4 pasos de secuencia a seguir, los mismos que fueron considerados como dimensiones de este estudio:

2.2.2.1 Planificar (Plan)

“El primer paso cuando se quiere optimizar un proceso o mejorar una entrega o un producto es planificar. Es necesario que los objetivos estratégicos de la empresa, así como las expectativas del cliente, estén alineados para cumplir los siguientes pasos” (31):

- Inicialmente, es necesario hacer un diagnóstico para identificar los problemas existentes, definir las prioridades de lo que hay que mejorar o incluso detectar nuevas oportunidades.

- Una vez estipulado el objetivo, hay que desglosarlo en metas posibles y tangibles. Aquí es importante reunir datos e información para determinar el alcance del trabajo.
- Con el equipo reunido, es el momento de poner la planificación por escrito: crear un plan de acción con las actividades que hay que realizar para que se cumplan los objetivos, fijar plazos y un calendario de ejecución y designar a los responsables.
- También se deben definir indicadores clave de rendimiento (KPI), que son las métricas que se analizarán en los siguientes pasos.

2.2.2.2 Hacer (Do)

Después de planificar, llega el momento de implementar la planificación. Para asegurar que el equipo lleve a cabo lo que se ha detallado en el plan, es esencial proporcionar una formación específica. Durante esta fase de ejecución, es importante recolectar información para supervisar el proceso y evaluar los resultados. Los datos deben registrarse, sin importar si son favorables o desfavorables (31).

2.2.2.3 Verificar (Check)

Es esencial disponer de criterios objetivos y medibles que permitan evaluar de manera efectiva la mejora del proceso y el nivel de calidad, y compararlos con ciclos previos. Es durante esta etapa donde pueden detectarse posibles problemas o deficiencias en el proceso, los cuales pueden ser ajustados en etapas posteriores (31).

2.2.2.4 Actuar (Act)

La letra "A" en el acrónimo PDCA también puede representar "ajustar". En esta etapa, se trata de tomar medidas para corregir las deficiencias identificadas en la fase previa. En este momento, es posible proponer soluciones a los problemas y, a partir de los nuevos resultados obtenidos, ajustar nuevamente la planificación. Durante esta fase pueden presentarse dos situaciones (31):

- Si se logra el resultado esperado, este puede servir como un punto de referencia valioso para otros procesos y áreas de la empresa, brindando posibilidades de replicación.
- Si el resultado no cumple con las expectativas, se requiere un análisis para identificar nuevas soluciones.

Es fundamental reconocer que el mercado es altamente dinámico, con constantes innovaciones tecnológicas. Es poco probable que un enfoque que funcionó bien se mantenga como definitivo a largo plazo. Incluso, si la estrategia anterior fue

efectiva, siempre existe margen para mejoras, lo que lleva nuevamente al ciclo PDCA (31).

2.2.3 Sistema de Gestión de Calidad

Según Buendía y Payares (32):

El SGC es una herramienta que orienta el desempeño institucional hacia la satisfacción de las necesidades de los usuarios a través de la gestión óptima de los recursos, el desarrollo de las competencias del talento humano, la adecuación, documentación y estandarización de los procesos para la prestación del servicio, su constante medición, análisis y mejora y el compromiso de la alta dirección, evidenciados en la definición de la política y objetivos de la calidad.

De igual forma, Suavita (33) mencionó que:

La aplicación de un sistema de gestión de la calidad minimiza el riesgo y mejora la calidad de atención, ya que todos los procesos estarían estandarizados, disminuyendo accidentes, y en el caso de ocurrir esa probabilidad se tienen las guías o procedimientos apropiados para sus manejos.

2.2.3.1 Protocolos

El protocolo consiste en un conjunto de pautas y pasos específicos previamente establecidos para llevar a cabo cualquier actividad. Se trata de un conjunto de reglas o instrucciones establecidas por acuerdo o tradición, que abarcan las conductas, acciones y técnicas apropiadas para enfrentar determinadas situaciones (34).

2.2.3.2 Estandarización de procesos

La estandarización de procesos implica la homogeneización de los procedimientos, metodologías y operaciones en una empresa, con el propósito de establecer un modelo de trabajo reproducible y cumplir con estándares predefinidos de calidad y eficiencia (35).

2.2.3.3 Protocolos de estandarización

Hace referencia a un conjunto de normas y pasos establecidos para realizar una tarea o proceso de manera coherente y uniforme.

2.2.4 Reproceso de fabricación

García (8) definió el reproceso de fabricación como “el producto o subproducto que debe ser reprocesado por alguna falla en el proceso, y debe ser inspeccionado al 100 % después de haber sido reparado y devuelto a la línea de producción en donde se originó”.

De acuerdo con el ISO 9000 (36), “los reprocesos son acciones de corrección sobre un producto terminado, el mismo que no cumple con las especificaciones o normas requeridas por el cliente, al cual se le realiza acciones hasta cumplir con todos los requisitos requeridos”.

Asimismo, Rosa (37) afirmó que los materiales de reproceso son “unidades no aceptables que se someten nuevamente a procesamiento para que puedan ser clasificadas como productos terminados y aceptables”.

2.2.4.1 Consecuencia de reprocesos de fabricación

Los reprocesos de fabricación traen consecuencias negativas para la empresa, ya que al generarse el reproceso de un producto también se produce estrés laboral y una mayor carga de trabajo en el personal, ocasionando a la empresa costos no planificados y tiempos de entrega no establecidos, lo cual genera insatisfacción en el cliente (38).

Asimismo, se adquiere una mala imagen empresarial con algunas de las siguientes consecuencias:

- **No contar con protocolos de estandarización**

La estandarización es simplemente la aplicación de pautas precisas e inequívocas para ejecutar un proceso o procedimiento de trabajo específico. El no contar con dichos protocolos hace que el trabajo se realice a experiencia del trabajador, generando errores y reprocesos de fabricación.

- **Falta de capacitación al personal de trabajo en técnicas y control de calidad de piezas mecanizadas.**

La ausencia de una capacitación adecuada al personal de una empresa puede dificultar la capacidad de los empleados para adaptarse e implementar tecnologías modernas, lo que lleva a un desempeño inferior al estándar en comparación con aquellos que están mejor capacitados (39).

Existen 4 principales riesgos de no capacitar a un equipo de trabajo:

1. Desempeño individual deficiente

2. Disminución de la motivación
 3. Fuga de talentos
 4. Desventaja ante la competencia
- **Costos no planificados**

“Son gastos que realiza la empresa por no cumplir con los requisitos exigidos por el cliente o requisitos de calidad del proceso, generando reprocesos, parada de planta, multas o incurrir en gastos adicionales producto de la falta de prevención” (40).
 - **Demoras de fabricación**

“Cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones” (41).
 - **Estrés laboral**

“El estrés relacionado con el trabajo es la respuesta que las personas pueden tener cuando se les presentan demandas y presiones laborales que no se corresponden con sus conocimientos y habilidades y que desafían su capacidad para hacer frente” (42). Es importante señalar que el estrés puede ocurrir en diferentes circunstancias del trabajo; sin embargo, empeora cuando los empleados no sienten el apoyo de los supervisores o colegas, o cuando existe poco control sobre los procesos de trabajo. Muchas veces se confunde la presión o el desafío con el estrés, por lo que esto se utiliza para excusar una mala práctica de gestión.

De manera similar, Prevecon (43) mencionó que el estrés, en el ámbito laboral, surge a causa de una intensa presión experimentada en el entorno de trabajo. Por lo general, se origina cuando hay un desequilibrio entre las demandas laborales, incluyendo las que uno mismo se impone, y los recursos o habilidades disponibles para abordarlas de manera eficaz.
 - **Accidente laboral**

Según la Oficina de Normalización Previsional (44), es una lesión física o un trastorno funcional que se produce en el lugar de trabajo o como resultado de las actividades laborales. Un accidente de trabajo puede ser resultado de acciones repentinas, inesperadas o imprevistas de una fuerza externa que actúa de manera brusca y violenta sobre el trabajador, o debido al esfuerzo realizado por el propio trabajador.

De manera similar, Chanamé (45) explicó que un accidente laboral se refiere a un evento que ocurre en el contexto del trabajo o como resultado directo del trabajo, generalmente involucra un incidente inesperado y repentino que resulta en daño a la salud del empleado, lo que puede dar lugar a una incapacidad temporal o permanente que le impide llevar a cabo sus tareas laborales habituales.

- **Reclamos por incumplimiento**

Un reclamo se puede describir como la expresión de descontento por parte del cliente cuando percibe una disparidad entre las promesas hechas por la marca en relación con sus productos o servicios, y la experiencia real que los clientes experimentan (46).

2.2.5 Descripción de la empresa

La empresa metalmecánica referida en este trabajo es de origen peruano con presencia en el mercado desde el año 2015, brinda servicios en tres líneas de negocio: ingeniería de diseño, fabricación metalmecánica y mecanizado de precisión. Su presencia comercial viene acrecentándose, atendiendo negocios a nivel local y nacional.

2.2.5.1 Estructura organizacional

En 2022, la empresa estudiada contaba con el siguiente personal:

- Un (01) gerente general
- Un (01) jefe de RR. HH. - Jefe de Logística
- Un (01) jefe de producción – Jefe de ventas
- Seis (06) operadores, cada uno de los cuales se encarga de una máquina y una tarea específica en función de sus habilidades y desempeño

2.2.5.2 Productos o servicios que cuenta

La empresa en estudio, en 2022, tenía los siguientes servicios:

Ingeniería y diseño

- Recipientes a presión (ASME)
- Sistemas de bombeo (ASME B31.3)
- Tanques (API)
- Fajas transportadoras
- Tolvas, chutes, aparejos,

- Bastidores, etc.
- Alimentadores
- Unidades de potencia
- Hidráulica

Fabricación-mecanizado

- Equipos electromecánicos (industriales y mineros)
- Equipos y sistemas de potencia hidráulica
- Spools de tuberías de proceso (ASME B31.3)
- Soportes (MSS SP-069)
- Niples

2.2.5.3 Descripción de las principales etapas del proceso

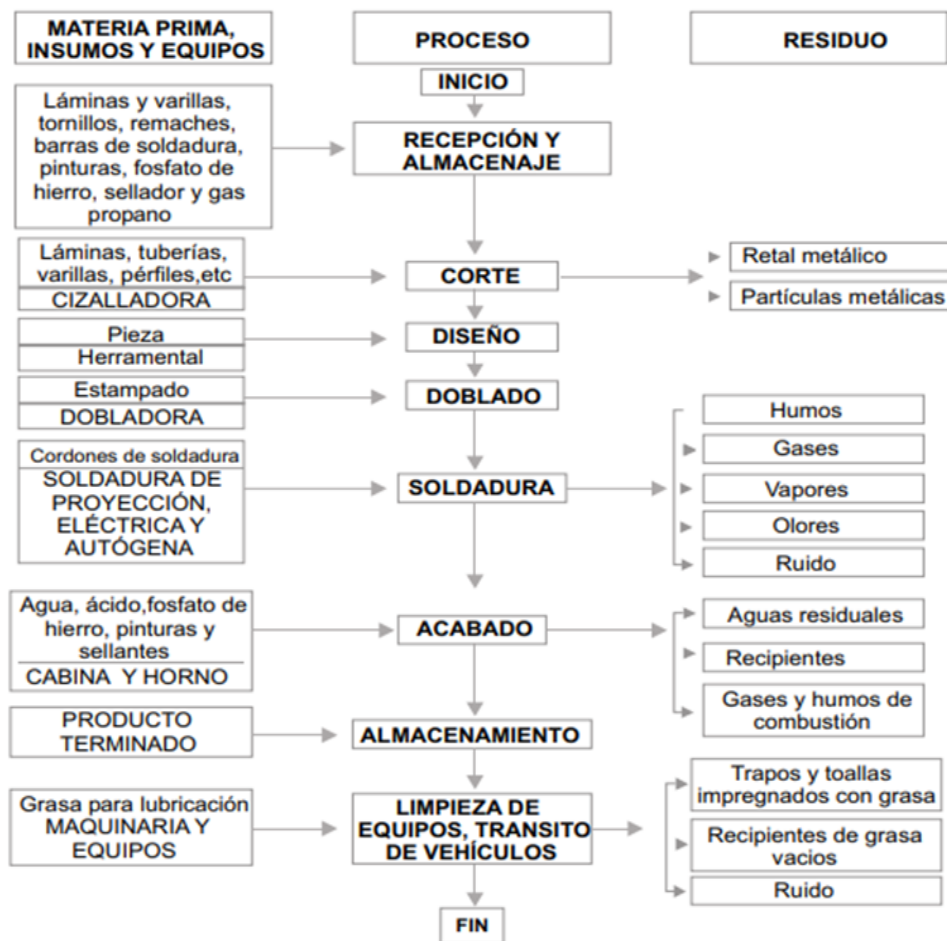


Figura 4. Diagrama de principales procesos de una metalmecánica, por Google Imágenes.

- **Ingeniería y diseño**

Se cuenta con profesionales especialistas en cada una de las disciplinas que intervienen en el diseño de equipos electromecánicos y sistemas de tuberías de procesos industriales.

Se desarrolla el diseño de equipos personalizados para los sectores industrial y minero, bajo normativas nacionales e internacionales (API, ASME B31.3, MSS SP-069) y apoyados por programas de software (Autocad, Plant 3D, Inventor) de ingeniería especializados por cada disciplina: mecánica, electricidad, electrónica e hidráulica, tanto para el desarrollo de los cálculos y análisis, así como para la elaboración de los planos y simulaciones.

- **Productos y materiales comprados**

Se realizan las compras de los productos de acuerdo con las especificaciones dadas por el área de ingeniería o por requerimiento estricto de especificaciones solicitadas por el cliente.

- **Procesos básicos de fabricación**

Corte. El proceso de cortado dependerá mucho del material y calidad de corte deseado por el cliente, dicho cortado podría ser por medios mecánicos o haciendo el uso de la tecnología de plasma, laser, chorro de agua u oxicorte (47).

Mecanizado. Por arranque de viruta. Modificación física de la pieza mecánica según el diseño y las especificaciones dispuestas por el cliente, el mismo que hace por medio del proceso de torneado, fresado, esmerilado y cepillado hasta alcanzar las especificaciones requeridas (47).

Soldadura. “Se utiliza para realizar el ensamble de las piezas metálicas y dar forma al producto final. Se pueden utilizar distintos tipos de soldadura: por arco, a gas, por láser, entre otros” (47).

Armado. Unión de diferentes piezas (ensamblado) por medio de soldaduras, ajustes, remachados, empalmes, atornillamiento, etc. (47).

Desengrase y enjuague. Por medio de productos químicos se procede a limpiar los restos residuales de grasa y aceite provenientes de los procesos mecanizados (47).

Pintado. Aplicación de la pintura según norma.

Almacenado de producto terminado. Es el producto terminado en todas sus facetas y trasladado a almacén para su posterior entrega.

2.2.5.4 Principales etapas del proceso en la fabricación de niples de acero

La fabricación de niples debería seguir un procedimiento estandarizado y bien documentado, como el que se describe a continuación. Sin embargo, los operarios realizaban sus tareas basándose en su propia experiencia debido a la falta de protocolos y estandarización de procesos.

Recepción de materiales

- Verificar la cantidad y calidad de los materiales recibidos conforme a las especificaciones del pedido.
- Registrar los materiales en el sistema de inventario.
- Almacenar los materiales en el área designada, cumpliendo con las normas de seguridad.

Proceso de torno

- Colocar el material en el torno y asegurarlo correctamente.
- Ajustar el torno según las especificaciones del niple.
- Tornear el material para alcanzar las dimensiones requeridas.
- Verificar las dimensiones con instrumentos de medición adecuados.

Proceso de fresado

- Colocar la pieza torneada en la fresadora.
- Ajustar la fresadora conforme a las especificaciones del niple.
- Fresar las partes necesarias.
- Verificar la precisión del fresado con instrumentos de medición.

Proceso de corte

- Colocar la pieza en la cortadora.
- Ajustar la máquina conforme a las dimensiones requeridas.
- Cortar el material.
- Verificar que las dimensiones del corte sean correctas.

Proceso de doblado

- Colocar la pieza en la dobladora.
- Ajustar la máquina conforme a las especificaciones del niple.
- Doblar el material según el diseño requerido.
- Verificar la precisión del doblado.

Proceso de enroscado

- Colocar la pieza doblada en la enroscadora.
- Ajustar la máquina conforme a las especificaciones de la rosca.
- Enroscar el material, asegurándose de que la rosca sea uniforme y precisa.
- Verificar la calidad de la rosca con los instrumentos de medición adecuados.

Almacenamiento y etiquetado

- Empacar los nipples terminados en contenedores adecuados.
- Etiquetar cada contenedor con la información correspondiente (tipo de nipple, dimensiones, fecha de fabricación, lote).
- Almacenar los contenedores en el área designada, siguiendo las normas de almacenamiento y seguridad.

Control de calidad

Parámetros de calidad:

- Especificaciones dimensionales y tolerancias.
- Calidad de la rosca y acabado.

Métodos de inspección:

- Herramientas de medición utilizadas (calibres, micrómetros, etc.).
- Frecuencia de inspección y muestreo.

Registro de calidad:

- Formato de registro de inspección de calidad.
- Procedimientos para la gestión de productos no conformes

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Métodos y alcance de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue aplicada o de desarrollo, pues tuvo como objetivo producir conocimiento que pueda tener aplicaciones prácticas y contribuir a la solución de problemas concretos.

Según Stewart (48):

En esencia, la investigación aplicada se orienta hacia la identificación de soluciones prácticas a problemas concretos. Su principal objetivo no es simplemente ampliar la base de conocimientos existentes, sino aprovechar esos conocimientos para desarrollar soluciones, innovaciones o intervenciones que puedan aplicarse directamente en el mundo real.

3.1.2 Enfoque de la investigación

Para la propuesta de implementación del ciclo Deming en una empresa metalmecánica, Lima-2022, se usó el método enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) a través de la recolección de datos por medio de indicadores (número de reprocesos de fabricación, causas identificadas, etc.), los mismos que fueron medibles y cuantificables para obtener resultados y posteriormente ser comparados para ver si se cumplían los objetivos y metas trazadas. Se hace mención que el proyecto es una propuesta de implementación y que aún no ha sido ejecutada.

De acuerdo con Ruiz, Borboa y Rodríguez (49), “el enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento”.

3.1.3 Alcance de la investigación

El alcance de investigación de la propuesta mencionada líneas arriba es:

- **Correlacional.** Se argumentó que, al mejorar la calidad, se produce una disminución en la cantidad de retrabajos y productos defectuosos. Esto demostró una relación entre la variable independiente y la variable dependiente (50).

De igual forma, “los estudios correlacionales miden dos o más variables que se pretende ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación” (51).

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Experimental

Para Ramos (52), “una investigación de tipo experimental puede contar con diversos subniveles de la variable independiente, los cuales buscan generar un cambio en la variable dependiente”.

De esta forma, se manipula la variable independiente y se establece la relación causa con la variable dependiente; así se puede realizar un pretest y una aplicación experimental, obteniendo resultados para una buena toma de decisiones.

El diseño de la investigación fue experimental y presentó la característica específica derivada al análisis de control.

- **Control:** Según el Equipo de Enciclopedia Significados (53), “toda investigación experimental parte de variables dependientes o fijas (que sirven como grupo de control). Estas han de ser contrastadas con las variables independientes, que son aquellas que el investigador manipula para obtener determinados resultados”.
- **Control:** Los diseños experimentales permiten un mayor control sobre las variables, ya que puede manipular la variable independiente (en este caso, la implementación del ciclo Deming) de manera sistemática y observar cómo afecta a la variable dependiente (reprocesos).

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Según Fidias (54), “la población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

En tal sentido, la población estudiada estuvo conformada por los 9 trabajadores de la empresa metalmecánica, quienes son responsables de los procesos operativos.

3.3.2 Muestra

De acuerdo con López (55), “es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación”.

3.3.2.1 Muestra censal

Asencio, Gonzales y Lozano afirmaron que si la población es inferior a cincuenta individuos, la población y la muestra son equivalentes (56). Por su parte, Ramírez, citado por Rodríguez (57), afirmó que “la muestra censal es aquella donde

todas las unidades de investigación son consideradas como muestra”. En tanto, Parada (58) explicó que “la muestra censal es aquella porción que representa toda la población”.

Dado que la muestra es idéntica a la población, no se requirió la implementación de un proceso de muestreo. En consecuencia, se consideró una muestra censal.

3.4 Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de investigación son herramientas cruciales que deben utilizarse aplicados en el contexto de la naturaleza del problema, ayudan a obtener datos según sea el objetivo de la investigación.

En el Anexo 2 se muestra el formato del instrumento de análisis de datos y en el Anexo 3 el formato del instrumento de la entrevista.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentación de recolección de datos*

Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Objetivos	Población/ objetivo
Análisis de datos	Análisis de contenido	El proceso de análisis de datos comprende la recopilación y evaluación de datos preexistentes, tales como los datos contenidos en una hoja de cálculo de Excel, con el propósito de detectar patrones, tendencias y conexiones dentro de los registros examinados.	Base de datos Excel de una empresa metalmecánica, Lima-2022.
Entrevista	Guía de entrevista (<i>check list</i>)	Recibir datos e información cualitativa por medio de preguntas abiertas y exploratorias.	Trabajador de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

Asimismo, en el Anexo 6 se validaron por juicio de expertos los instrumentos propuestos y citados en la presente investigación. Al encontrarse en el rubro del sector metalmecánico, la validación de expertos en la materia requería:

- Ingeniero mecánico colegiado (conocedor de los procesos de manufactura).
- Ingeniero de calidad colegiado (cumplir las normas técnicas).
- Ingeniero industrial colegiado (optimizar los procesos de fabricación).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados

Desarrollo de objetivo 1

4.1.1 Situación actual de la empresa

Al no contar con una mejora continua, los procesos productivos no estaban documentados ni estandarizados, por lo que las tareas se efectuaban de diferentes formas, desde la compra de materiales hasta el producto terminado, dejando la toma de decisiones a la experiencia del trabajador. Tampoco había supervisión o estándar de trabajo, lo cual generaba errores en los productos terminados, obligando a reprocesos de fabricación que originaban gastos no programados, incumplimiento de entrega de productos en fechas establecidas, pérdida de clientes, etc.

De lo mencionado surgió la necesidad de incorporar un sistema de mejora continua o ciclo Deming, a fin de disminuir los reprocesos de fabricación por productos finales no conformes, aumentar la eficiencia de la producción a través del análisis y establecer mejora continua en los procesos de fabricación, puesto que se identificarían los cuellos de botella y esto permitiría la optimización en la producción.

4.1.1.1 Estadísticas de la producción

La Empresa Metalmecánica, Lima – 2022, no realizaba estudios de identificación del cliente, sus trabajos de ingeniería y producción se efectuaban bajo solicitud específica de un determinado cliente, al mismo que se le realizaba una cotización de la pieza que necesitaba a fabricar. Es decir, la producción mensual variaba según la demanda de las necesidades de los clientes.

Para continuar con dicho análisis, se presenta la cantidad de productos con más demanda fabricados el año 2022. Dicha información también se encuentra en la tabla de productos con más demanda fabricados en el año 2022 del Anexo 5.

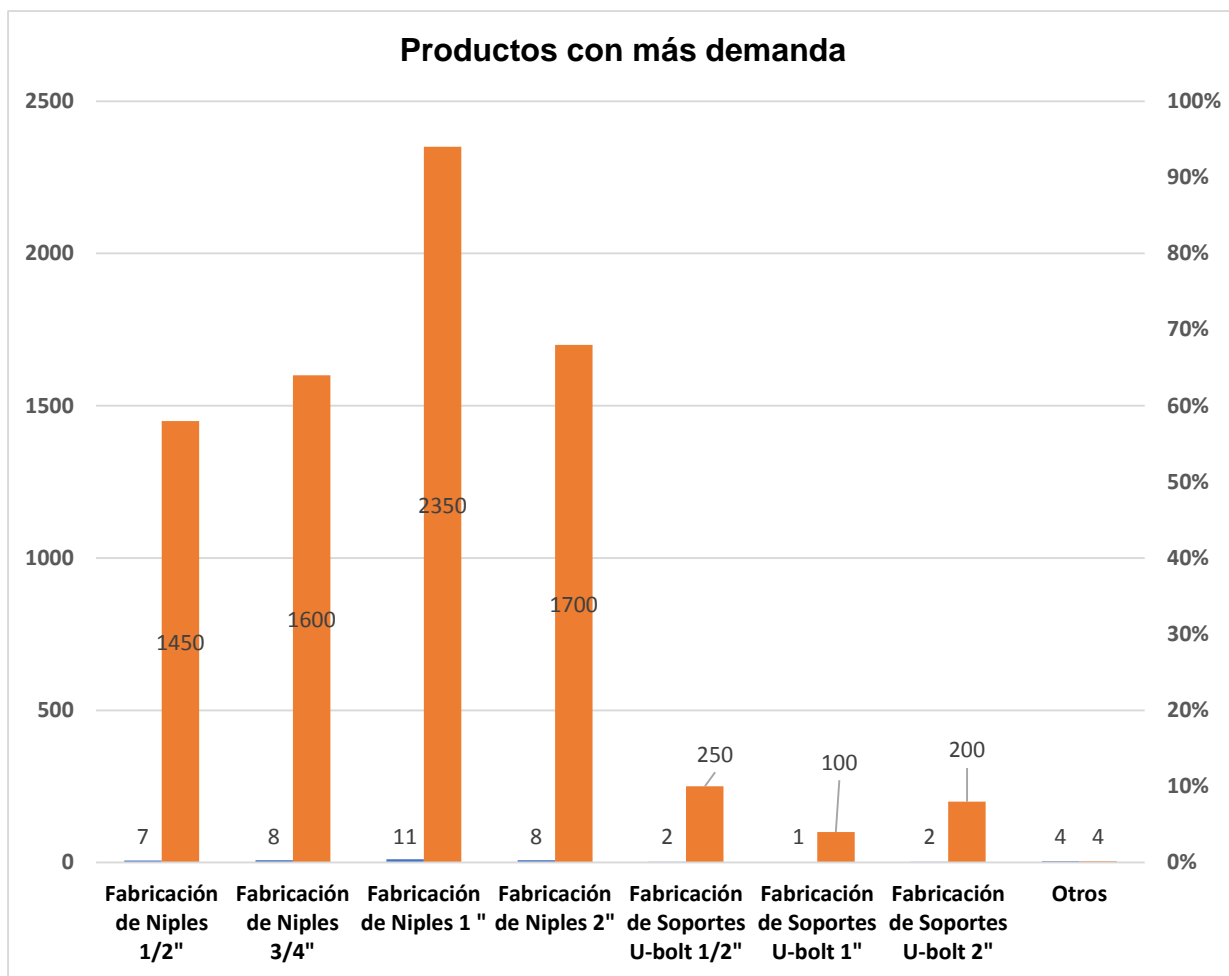


Figura 5. Productos con más demanda fabricados en el año 2022.

En la Figura 5 se puede apreciar que el 93 % de los productos con más demanda y ventas del año 2022 fueron: fabricación de niples 1/2", 3/4", 1" y 2", mientras que el resto de los productos representan solo el 7 %.

Por lo expuesto, el enfoque de investigación estuvo dirigido a la fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas.

4.1.1.2 Estadística de porcentaje de reproceso

En la Figura 6 se muestra un desglose de la producción de productos en el año 2022, donde se especifica la cantidad de productos que pasaron la inspección y fueron enviados al cliente sin problemas, así como la cantidad de productos que presentaron fallas y necesitaron ser corregidos antes de su envío. Dicha información también se encuentra en la tabla de productos con más demanda fabricados el año 2022 del Anexo 6.

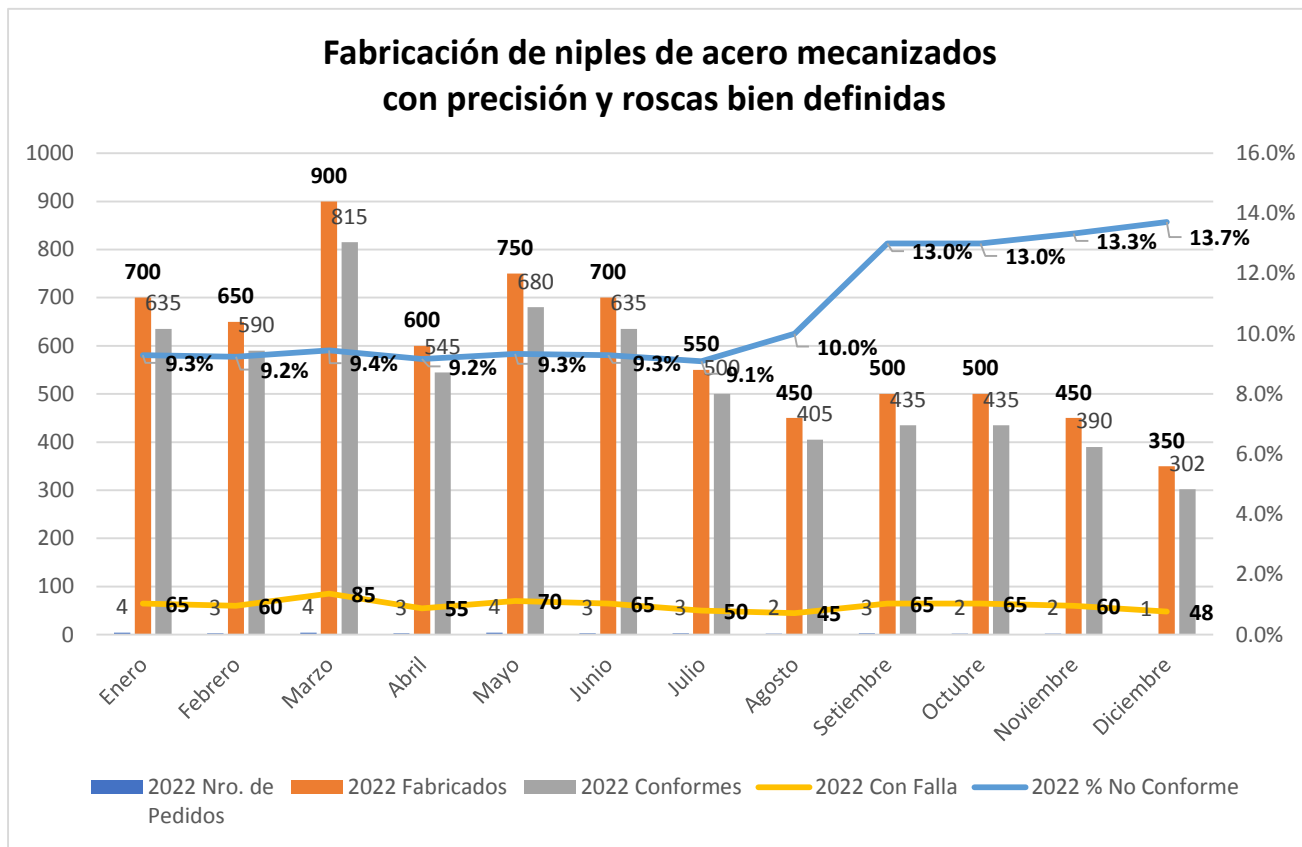


Figura 6. Fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas.

La empresa metalmecánica venía presentando unas no conformidades, según la producción del año 2022, muestra que hubo en promedio 10,7 % de unidades no conformes, lo que significó una pérdida monetaria cuya cifra no será mencionada a solicitud de la empresa.

Diagrama Ishikawa (Identificación de las causas del problema)

Este diagrama ayuda a identificar el problema principal y todas sus posibles causas, desde las menos significativas hasta las más críticas. Esto se representa gráficamente, agrupando las causas en ramas y subramas, según sus similitudes.

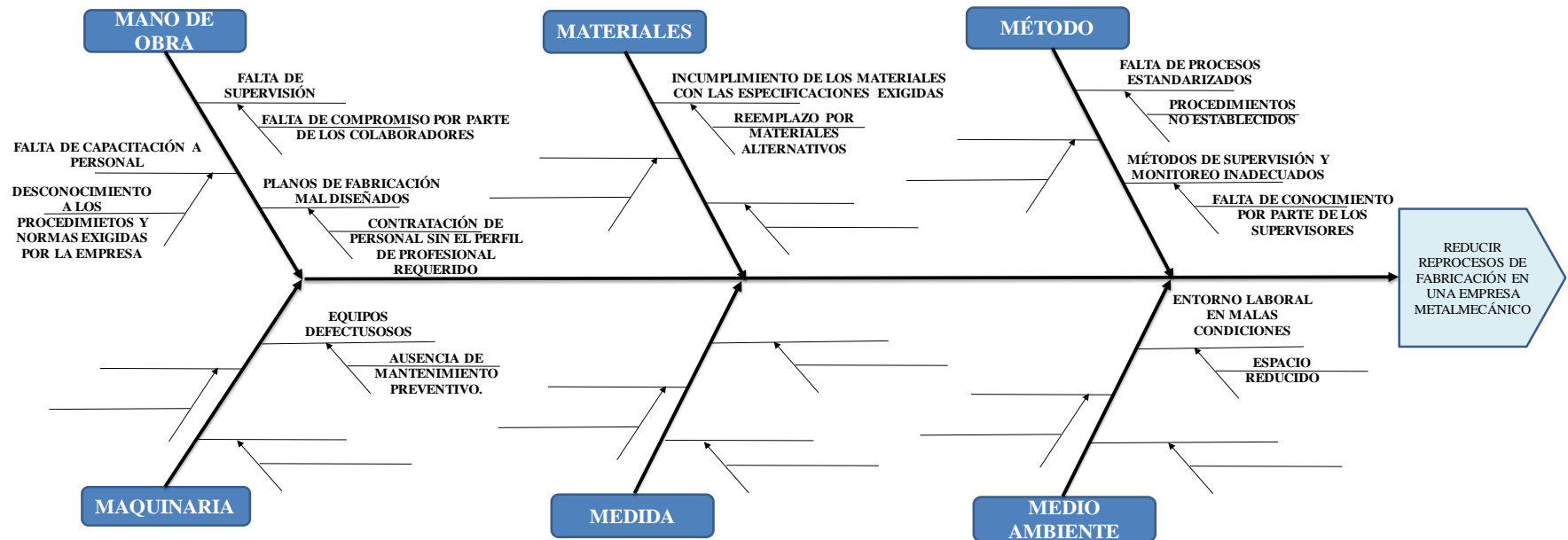


Figura 7. Diagrama Ishikawa, que permite identificar las causas principales de los principales inconvenientes en los procesos de fabricación.

4.1.1.3 Identificación causa raíz

❖ Criterios para evaluar las causas

- ¿Es un factor que lleva al problema?
- ¿Esto ocasiona directamente el problema?
- ¿Si es eliminado, se corregiría el problema?
- ¿Se puede plantear una solución factible?
- ¿Se puede medir si la solución funcionó?
- ¿La solución es de bajo costo?

❖ Establecer valores:

Del 1 al 3 (3 máximo y 1 mínimo)

Tabla 3. *Análisis causa raíz*

Análisis de causa raíz								
Categoría	Causa	Factor	Directo	Corrige	Factible	Medible	Costo	Total
Mano de obra	Falta de capacitación	3	3	2	3	3	2	16
	Personal no comprometido	3	2	2	3	2	2	14
	Malos métodos de reclutamiento	2	2	1	3	2	3	13
Método	Falta de procesos estandarizados	3	2	2	3	3	3	16
	Mala planificación de tareas	2	2	1	3	2	3	13
Materiales	Incumplimiento con las especificaciones	3	2	2	3	3	3	16
Maquinaria	Falta de mantenimiento	2	3	2	3	3	3	16
Medio ambiente	Espacio reducido	2	2	2	2	2	2	12

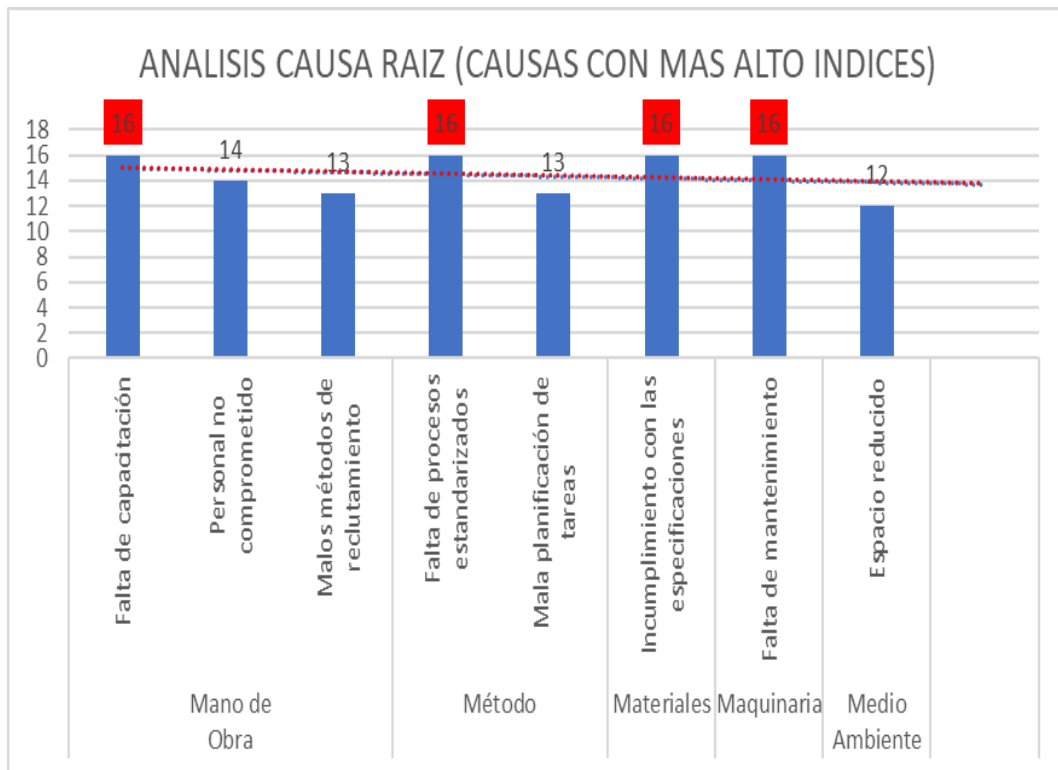


Figura 8. Análisis causa raíz.

En el análisis de la causa raíz se identificaron 8 factores que influyen en la producción y calidad de los productos de la empresa, de los cuales 4 tienen un alto índice de impacto. Tomando como principal atención a las 4 causas con más alto índice de impacto, se desarrollaron las propuestas que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Causas con más alto índice en el reproceso de fabricación

Categoría	Causa	Puntaje	Propuesta
M.O.	Falta de capacitación	16	Desarrollar plan de entrenamiento (protocolo de estandarización-programa de capacitación).
Métodos	Falta de procesos estandarizados	16	Desarrollar nuevos procedimientos seguros de trabajo (protocolo de estandarización en procesos de producción).
Materiales	Incumplimiento de las especificaciones	16	Desarrollar protocolo de comunicación entre ingeniería y producción.
Maquinaria	Falta de mantenimiento	16	Desarrollar plan de mantenimiento (protocolo de estandarización de mantenimiento preventivo de maquinarias).

4.2 Ciclo Deming antes de la propuesta de implementación

Se desarrolló un pretest del ciclo Deming a la empresa metalmecánica, en 2022, a fin de evaluar su situación en el tiempo mencionado.

4.2.1 Planificar

Se elaboró un formato de *check list* para ver los objetivos planificados que tenía la empresa metalmecánica y su cumplimiento (antes de la propuesta de implementación).

Durante la primera etapa de cumplimiento de los objetivos planificados, se evidenció un puntaje alcanzado de 16, lo que representó el cumplimiento solo de un 36 % de los objetivos planificados.

Tabla 5. *Planificar pretest*

EMPRESA METALMECÁNICA, LIMA – 2022.							
Investigador: Luis Abel Salazar Piñas.							
Fecha: 31/12/2022				Calificación			
N ^o	Objetivos Planificados	0	1	2	3	4	Total
1	Se desarrolla un programa de capacitación			X			2
2	Medición de aprendizaje de los trabajadores.			X			2
3	Preparar el área de trabajo		X				1
4	Se solicita el material correcto con tolerancias específicas.			X			2
5	Se solicita el plano 2D con antelación.			X			2
6	Se procede a clasificar y organizar las herramientas de corte y los instrumentos de medición, entre otros.	X					0
7	Se acondiciona el área de trabajo.		X				1
8	Planifican las secuencias de procesos en la producción			X			2
9	Se calibra los instrumentos de medición con patrones estandarizados		X				1
10	Tienen mantenimiento preventivo-correctivo las maquinarias.			X			2
11	Implementación de pasos para mantener el área de trabajo ordenada y con compromiso del personal.		x				1
Puntaje total: 11*4 = 44							16

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

Tabla 6. Indicador y resultados – Planificar

Clasificación	Puntaje Alcanzado = 16	Indicador
	Puntaje Total = 44	
Donde:		
0 = Muy malo	0	$IC = \frac{\text{puntaje alcanzado}}{\text{puntaje total}} \times 100\%$
1 = Malo	4	
2 = Regular	12	
3 = Bueno	0	$IC = \frac{16}{44} \times 100\% = 36\%$
4 = Excelente	0	
Total	16	

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

4.2.2 Hacer

La fase “hacer” es el cumplimiento de los objetivos planificados que tenía la empresa antes de la propuesta de implementación del ciclo Deming. En esta segunda etapa se obtuvo un puntaje de 13, lo que significó el cumplimiento del 30 % de los objetivos establecidos.

Tabla 7. *Hacer pretest*

EMPRESA METALMECÁNICA, LIMA – 2022.							
Investigador: Luis Abel Salazar Piñas.							
Fecha: 31/12/2022				Calificación			
N°	Objetivos Planificados	0	1	2	3	4	Total
1	Tienen programado el plan de capacitación	X					0
2	Se evalúan los aprendizajes de los trabajadores.		X				1
3	Los trabajadores preparan su área de trabajo		X				1
4	Se solicita el material correcto con tolerancias específicas.			X			2
5	Se solicita el plano 2D con antelación.		X				1
6	Se procede a clasificar y organizar las herramientas de corte y los instrumentos de medición, entre otros.		X				1
7	Se acondiciona el área de trabajo.		X				1
8	Planifican las secuencias de procesos en la producción			X			2
9	Se calibra los instrumentos de medición con patrones estandarizados		X				1
10	Tienen mantenimiento preventivo-correctivo las maquinarias.			X			2
11	Implementación de pasos para mantener el área de trabajo ordenada y con compromiso del personal.		X				1
Puntaje total: 11*4 = 44							13

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

Tabla 8. *Indicador y resultados – Hacer pretest*

Clasificación	Puntaje Alcanzado = 13	Indicador
	Puntaje Total = 44	
Donde:		$IC = \frac{\text{puntaje alcanzado}}{\text{puntaje total}} \times 100\%$
0 = Muy malo	0	
1 = Malo	7	
2 = Regular	6	
3 = Bueno	0	
4 = Excelente	0	
Total	13	$IC = \frac{13}{44} \times 100\% = 30\%$

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

4.2.3 Verificar

Se realizó la verificación del *check list* de las fases anteriores antes de la implementación del ciclo Deming, a fin de dilucidar si se cumplió correctamente.

En la tercera etapa de cumplimiento de los objetivos planificados, se alcanzó un puntaje de 12, lo que resulta en un 33,3 % de los objetivos logrados.

Tabla 9. *Verificar pretest*

Investigadores: Luis Abel Salazar Piñas		METALMECÁNICA, LIMA – 2022.					
Fecha: 31/12/2022		CALIFICACION					
N°	Verificar	0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se verificó si los materiales llegaron conforme a las especificaciones solicitadas.			X			2
2	Se examinó los planos antes de entregarlos al operario.		X				1
3	Se supervisó el uso y la organización de las herramientas de corte y los instrumentos de medición.			X			2
4	Se comprobó que el área de trabajo estuviera adecuadamente preparada.			X			2
5	Se revisó las piezas terminadas para asegurar su conformidad.				X		3
6	Se evaluó si se estaban utilizando los recursos de manera eficiente.			X			2
7	Se inspeccionó el estado de las máquinas en la zona de producción.	X					0
8	Se aseguró de que se aplicara el plan de mantenimiento correctamente	X					0
9	Se verificó la implementación de los pasos necesarios para mantener un área de trabajo ordenada, limpia y con compromiso del personal.	X					0
Puntaje Total: 9*4 = 36		Puntaje alcanzado					12

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

Tabla 10. *Indicador y resultados – Verificar pretest*

Clasificación	Puntaje Alcanzado = 12	Indicador
	Puntaje Total = 36	
0 = Muy malo	0	$IC = \frac{\text{puntaje alcanzado}}{\text{puntaje total}} \times 100\%$
1 = Malo	1	
2 = Regular	8	$IC = \frac{12}{36} \times 100\% = 33.3\%$
3 = Bueno	3	
4 = Excelente	0	
Total	12	

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

4.2.4 Actuar

En la cuarta fase, que es “actuar” se adquirieron del *check list* los datos de la primera fase del ciclo Deming, que fue 44. El puntaje obtenido en la cuarta etapa solo alcanzó 14, lo que significó un 32 % de cumplimiento.

Tabla 11. *Indicador y resultados – Actuar pretest*

Clasificación	Puntaje Alcanzado = 14	Indicador
	Puntaje Total = 44	
Donde:		$IC = \frac{\text{puntaje alcanzado}}{\text{puntaje total}} \times 100\%$
0 = Muy malo	0	
1 = Malo	4	$IC = \frac{14}{44} \times 100\% = 32\%$
2 = Regular	10	
3 = Bueno	0	
4 = Excelente	0	
Total	14	

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

4.2.5 Resultados de ciclo Deming

En el ámbito de cumplimiento de los objetivos deseados de una empresa metalmecánica; Lima 2022, se estableció que si el puntaje obtenido era entre el 90 % y 95 %, se consideraba moderadamente aceptable con los objetivos deseados. Sin embargo, como se ha observado en las Tablas 6, 8, 10, 11, la distribución porcentual

de cada fase evidenció un nivel bajo en términos de cumplimiento. En la etapa de planificación se alcanzó un 36 %, mientras que en la etapa de ejecución solo un 30%. Asimismo, en la etapa de verificación se observó un 33 % de cumplimiento y en la etapa de acción solo un 32 %.

Por lo expuesto, se evidenció que la organización no llegó a cumplir con los objetivos básicos y primordiales requeridos para que la empresa metalmeccánica tenga un buen desempeño en sus procesos de fabricación y reduzca sus productos defectuosos.

Tabla 12. Resultado final Ciclo Deming

CICLO PHVA EMPRESA METALMECÁNICA, LIMA – 2022.	FASES	ANTES
	PLANIFICAR	36%
	HACER	30%
	VERIFICAR	33.3%
	ACTUAR	32%

Nota. Adaptada de Baltazar y Pinto, 2019.

Los resultados muestran la necesidad de elaborar protocolos de estandarización en los procesos de fabricación, mediante propuestas de mejora continua por medio de la implementación del ciclo Deming.

Desarrollos objetivos 2 y 3

4.3 Propuesta de aplicación de la metodología PHVA

La propuesta de mejora se fundamentó en el enfoque PHVA, debido a su capacidad de adaptar y reajustar actividades. El objetivo principal de la propuesta fue reducir los reprocesos que afectan negativamente a la empresa. Para abordar los desafíos, se implementó el siguiente enfoque metodológico de trabajo:

4.3.1 Planificar

❖ Compromiso y responsabilidades

En primera instancia, se requirió el respaldo y colaboración de la alta dirección, así como de los departamentos de operaciones y administración, con el propósito de desarrollar e implementar un plan de mejoras. Esto se realizó a través de una solicitud dirigida a la gerencia.

SOLICITUD A GERENCIA

Estimado Gerente: _____

Me dirijo a usted con el fin de presentar una solicitud para la implementación del ciclo de Deming en nuestra empresa, con el objetivo de reducir los reprocesos en nuestros procesos de fabricación.

Hemos identificado que los reprocesos están afectando significativamente nuestra eficiencia y generando pérdidas económicas. Por lo tanto, considero que es fundamental adoptar un enfoque sistemático y estructurado para abordar esta problemática y mejorar nuestra calidad y productividad.

La implementación del ciclo de Deming nos brindará una estructura sistemática para la mejora continua en nuestros procesos de fabricación. Permitirá identificar áreas de oportunidad, tomar decisiones basadas en datos y promover la participación de todo el equipo en el proceso de mejora.

Solicito encarecidamente la asignación de recursos y apoyo para implementar el ciclo de Deming en nuestra empresa. Estoy convencido de que esta metodología nos ayudará a reducir los reprocesos, mejorar la calidad de nuestros productos y fortalecer nuestra posición en el mercado.

Agradezco su atención a esta solicitud y estoy disponible para discutir en más detalle los beneficios y el plan de implementación del ciclo de Deming en nuestra empresa.

Atentamente,

[Nombre]

[Posición en la empresa]

Figura 9. Solicitud a gerencia.

❖ **Objetivos**

Objetivo 1: El objetivo general de la propuesta se basó en la utilización de la metodología PHVA para reducir los reprocesos de fabricación en el departamento de producción de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

Objetivo 2: Determinar de qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

✓ Proporcionar capacitación y entrenamiento adicional al personal en técnicas de fabricación y control de calidad.

Objetivo 3: Determinar de qué manera la propuesta de implementación del ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmecánica, Lima-2022.

✓ Establecer y documentar procesos estandarizados para cada etapa de fabricación de los niples.

- ✓ Mejorar los procedimientos de inspección de calidad para asegurar una detección temprana de posibles defectos.
- ✓ Realizar un plan de mantenimiento preventivo de las maquinarias de una empresa metalmeccánica, Lima-2022.

4.3.2 Hacer

Durante esta fase, se ejecutaron todas las actividades planificadas de manera apropiada con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, los cuales se detallan a continuación:

Desarrollo objetivo 2

- ❖ Realizar un protocolo de estandarización y programa de capacitación-entrenamiento adicional al personal en técnicas de fabricación y control de calidad.

Tabla 13. *Protocolo estandarizado de programa de capacitación*

Protocolo estandarizado de programa de capacitación	
1	Objetivo:
	El objetivo de este formato es establecer un plan de capacitación y entrenamiento adicional al personal de la empresa metalmeccánica en técnicas de fabricación y control de calidad de niples, con el fin de mejorar sus conocimientos y habilidades, y asegurar la calidad de los productos.
2	Alcance:
	Este plan de capacitación y entrenamiento se aplica a todo el personal involucrado en la fabricación y control de calidad de niples, incluyendo operadores, técnicos, supervisores y personal de control de calidad.
3	Contenido del programa:
	a. Temas a cubrir:
	Introducción a la fabricación de niples: conceptos básicos, tipos de niples, materiales utilizados.
	Procesos de fabricación de niples: corte, roscado, mecanizado, tratamientos superficiales.
	Normas y especificaciones técnicas aplicables a la fabricación de niples.
	Técnicas de control de calidad en la fabricación de niples: inspección visual, uso de instrumentos de medición, pruebas de resistencia y calidad de rosca.
	Identificación y solución de problemas comunes en la fabricación de niples.
	Prácticas seguras de trabajo en el área de fabricación y control de calidad.

	b. Metodología de capacitación:
	Sesiones teóricas: impartidas por expertos en el tema, utilizando presentaciones, materiales de apoyo y ejemplos prácticos.
	Sesiones prácticas: realizar demostraciones y ejercicios prácticos en el área de fabricación, utilizando equipos y herramientas reales.
	Evaluación de conocimientos: realizar pruebas y evaluaciones periódicas para medir el progreso y comprensión del personal.
4	Cronograma de capacitación:
	Establecer un cronograma detallado que indique las fechas, horarios y duración de cada sesión de capacitación.
	Asegurarse de programar las capacitaciones en momentos que no afecten la producción regular de la empresa.
5	Recursos necesarios:
	Identificar los recursos necesarios para llevar a cabo la capacitación, como aulas, equipos de proyección, herramientas, materiales didácticos, entre otros.
6	Registro de asistencia y evaluación:
	Mantener un registro de asistencia de los participantes en cada sesión de capacitación.
	Realizar evaluaciones de desempeño y conocimientos antes y después de la capacitación para evaluar el impacto y la efectividad del programa.
7	Responsabilidades:
	El departamento de recursos humanos será responsable de coordinar y administrar el programa de capacitación y entrenamiento.
	Los supervisores y jefes de departamento deberán asegurar la participación activa del personal en las sesiones de capacitación y proporcionar el tiempo necesario para su realización.

- ❖ Para tener un control adecuado, se desarrolló un formato de asistencia donde se coloca la firma del operario y el *check* de su asistencia, la cual es marcada por el personal evaluador.

Tabla 14. Asistencia de personal de una empresa metalmeccánica, Lima-2022

ASISTENCIA DE PERSONAL INVOLUCRADO EN LA FABRICACIÓN DE NIPLES DE ACERO						
ÁREA						
TEMA						
FECHA						
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA	ASISTENCIA			
			ASISTIO		NO ASISTIO	

- ❖ Se elaboró un formato de programa de capacitación y entrenamiento, que tiene como objetivo fortalecer las habilidades y conocimientos del personal en técnicas de fabricación y control de calidad de niples. Este programa se realizaría los lunes de cada semana durante un año.

Tabla 15. Programa de capacitación

TEMA	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Implementación del ciclo deming	CADA LUNES DE INICIO DE LA SEMANA ANTES DE INICIAR SU LABOR EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓNPROGRAMA											
Introducción a la fabricación de niples: conceptos básicos, tipos de niples, materiales utilizados.												
Procesos de fabricación de niples: corte, roscado, mecanizado, tratamientos superficiales.												
Normas y especificaciones técnicas aplicables a la fabricación de niples.												
Técnicas de control de calidad en la fabricación de niples: inspección visual, uso de instrumentos de medición, pruebas de resistencia y calidad de rosca.												
Identificación y solución de problemas comunes en la fabricación de niples.												
Prácticas seguras de trabajo en el área de fabricación y control de calidad.	El departamento de Recursos Humanos será responsable de coordinar y administrar el programa de capacitación y entrenamiento.											
RESPONSABLE												

- ❖ Una encuesta de capacitación y entrenamiento es una herramienta valiosa para identificar necesidades, personalizar programas, mejorar la eficacia, motivar a los empleados y evaluar el impacto de las iniciativas de desarrollo. También ayuda a garantizar que la inversión en capacitación y entrenamiento sea efectiva y contribuya al crecimiento y éxito de la empresa.

Tabla 16. *Encuesta de capacitación y entrenamiento es una herramienta valiosa para identificar necesidades*

Encuesta de capacitación y entrenamiento
<p>Agradecemos su participación en esta encuesta de capacitación y entrenamiento. Su opinión es fundamental para evaluar las necesidades de formación y mejorar los programas de capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de niples en nuestra empresa metalmecánica. Por favor, responda con sinceridad las siguientes preguntas:</p>
<p>¿Ha recibido capacitación previa en técnicas de fabricación y control de calidad de niples?</p> <p>a) Sí</p> <p>b) No</p>
<p>¿Considera que la capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de niples es importante para su desempeño laboral?</p> <p>a) Sí, muy importante</p> <p>b) Sí, importante</p> <p>c) No es relevante</p> <p>d) No estoy seguro/a</p>
<p>¿Cuáles son las áreas específicas en las que le gustaría recibir capacitación adicional? (Puede marcar más de una opción)</p> <p>a) Procesos de fabricación de niples</p> <p>b) Control de calidad y pruebas de resistencia</p> <p>c) Interpretación de normas y especificaciones técnicas</p> <p>d) Identificación y solución de problemas en la fabricación de niples</p> <p>e) Otro (especificar): _____</p>
<p>¿Considera que la capacitación actual en técnicas de fabricación y control de calidad de niples es suficiente?</p> <p>a) Sí, es suficiente</p> <p>b) No, se necesita más capacitación</p> <p>c) No estoy seguro/a</p>
<p>¿Cuál es su preferencia en cuanto a la modalidad de capacitación? (Puede marcar más de una opción)</p> <p>a) Sesiones teóricas presenciales</p> <p>b) Sesiones prácticas en el área de fabricación</p> <p>c) Cursos en línea o capacitación virtual</p> <p>d) Material de capacitación escrito (manuales, guías, etc.)</p>

e) Otro (especificar): _____

¿Qué sugerencias o recomendaciones tendría para mejorar los programas de capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de niples?

¿Estaría dispuesto/a a participar activamente en programas de capacitación como instructor/a o facilitador/a?

Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración. Sus respuestas nos ayudarán a mejorar nuestros programas de capacitación y brindar un mejor desarrollo profesional a todo el equipo.

Atentamente,

[Nombre del responsable del programa de capacitación]

[Nombre de la empresa metalmeccánica]

Desarrollo objetivo 3

- ❖ Se diseñó un protocolo de estandarización de procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmeccánica, Lima-2022.

Dicho protocolo proporcionó una guía sistemática para establecer y documentar procesos estandarizados en cada etapa de fabricación de los niples de acero. Al seguir este protocolo, se busca garantizar la consistencia en la calidad de los productos, reducir los errores y desviaciones, y promover la mejora continua en la metalmeccánica.

Tabla 17. *Protocolo de estandarización de procesos de fabricación*

Protocolo de estandarización de procesos de fabricación
1. Objetivo:
El objetivo de este protocolo es establecer y documentar procesos estandarizados para cada etapa de fabricación de los niples de acero, asegurando la calidad y consistencia en la producción.
2. Alcance:
Este protocolo se aplica a todas las etapas de fabricación de niples de acero, desde la recepción de materiales hasta la entrega del producto final.
3. Responsabilidades:
El equipo de ingeniería será responsable de establecer los procesos estandarizados y documentarlos adecuadamente.

El equipo de producción será responsable de seguir los procesos establecidos y reportar cualquier desviación o sugerencia de mejora.
4. Procedimiento:
a. Identificación y análisis de etapas de fabricación:
Identificar todas las etapas involucradas en la fabricación de los niples de acero.
Realizar un análisis detallado de cada etapa, identificando los pasos clave, los requisitos técnicos y las posibles fuentes de error.
b. Establecimiento de procesos estandarizados:
Para cada etapa de fabricación, definir un proceso estandarizado que incluya los pasos específicos a seguir, las herramientas y equipos necesarios, y los parámetros de calidad a cumplir.
Documentar cada proceso estandarizado en un formato claro y accesible para todos los miembros del equipo.
c. Capacitación y entrenamiento:
Capacitar al personal de producción en los procesos estandarizados, asegurando que comprendan los pasos y requisitos de calidad asociados.
Proporcionar entrenamiento adicional en caso de cambios en los procesos o nuevas técnicas de fabricación.
d. Implementación y seguimiento:
Implementar los procesos estandarizados en la producción diaria de niples de acero.
Realizar un seguimiento regular para verificar el cumplimiento de los procesos establecidos y recopilar datos relevantes para la mejora continua.
e. Mejora continua:
Evaluar periódicamente los procesos estandarizados y recopilar retroalimentación del personal de producción.
Realizar análisis de causas raíz en caso de desviaciones o fallas recurrentes y tomar medidas correctivas apropiadas.
Actualizar y mejorar los procesos estandarizados según sea necesario para optimizar la calidad y eficiencia de la fabricación.
5. Registros y documentación:
Mantener registros completos de los procesos estandarizados y cualquier modificación o mejora realizada.
Documentar cualquier desviación o incidente relevante y las acciones tomadas para resolverlo.
Mantener un registro de capacitaciones y entrenamientos realizados al personal de producción.

- ❖ En la Tabla 18 se presenta un formato de estandarización para cada etapa de fabricación de niples de acero. Esta tabla establece los pasos específicos a seguir en cada etapa de fabricación de niples de acero, las herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo dichos pasos, y los parámetros de calidad que deben cumplirse. Su estructura ayuda a

estandarizar el proceso de fabricación, asegurando la consistencia y la calidad en la producción de los niples de acero. Cabe mencionar que los pasos, herramientas y parámetros específicos pueden variar dependiendo de las necesidades y requisitos de la empresa metalmeccánica en particular.

Tabla 18. Formato de estandarización de los procesos de fabricación de una metalmecánica, Lima-2022

FORMATO PARA ESTANDARIZAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE NIPLES DE ACERO EN UNA METALMECÁNICA				
Etapa de Fabricación	Proceso	Pasos Específicos	Herramientas y Equipos Necesarios	Parámetros de Calidad
Recepción de Materiales	Inspección de materiales recibidos	*Verificar la calidad y cantidad de los materiales. *Registrar los datos de recepción.	*Inspección visual *Instrumentos de medición (calibrador, balanza, etc.)	*Cumplimiento de especificaciones de los materiales. *Ausencia de defectos o daños en los materiales.
Proceso de Torno	Preparación del material	*Fijar el material en el torno. *Ajustar las herramientas de corte.	*Torno *Herramientas de corte (brocas, cuchillas, etc.)	*Dimensiones y tolerancias según planos. *Superficie de corte limpia y sin rebabas.
Proceso de Fresadora	Posicionamiento del material	*Ajustar el material en la fresadora. *Alinear el cabezal de la fresadora.	*Fresadora *Herramientas de corte (fresas, brocas, etc.)	*Precisión en el posicionamiento del material. *Dimensiones y acabados según planos.
Proceso de Cortadora de Metal	Ajuste del material	*Fijar el material en la cortadora de metal. *Configurar los parámetros de corte.	*Cortadora de metal *Cuchillas o discos de corte	*Exactitud en el ajuste del material. *Corte limpio y sin deformaciones.
Proceso de Dobladora	Preparación del material	*Ajustar el material en la dobladora. *Configurar los ángulos y fuerzas de doblado.	*Dobladora *Herramientas de doblado	*Angulación y dimensiones de doblado según planos. *Ausencia de deformaciones o fracturas en el material.
Proceso de Enroscadora	Posicionamiento del material	*Fijar el material en la enroscadora. *Ajustar los parámetros de roscado.	*Enroscadora *Herramientas de roscado	*Roscado limpio y preciso. *Cumplimiento de especificaciones de rosca.
Almacenado y Etiquetado	Organización y almacenamiento	*Identificar y clasificar los niples según características y especificaciones.	*Estantes o racks de almacenamiento *Etiquetas de identificación	*Almacenamiento ordenado y accesible. *Etiquetas claras y legibles con información relevante.

- ❖ En la Tabla 19 se presenta el formato de proceso estandarizado que permite documentar de manera clara y accesible cada proceso de fabricación de niples de acero. Incluye una descripción del proceso, los pasos a seguir, las herramientas y equipos necesarios, los parámetros de calidad, los indicadores de verificación, las responsabilidades de cada miembro del equipo y un espacio para registrar observaciones y mejoras. Al final, se encuentra una sección para la aprobación del proceso. Cabe destacar que este formato puede personalizarse y adaptarse según las necesidades y requerimientos específicos de la empresa metalmeccánica.

Tabla 19. *Formato de proceso de estandarización*

Proceso Estandarizado: [Nombre del Proceso]																				
Fecha de Creación: [Fecha]																				
Responsable: [Nombre del Responsable]																				
1. Descripción del Proceso:																				
[Breve descripción del proceso y su objetivo principal]																				
2. Pasos del Proceso:																				
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 15%;">Paso</th> <th style="width: 75%;">Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			No.	Paso	Descripción	1			2			3			...					
No.	Paso	Descripción																		
1																				
2																				
3																				
...																				
3. Herramientas y Equipos Necesarios:																				
[Listado de todas las herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso]																				
4. Parámetros de Calidad:																				
[Listado de los parámetros de calidad a cumplir durante el proceso, incluyendo tolerancias y especificaciones]																				
5. Indicadores de Verificación:																				
[Listado de los indicadores o criterios utilizados para verificar la correcta ejecución del proceso]																				
6. Responsabilidades:																				
[Nombre del responsable de cada paso o actividad del proceso]																				
[Nombre del responsable de la supervisión y control del proceso]																				
7. Registro de Observaciones y Mejoras:																				
[Espacio para registrar cualquier observación o mejora identificada durante la ejecución del proceso]																				
Aprobación: Firma: _____ Fecha: _____																				

- ❖ La Tabla 20 muestra el diseño de un protocolo de cumplimiento para garantizar que el área de producción de niples de acero cumpla con las indicaciones del área de ingeniería y asegurar su cumplimiento durante el proceso de producción.

Es importante que se realice una comunicación abierta y constante entre el área de producción y el área de ingeniería para garantizar un cumplimiento efectivo.

Tabla 20. *Protocolo estandarizado de cumplimiento entre el área de producción y el área de ingeniería*

Protocolo estandarizado de cumplimiento entre el área de producción y el área de ingeniería
1. Objetivo:
Asegurar que el proceso de producción de niples cumpla con las especificaciones y requerimientos establecidos por el área de ingeniería.
Mejorar la comunicación y colaboración entre el área de producción y el área de ingeniería.
2. Responsabilidades:
2.1 Área de producción:
Verificar y entender las especificaciones técnicas proporcionadas por el área de ingeniería.
Garantizar que los procesos de fabricación se realicen de acuerdo con las indicaciones del área de ingeniería.
Reportar cualquier desviación o problema identificado durante el proceso de producción al área de ingeniería.
2.2 Área de ingeniería:
Proporcionar especificaciones técnicas claras y detalladas para la fabricación de niples.
Brindar apoyo y asesoramiento técnico al área de producción.
Evaluar y responder a los informes de desviaciones o problemas identificados durante el proceso de producción.
3. Procedimiento:
3.1 Revisión de las especificaciones técnicas:
El área de producción revisará minuciosamente las especificaciones técnicas proporcionadas por el área de ingeniería antes de iniciar la fabricación de los niples.
3.2 Comunicación y clarificación:
Si surgen dudas o preguntas sobre las especificaciones, el área de producción se comunicará con el área de ingeniería para aclarar los puntos necesarios antes de comenzar la producción.
3.3 Seguimiento de las indicaciones:
Durante el proceso de producción, el área de producción seguirá todas las indicaciones proporcionadas por el área de ingeniería, incluyendo tolerancias, materiales, procesos y acabados.
3.4 Reporte de desviaciones o problemas:
Si se identifica alguna desviación o problema durante el proceso de producción que afecte el cumplimiento de las especificaciones del área de ingeniería, el área de producción lo reportará de inmediato al área de ingeniería para su evaluación y respuesta.
3.5 Retroalimentación y mejora continua:
Ambas áreas trabajarán en conjunto para analizar las desviaciones o problemas identificados, tomar acciones correctivas y preventivas, y mejorar continuamente los procesos de producción.
4. Registro de incidencias:
Se llevará un registro detallado de cualquier desviación o problema identificado durante el proceso de producción, así como de las acciones tomadas para su resolución.

5. Firma de aprobación:

Tanto el área de producción como el área de ingeniería deberán firmar este protocolo para indicar su compromiso y acuerdo con su implementación.

- ❖ En la Tabla 21 se presenta el formato de control que incluye procedimientos y puntos de inspección que permiten identificar posibles defectos en la fabricación de los nipples, con el fin de corregirlos a tiempo, evitando la producción de productos defectuosos y reduciendo los costos de reprocesos.

Tabla 21. *Formato de control de cumplimiento-fabricación de nipples de acero*

Formato de control de cumplimiento - Fabricación de nipples de acero			
Fecha	Número de orden	Producto	Responsable de control
Características de control:			
Característica		Especificación	
Dimensiones. Diámetro exterior Longitud Rosca			
Material Tipo de acero			
Proceso Operaciones y maquinarias utilizadas			
Inspección de calidad:			
Punto de inspección	Criterios de aceptación		Resultado de inspección
Inspección visual	Verificar la apariencia general de los nipples.		
	Detectar posibles defectos visuales como grietas, deformaciones o marcas.		
Medición dimensional	Utilizar instrumentos de medición adecuados para verificar las dimensiones requeridas.		
Prueba de funcionalidad	Verificar la calidad de la rosca y asegurar su correcto funcionamiento.		
	Utilizar un calibre de rosca para realizar la prueba		
Acciones correctivas:			
No conformidad		Acción correctiva	
Observaciones y notas:			
Firma del responsable de control: _____			

- ❖ También se elaboró un formato de control de procedimientos de inspección de calidad, a fin de asegurar una detección temprana de posibles defectos, el cual se presenta en la Tabla 22. También se detalla la descripción de cada procedimiento, el responsable encargado de llevarlo a cabo y la frecuencia con la que se debe realizar la inspección para asegurar una detección temprana de posibles defectos y contribuir a mejorar la calidad de los niples fabricados.

Tabla 22. *Procedimientos de inspección de calidad*

Procedimiento	Descripción	Responsable	Frecuencia
Inspección visual	Realizar una inspección visual exhaustiva de los niples en busca de defectos como grietas, deformaciones, etc.	Operario	Diaria
Prueba dimensional	Verificar las dimensiones de los niples mediante el uso de instrumentos de medición precisos	Operario	Por lote
Prueba de resistencia	Realizar pruebas de resistencia mecánica para comprobar la durabilidad y resistencia de los niples frente a condiciones de trabajo exigentes	Operario	Semanalmente
Inspección de roscas	Verificar la calidad de las roscas de los niples para asegurar un buen acoplamiento y funcionamiento	Operario	Por lote
Inspección de acabado	Evaluar la apariencia superficial de los niples en busca de imperfecciones o daños visibles	Operario	Por lote
Análisis de muestras	Realizar análisis de muestras de niples seleccionados para identificar posibles problemas recurrentes	Supervisor	Mensualmente
Registro y reporte de resultados	Documentar los resultados de las inspecciones y reportar cualquier defecto o hallazgo inusual	Supervisor	Después de cada inspección

- ❖ Implementación de programa de mantenimiento de las máquinas
A continuación, se detallan algunas de las maquinarias básicas que se utilizan en una metalmecánica para fabricar niples de acero; sin embargo, es importante destacar que la elección de las maquinarias puede variar según la capacidad de producción, los recursos disponibles y los requerimientos específicos de la empresa.
Torno: El torno es utilizado para dar forma al material de acero y realizar el torneado de los niples, es decir, darles la forma cilíndrica deseada.
Fresadora: La fresadora se utiliza para realizar operaciones de fresado en los niples, como el corte de ranuras o el mecanizado de superficies planas.
Cortadora de metal: La cortadora de metal se emplea para cortar el material de acero en las longitudes deseadas para cada niple.

Dobladora: La dobladora se utiliza para dar forma a los nipples en ángulos o curvas específicas, si es requerido por el diseño.

Enroscadora: La enroscadora se emplea para realizar las roscas en los extremos de los nipples, permitiendo su conexión con otros componentes.

- ❖ Se elaboró un protocolo que proporciona una guía sistemática para garantizar el funcionamiento óptimo de las maquinarias utilizadas en la fabricación de nipples de acero, reducir el riesgo de fallas y tiempos de inactividad no planificados, prolongar la vida útil de las maquinarias y contar con personal capacitado para realizar el mantenimiento adecuadamente.

Tabla 23. *Protocolo estandarizado de programa de mantenimiento de las maquinarias de una empresa metalmecánica, Lima-2022*

Protocolo de programa de mantenimiento preventivo para un torno (T)-fresadora (F)-cortadora (C)- enroscadora (E) en una metalmecánica	
Objetivo: Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento las maquinarias a utilizar, evitando averías y maximizando su vida útil.	
Frecuencia de mantenimiento: (T)-(F)-(C)-(E)	
* Rutinario: Realizado a diario o al inicio de cada turno de trabajo.	
* Semanal: Realizado una vez por semana.	
* Mensual: Realizado una vez al mes.	
* Anual: Realizado una vez al año.	
Actividades de mantenimiento preventivo:	
Máquina: [Nombre de la máquina]	
Número de serie: [Número de serie de la máquina]	
Responsable de mantenimiento: [Nombre del responsable de mantenimiento]	
Frecuencia de mantenimiento: [Indicar la frecuencia de mantenimiento adecuada para la máquina, por ejemplo: mensual, trimestral, semestral, anual, etc.]	
Rutinario:	
1. Limpieza: (T)-(F)-(C)-(E)	VB
Limpieza del área de trabajo y retirar virutas y residuos.	
Limpieza del exterior del torno utilizando productos adecuados.	
2. Verificación visual: (T)-(F)-(C)-(E)	VB
Inspeccionar visualmente la máquina en busca de signos de desgaste, fugas de lubricante u otros problemas visibles.	
Identificar cualquier anomalía y reportarla al departamento de mantenimiento.	

Semanal:	VB
1. Lubricación: (T)-(F)-(C)-(E)	
Verificar el nivel de lubricante en el torno y rellenar según las recomendaciones del fabricante.	
Lubricar los puntos de engrase indicados en el manual del torno.	
2. Ajuste y calibración: (T)	
Verificar la precisión de los sistemas de medida (reglas, escalas, etc.) y ajustar si es necesario.	
Ajustar los parámetros de velocidad y avance según las necesidades de producción.	
Mensual:	VB
1. Inspección y limpieza del sistema de refrigeración: (T)-(F)-(C)-(E)	
Limpiar el sistema de refrigeración, incluyendo filtros y tuberías.	
Verificar el correcto funcionamiento de la bomba de refrigeración.	
2. Revisión de elementos de corte: (T)-(F)-(C)	
Inspeccionar y reemplazar las herramientas de corte desgastadas o dañadas.	
Alinear y ajustar los portaherramientas para garantizar un corte preciso.	
3. Verificación y ajuste de los sistemas de avance y velocidad: (F)-(E)	
Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de avance y velocidad.	
Ajustar los parámetros de avance y velocidad según las necesidades de producción.	
Anual:	VB
1. Mantenimiento y reparación general: (T)-(F)-(C)-(E)	
Desmontar y limpiar componentes internos del torno.	
Inspeccionar y reemplazar partes desgastadas o dañadas.	
Realizar ajustes y calibraciones más exhaustivas.	
2. Verificación de seguridad: (T)-(F)-(C)-(E)	
Verificar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.	
Realizar pruebas de seguridad, como frenado de emergencia y bloqueo de energía.	
Firma del responsable: _____ Fecha de aprobación: _____	

4.3.3 Verificar

En esta etapa, se llevará a cabo una revisión exhaustiva para verificar si se cumplieron todas las pautas y estándares establecidos. Mediante la implementación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), se realizará una reevaluación para determinar si las mejoras implementadas han contribuido a aumentar la productividad de la organización. En ese sentido, realizará una auditoría interna para evaluar el rendimiento y la eficacia de los procesos implementados.

Tabla 24. *Formato de Plan de Auditoría*

Formato de Plan de Auditoría				
Mes	Fecha de auditoría	Proceso a auditar	Procedimientos y protocolos a evaluar	Responsable de la auditoría
Enero	[Fecha específica]	Fase Planificar	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
Febrero	[Fecha específica]	Fase Hacer	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
Marzo	[Fecha específica]	Fase Verificar	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
Abril	[Fecha específica]	Fase Actuar	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
Mayo	[Fecha específica]	Final PHVA	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
Junio	[Fecha específica]	Mejoras continuas	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]
.....
Diciembre	[Fecha específica]	[Indicar las áreas]	[Especificar los procedimientos]	[Nombre del responsable]

Con el instrumento de la variable independiente (entrevista-*check list*), si la empresa implementara dicha propuesta se podría comparar su nivel de objetivos planificados cumplidos (ver Anexo 2).

4.3.4 Actuar

En la Tabla 25 se muestra una tabla que puede utilizarse de forma regular, ya sea semanal, mensual o según el cronograma establecido, para realizar un seguimiento continuo y recopilar datos que ayuden a identificar áreas de mejora y aplicar acciones correctivas. De esta manera, se promoverá la mejora continua en los procesos de fabricación de niples de acero en la empresa metalmeccánica.

En dicha tabla se registran los siguientes elementos:

Fecha: Fecha en la que se realiza el seguimiento y la recopilación de datos.

Proceso: Nombre del proceso que está siendo evaluado.

Indicador de cumplimiento: Indicador utilizado para medir el cumplimiento del proceso.

Desviaciones identificadas: Cualquier desviación o incumplimiento identificado durante el seguimiento.

Acciones correctivas tomadas: Acciones tomadas para corregir las desviaciones o incumplimientos identificados.

Observaciones: Cualquier observación adicional o información relevante relacionada con el proceso.

Tabla 25. Formato de seguimiento y recopilación de datos para mejora continua

Tabla de Seguimiento y Recopilación de Datos para Mejora Continua					
Fecha	Proceso	Indicador de Cumplimiento	Desviaciones Identificadas	Acciones Correctivas Tomadas	Observaciones
DD/MM/AAAA					
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA					
DD/MM/AAAA					
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA					
DD/MM/AAAA					
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA					
DATOS DEL RESPONSABLE					
NOMBRE Y APELLIDOS					
CARGO					
FIRMA					

4.4 Discusión de resultados

Se identificaron los principales problemas y causas en la gestión de los procesos y operaciones para identificar los cuellos de botella en la empresa metalmecánica, concluyendo que, al no contar con una mejora continua, sus procesos productivos no están documentados ni estandarizados, lo cual hace que los trabajadores realicen sus tareas de diferentes formas, desde la compra de materiales hasta el producto terminado, tomando decisiones de acuerdo con su propia experiencia, sin contar con supervisión o un estándar de trabajo. Esto genera que los productos tengan errores durante su proceso de fabricación, con productos terminados no conformes, lo que obliga a reprocesos de fabricación que originan gastos no programados, incumplimiento con las fechas de entrega, pérdida de clientes, etc.

Lo mencionado sustenta la necesidad de incorporar un sistema de mejora continua o ciclo Deming que analizar todos los procesos y encontrar los cuellos de botella para reducir las ineficiencias en toda la empresa, lo que significaría optimizar la producción.

En ese sentido, según la norma ISO 9000 (36), los reprocesos son acciones de corrección sobre un producto terminado, el mismo que no cumple con las especificaciones o normas requeridas por el cliente, al cual se le realiza acciones hasta cumplir con todos los requisitos requeridos. Por su parte, Benítez y Ríos (38) afirmaron que los reprocesos de fabricación originan consecuencias negativas para la empresa, ocasionándole costos no planificados por reprocesos de fabricación y, por consecuencia, tiempos de entrega no establecidos, lo cual genera insatisfacción en el cliente.

De igual forma, se mencionó que Deming se encargó de exponer por primera vez una relación positiva y directa entre calidad y productividad, demostrando que el incremento de la calidad reduce los reprocesos de fabricación, costos por errores en el proceso, averías y reclamaciones de los clientes, entre otras cuestiones (2).

De forma similar, Pantigoso y Lecaros (16) señalaron que la falta de conocimiento teórico y práctico sobre el trabajo con calidad, junto con la ausencia de procesos estandarizados, afectaba la producción, concluyendo que mejorar la producción y reducir las no conformidades está directamente relacionado con la implementación del ciclo de Deming (PHVA) y la estandarización de procesos.

Por las razones mencionadas, se propuso y diseñó un programa de capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad (protocolo de estandarización-programa de capacitación) para los trabajadores de la empresa metalmecánica. Para ello, se elaboró un formato del plan de capacitación y entrenamiento adicional en técnicas de fabricación y control de calidad de niples, con el objetivo de fin de mejorar los conocimientos y habilidades, y asegurar la calidad de los productos.

Al respecto, Cabrera (17) mencionó que la implementación de capacitaciones mejora el conocimiento del operario sobre sus actividades, así como aspectos de seguridad que garantizan su bienestar. Por tal razón, recomendó la formación continua de los operarios en el uso adecuado del equipo de protección, el mantenimiento de la maquinaria que utilizan, la identificación de gases o líquidos tóxicos, y otros temas que fomenten un entorno de trabajo cómodo y seguro.

Por su parte, Netec (39) resaltó que la ausencia de una capacitación adecuada al personal de una empresa puede dificultar la capacidad de los empleados para adaptarse e implementar tecnologías modernas, lo que llevaría a un desempeño inferior al estándar en comparación con aquellos que están mejor capacitados.

Existen 4 principales riesgos de no capacitar a un equipo de trabajo:

1. Desempeño individual deficiente
2. Disminución de la motivación
3. Fuga de talentos
4. Desventaja ante la competencia

Adicionalmente, se establecieron medidas de control con el diseño de protocolos de estandarización en la fabricación de piezas mecánicas de la empresa estudiada, concluyendo que deben establecerse y documentarse todos los procesos en cada etapa, a fin de asegurar la calidad y consistencia en la producción, así como reducir errores y desviaciones.

Asimismo, debe promoverse la mejora continua en la metalmecánica, describiendo los procesos de producción, los pasos a seguir, las herramientas y equipos necesarios, los parámetros de calidad, los indicadores de verificación, las responsabilidades de cada miembro del equipo y un espacio para registrar observaciones y mejoras, las mismas que se registrarán y documentarán.

De forma similar Castro (59) afirmó que la estandarización de procesos implica la creación de un conjunto de normas, principios y procedimientos que determinan cómo deben llevar a cabo una tarea o una serie de tareas las personas dentro de una organización para producir un bien o servicio. El investigador concluyó que la estandarización puede disminuir los errores y reprocesos de fabricación, garantizando la calidad, aumentando la productividad e, incluso, motivando a los empleados por trabajos bien realizados.

En el mismo sentido, Baltazar y Pinto (19) afirmaron que si las soluciones se aplican utilizando los formatos proporcionados, estos deben ser estandarizados para evitar la recurrencia de problemas y mantener el control sobre los procesos. Además, Pantigoso y Lecaros (16) afirmaron que hay una relación entre la mejora de la producción y la reducción de no conformidades mediante la implementación del ciclo PHVA de Deming y la estandarización de procesos.

Con la implementación del ciclo Deming se logrará reducir reprocesos de fabricación en la empresa metalmecánica. Los resultados del presente estudio respaldan la propuesta y resaltan la necesidad de incorporar un sistema de mejora continua para disminuir los reprocesos de fabricación por productos finales no conformes y aumentar la eficiencia en la producción a través del análisis y la mejora continua en los procesos de fabricación.

De acuerdo con Betancur y Vanegas (29), el PHVA abarca un conjunto de herramientas que permiten identificar, eliminar o controlar las causas fundamentales de los problemas, así como definir soluciones factibles, verificar la efectividad de estas y concluir el ciclo de mejora mediante la estandarización de los procesos. Este último paso es crucial para garantizar que los resultados alcanzados perduren en el tiempo y no se transformen en un beneficio efímero.

También Millán (9) concordó con la importancia de implementar una metodología de mejora continua, pues en su estudio aplicó el ciclo PHVA en cada una de las tres áreas específicas de la cadena de producción donde se detectaron debilidades. Igualmente, Castro (14) detectó que la empresa IMCO Servicios S.A.C., que opera en el sector metalmecánico, enfrentaba un aumento de costos relacionados con los reprocesos de productos, lo que generaba pérdidas económicas significativas. Aunque los costos de reprocesos pueden ser invisibles en tiempos de estabilidad, en situaciones económicas inciertas se vuelven evidentes y afectan negativamente a las organizaciones. Por esta razón, propuso mejoras basadas en la metodología PHVA, con el fin de disminuir los reprocesos en el departamento de producción de IMCO Servicios S.A.C.

CONCLUSIONES

- 1) Las empresas deben tener una metodología que garantice la calidad de sus procesos, lo cual puede generar beneficios económicos y laborales. En ese sentido, se diseñó una propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación en la empresa metalmecánica, en donde se verificó, por medio de las técnicas de recolección y análisis de datos, así como de entrevistas, que existe un problema relevante de falta de documentación de protocolos de estandarización para poder realizar los procesos operativos, los mismos que fueron corroborados por medio de un *check list* sobre la situación de la empresa con relación a sus procesos. De acuerdo con los datos obtenidos, es posible plantear, recomendar y tomar decisiones para reducir los reprocesos de fabricación por falta de calidad y errores de fabricación. Con este objetivo, se planteó una metodología de mejora continua enfocada en el ciclo Deming para abordar los problemas de reprocesos de fabricación por medio de protocolos de estandarización.
- 2) En este trabajo se diagnosticó la situación de una empresa metalmecánica, Lima-2022, verificando que no se cumplían los objetivos deseados, siendo que sus reprocesos de fabricación eran en promedio el 10,7 % del total de productos fabricados. Asimismo, tras la aplicación del ciclo Deming antes de la mejora, se identificó que solo cumplía un 36 % en la fase de planificar, un 30 % en hacer, un 33,3 % en verificar y un 32 % en actuar. De esta forma, se halló que la falta de procesos estandarizados era el problema principal que causaba los reprocesos de fabricación, por lo que se sugirió la implementación del ciclo Deming.
- 3) Al subrayar la importancia de contar con personal adecuado para el cumplimiento de los procesos, se propuso y diseñó un programa de capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad, pues, por medio de la identificación de causa-raíz, se encontró que uno de los motivos que originaban los reprocesos de fabricación era que el personal no contaba con capacitaciones en los campos mencionados. Por tal razón, se elaboró un programa de capacitación para que el personal pueda ser eficiente en la ejecución de sus labores, con el fin de mejorar sus conocimientos y habilidades, y asegurar la calidad de los productos.
- 4) De acuerdo con la propuesta de implementar el ciclo Deming, se establecieron medidas de control diseñando protocolos de estandarización en la fabricación de piezas mecánicas. De igual manera, se elaboraron

formatos de protocolos de estandarización de procesos, desde la verificación de compras hasta el producto final, a través de los cuales será posible verificar el cumplimiento de los protocolos para una mayor eficiencia en la fabricación de piezas mecanizadas. Por otro lado, se consideraron las acciones correctivas de realizar un seguimiento continuo y recopilar datos que ayuden a identificar áreas de mejora. De esta manera, se promoverá la mejora continua en los procesos de fabricación de niples de acero en la empresa metalmecánica.

RECOMENDACIONES

- 1) Para un buen cumplimiento y control de la implementación del ciclo Deming, se recomienda realizar auditorías mensuales, ya que esto permitirá verificar el cumplimiento de las actividades diseñadas para la reducción de reprocesos de piezas mecanizadas, el mejoramiento de la organización y el incremento de la productividad. Asimismo, las auditorías internas ayudarán a detectar y eliminar procesos repetitivos, reducir los costes de fabricación y eliminar reprocesos. Al realizar auditorías mensuales, las organizaciones pueden asegurarse de que van por buen camino para lograr sus objetivos y realizar los ajustes necesarios en sus procesos.
- 2) Se recomienda monitorear las causas de los reprocesos de fabricación, así como también el porcentaje de piezas fabricadas con error y costos de reprocesos de fabricación con indicadores que puedan verificarse para poder tomar decisiones claras ante estos problemas. Esto ayudará a identificar las áreas donde se están produciendo la mayor cantidad de reprocesos y tomar acciones correctivas para reducirlos e implementar medidas preventivas para evitarlos en el futuro.
- 3) Se sugiere que la empresa metalmecánica estudiada realice el programa de capacitación sobre técnicas de fabricación y control de calidad, pues mejorar los conocimientos y habilidades de sus integrantes traerá beneficios a la organización, como por ejemplo, la garantía de que sus productos finales no tendrán fallos en su elaboración.
- 4) Es importante verificar el cumplimiento del diseño de los protocolos de estandarización para la fabricación de piezas mecanizadas, por lo que se recomienda contar con un ingeniero de calidad que realice dicha labor. Esto ayudará a cumplir y asegurar que los procesos de fabricación se efectúen bajo los estándares establecidos por la empresa, lo cual garantizará la calidad de los productos y aumentará la satisfacción del cliente.

REFERENCIAS

1. GARCÍA, M., QUISPE, C. y RÁEZ, L. Mejora continua en la calidad en los procesos. *Industrial Data* [en línea]. 2003, 6(1), 89-94 [consulta: 15 enero 2023]. ISSN 1560-9146. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/idata.v6i1.5992>
2. ISOTOOLS. ¿Cómo influye la calidad total en la productividad empresarial?. *ESG Innova* [en línea]. 2015 [consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <https://www.isotoools.us/2015/06/05/como-influye-la-calidad-total-en-la-productividad-empresarial>
3. CANAHUA, N. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data* [en línea]. 2021, 24(1) [consulta: 7 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
4. METALMECÁNICAS ya operan al 100 %, pero ahora no hay nuevos proyectos de infraestructura. *Construir* [en línea]. 2022 [consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <http://construir.com.pe/metalmecanicas-ya-operan-al-100-pero-ahora-no-hay-nuevos-proyectos-de-infraestructura>
5. PRODUCE alista diez normas técnicas para impulsar la industria metalmecánica. *ProActivo* [en línea]. 2021 [consulta: 1 febrero 2022]. Disponible en: <https://proactivo.com.pe/produce-alista-diez-normas-tecnicas-para-impulsar-la-industria-metalmecanica>
6. QUIROA, M. Ciclo de Deming. *Economipedia* [en línea]. 2020 [consulta: 1 junio 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/ciclo-de-deming.html>
7. UNA de nuestras soluciones y servicios-Retrabajo [publicación de Facebook]. IQSS Corp. 31 de mayo de 2021 [consulta: 1 junio 2022]. Disponible en: <https://www.facebook.com/watch/?v=173357441387228>
8. GARCÍA. ¿Qué es el reducción de scrap? *La Respuesta* [en línea]. 21 de noviembre de 2018 [consulta: 21 enero 2022]. Disponible en: <https://la-respuesta.com/pautas/Que-es-reduccion-de-scrap>
9. MILLÁN, S. *Diseño de un plan de mejoramiento en el control de calidad para el proceso de fabricación de formaletas en la empresa Formadcol-Paneles Estructurales S.A.S. de Piedecuesta, Santander* [en línea]. Tesis de licenciatura. Bucaramanga:

Universidad Pontificia Bolivariana, 2020 [consulta: 15 diciembre 2021]. 127 pp. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/9079>

10. MARTÍN, L. y MORALES, R. *Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001: 2015 en el área de producción de la empresa Herral Núñez S.A. ubicada en la ciudad de Bogotá* [en línea]. Tesis de licenciatura. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia, 2019 [consulta: 15 diciembre 2021]. 46 pp. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/fe7f9d0f-a729-417f-bd64-9c8af51172eb>

11. CAMPUZANO, V. y SANDOVAL, M. *Desarrollo de una metodología para la mejora continua de los procesos operativos y administrativos de la empresa TAMECAM S.A.* [en línea]. Proyecto técnico de licenciatura. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, 2020 [consulta: 15 diciembre 2021]. 74 pp. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19388>

12. SÁNCHEZ, D. *Gestión orientada a la mejora continua de los procesos en la Metalmecánica Maquinarias “Espín”* [en línea]. Tesis de licenciatura. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017 [consulta: 5 mayo 2024]. 334 pp. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26935>

13. ROQUE, R. *Reducción del producto no conforme en el proceso de manufactura aplicando el ciclo de Deming en una planta textil ubicada en Puente Piedra* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2023 [consulta: 12 diciembre 2023]. 101 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/19930>

14. CASTRO, E. *Propuesta de mejora continua para reducir los reprocesos en el departamento de producción de la empresa IMCO SERVICIOS S.A.C.* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Alas Peruanas, 2021 [consulta: 6 mayo 2024]. 67 pp. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/10197>

15. PATIÑO, A. y QUISPE, M. *Implementación de trabajo estandarizado, smed y mantenimiento autonomo para reducir reproceso en la fabricación de zunchos en una mype del sector plástico* [en línea]. Trabajo de grado. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021 [consulta: 6 mayo 2024]. 27 pp. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659636>

16. PANTIGOSO, J. y LECAROS, D. *Propuesta de Implementación del ciclo de Deming PHVA para la mejora de la calidad en la producción de una empresa de*

confección [en línea]. Tesis de licenciatura. Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2021 [consulta: 6 mayo 2024]. 132 pp. Disponible en: <https://gestion-repo.ucsp.edu.pe/items/a96e99da-f267-4f0e-a0ce-3366767a8c55>

17. CABRERA, I. *Implementación del ciclo de Deming para mejorar la productividad del área de maestría de ByV Iesemin S.A.C., Puente Piedra, 2020* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo, 2020 [consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54489>

18. OLIVO, I. *Implementación de la metodología de Deming para reducir las pérdidas económicas en la etapa de confección de prendas de vestir de la empresa exportadora Textile Baby Fashion S.A.C.* [en línea]. Trabajo de suficiencia profesional. Lima: Universidad Privada del Norte, 2020 [consulta: 12 febrero 2022]. 74 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26384>

19. BALTAZAR, M. y PINTO, J. *Aplicación del ciclo Deming para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Metalmecánica Emmsegen S.A.C., Callao, 2019* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo, 2019 [consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53112>

20. TUFÍÑO, I. y ZELADA, C. *Propuesta de diseño de implementación del ciclo Deming y su influencia en el índice de reprocesos del área de maestría de la empresa Josak E. I. R. L.* [en línea]. Tesis de licenciatura. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018 [consulta: 10 mayo 2024]. 64 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14788>

21. PAREDES, K. *Aplicación de la metodología del ciclo Deming para mejorar la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad César Vallejo, 2019 [consulta: 10 mayo 2024]. 133 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65723>

22. MONTESINOS, C. *Propuesta de un Sistema de Gestión de la Calidad para la mejora de procesos en una empresa industrial metalmecánica, Lima-2018* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2018 [consulta: 15 marzo 2022]. 226 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13053/2759>

23. ALIAGA, J. y PINTO, D. *Propuesta de mejora en los procesos de refurbishing de cantoneras y cuchillas, para reducir el nivel de defectos en la empresa Esco Perú*

- S.R.L. [en línea]. Tesis de licenciatura. Cajamarca, Universidad Privada del Norte, 2018 [consulta: 15 marzo 2022]. 182 pp. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13673>
24. VYNMSA. Industria metalmecánica [en línea]. 5 de julio de 2021 [consulta: 9 junio 2023]. Disponible en: <https://vynmsa.com/blog/industria-metalmeccanica/>
25. LÓPEZ, L. *Mejoramiento de los procesos de servicio a través del estudio de métodos y tiempos para las empresas del sector metalmeccánico de la ciudad de Bucaramanga, Santander* [en línea]. Trabajo de grado. Bucaramanga: Unidades Tecnológicas de Santander, 2022 [consulta: 20 mayo 2024]. 89 pp. Disponible en: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/11452>
26. FERROTALL. ¿Qué es la metalmeccánica y cuáles son sus procesos? [en línea]. 17 de diciembre de 2021 [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en:
<https://www.ferrotall.com/es/que-es-la-metalmeccanica-y-cuales-son-sus-procesos/>.
27. METALMIND. Qué es la metalmeccánica y su importancia dentro del sector industrial [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en:
<https://metalmind.com.co/que-es-la-metalmeccanica-y-su-importancia-dentro-del-sector-industrial>
- INTER2000 SLU. Qué es la metalmeccánica [en línea]. 4 de noviembre de 2020 [consulta: 16 julio 2022]. Disponible en:
<https://www.inter2000mecanizados.com/post/que-es-la-metalmeccanica>
29. BETANCUR, F. y VANEGAS, C. *Gestión de los riesgos en el trabajo* [en línea]. 5a ed. Lima: Saxo, 2017 [consulta: 16 julio 2022]. Disponible en:
books.google.es/books?isbn=8740480135
30. ZAPATA, A. *Ciclo de la calidad PHVA* [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2015 [consulta: 12 abril 2022]. Disponible en:
books.google.es/books?isbn=9587753054
31. SYDLE. Ciclo PDCA: ¿cuáles son los pasos y cómo funciona? Conoce algunos ejemplos [en línea]. 2023 [consulta: 11 septiembre 2023].
<https://www.sydle.com/es/blog/ciclo-pdca-61ba2a15876cf6271d556be9>.
32. BUENDÍA, M. y PAYARES, M. *Diseño de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2008 para la empresa PROSEA LTDA* [en línea]. Tesis de maestría. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena, 2014 [consulta: 11 julio 2023]. 86 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/1397>

33. SUAVITA, Y. *Determinantes para la implementación del sistema de gestión de calidad SGC para pymes dedicadas a la formación de niños de 0 a 4 años en Colombia* [en línea]. Especialización en alta gerencia. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2017 [consulta: 9 julio 2022]. 25 pp. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10654/16332>
34. GIRALDO, C. ¿Cuáles son las diferencias entre un procedimiento, un protocolo y un programa? *InCheck* [en línea]. 16 de noviembre de 2021 [consulta: 9 julio 2022]. Disponible en: <https://inchecksas.com/cuales-son-las-diferencias-entre-un-procedimiento-un-protocolo-y-un-programa>
35. OBANDO, R. Qué es la estandarización de procesos, cómo aplicarla y ejemplos. *HubSpot* [en línea]. 6 de diciembre de 2022 [consulta: 6 diciembre 2022]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/estandarizacion-de-procesos>
36. ISO 9000. *Sistema de gestión de la calidad-Fundamentos y vocabulario* (4a ed.) [en línea]. 2015 [consulta: 9 julio 2022]. Disponible en: <http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/ISO%209000-2015.pdf>
37. ROSA, Z. *Controles de BPM durante las operaciones de fabricación* [en línea]. 18 de setiembre de 2017 [consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: https://issuu.com/rosa5964/docs/evidencia_7_establecimiento_de_cont
38. BENÍTEZ, R. y RÍOS, P. *Modelo de LSCM para la reducción de reprocesos en la cadena de suministros de distribuidoras de telas en Lima, Perú* [en línea]. Tesis de licenciatura. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019 [consulta: 25 abril 2022]. 142 pp. Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628146>
39. NETEC. Los riesgos de no capacitar a sus colaboradores en las nuevas tecnologías [en línea]. 30 de noviembre de 2021 [consulta: 30 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.netec.com/post/los-riesgos-de-no-capacitar-a-sus-colaboradores-en-las-nuevas-tecnologias>
40. ICS. Costos de calidad y no calidad que impulsan o impiden el crecimiento de una empresa [en línea]. [consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://www.ics-peru.com/que-es-un-sistema-de-gestion-iso-9001-y-porque-es-una-solucion-a-las-barreras-que-impiden-el-crecimiento-y-la-mejora-en-tu-empresa>
41. BELLO, D., MURRIETA, F. y CORTES, C. Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias.

Ciencia Administrativa [en línea]. 2020, (1), 1-9 [consulta: 13 julio 2023]. ISSN 1870-9427. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo/teoria-de-campos-y-galois/proceso-de-produccion/95735251>

42. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Occupational health: Stress at the workplace*. [en línea]. WHO, 2020 [consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/occupational-health-stress-at-the-workplace>

43. PREVECON. El estrés laboral: definición, causas, consecuencias y cómo prevenirlo [en línea]. 13 de abril de 2018 [consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en: <https://prevecon.org/es/el-estres-laboral-definicion-causas-consecuencias-y-como-prevenirlo>

44. OFICINA DE NORMALIZACIÓN PREVISIONAL. *¿Qué se considera un accidente de trabajo?* [en línea]. Perú: ONP, 2022 [consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/12895-que-se-considera-un-accidente-de-trabajo>

45. CHANAMÉ, J. *¿Qué es un accidente de trabajo? Bien explicado. Ip Pasión por el Derecho* [en línea]. 23 de diciembre de 2020 [consulta: 19 julio 2022]. Disponible en: <https://lpderecho.pe/accidente-laboral-seguridad-salud-trabajo>

46. ORTEGA, C. Qué es un reclamo en servicio al cliente. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/reclamo-en-servicio-al-cliente>

47. SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. *Sector metalmecánico. Guía para una producción sustentable* [en línea]. Argentina: ADIMRA, 2019 [consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia-metalmeccanica.pdf>

48. STEWART, L. Investigación básica vs. aplicada. *Atlas.ti* [en línea]. 2022 [consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-basica-vs-aplicada>.

49. RUIZ, M., BORBOA, M. y RODRÍGUEZ, J. El enfoque mixto de investigación en los estudios fiscales. *Tlatemoani* [en línea]. 2013, (13) [consulta: 30 noviembre 2023]. ISSN 1989-9300. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/13/estudios-fiscales.html>

50. WILSOFT. *Relación entre productividad y calidad* [en línea]. 10 de enero de 2018 [consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en: <https://wilsoft-la.com/relacion-entre-productividad-y-calidad>
51. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación* [Capítulo 2] [en línea]. México: Mc Graw Hill, 1997 [consulta: 30 noviembre 2023]. Disponible en: <https://josetavarez.net/Compendio-Methodologia-de-la-Investigacion.pdf>
52. RAMOS, C. Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica* [en línea]. 2021, 10(1), 1-7 [consulta: 19 julio 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
53. EQUIPO DE ENCICLOPEDIA SIGNIFICADOS. Investigación experimental. *Enciclopedia Significados* [en línea]. 21 de noviembre de 2023 [consulta: 23 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.significados.com/investigacion-experimental>
54. ARIAS, F. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* [en línea]. 6a ed. Caracas: Episteme, 2012 [consulta: 30 noviembre 2023]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
55. LÓPEZ, P. Población muestra y muestreo. *Punto Cero* [en línea]. 2004, 9(8), 69-74 [consulta: 16 marzo 2022]. ISSN 2224-8838. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
56. ASECIO, L., GONZÁLEZ, E. y LOZANO, M. El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Retos* [en línea]. 2017, 7(13), 230-247 [consulta: 19 julio 2022]. ISSN 1390-6291. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504551272009>
57. RODRÍGUEZ, L. *El clima organizacional y su relación con la calidad del servicio educativo del Instituto Nacional de Danza Raymond Mauge Thoniel de la ciudad de Guayaquil-Ecuador 2017* [en línea]. Tesis de maestría. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020 [consulta: 16 marzo 2022]. 117 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17105>
58. PARADA, Y. *Sistema hipermedial como herramienta de apoyo al intercambio de información. Dialógica* [en línea]. 2013, 10(2), 73-93 [consulta: 30 noviembre 2023]. ISSN 2244-7662. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5249990>

59. CASTRO, J. Estandarización de procesos y sus 5 beneficios principales. *Corponet* [en línea]. 18 de agosto de 2022 [consulta: 19 julio 2022]. Disponible en: <https://blog.corponet.com/estandarizacion-de-procesos-y-sus-5-beneficios-principales>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Propuesta de Implementación del Ciclo Deming para Reducir Reprocesos de Fabricación de una Empresa Metalmeccánica, Lima – 2022.				
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variables	Metodología
¿De qué manera la propuesta de implementación del Ciclo Deming permitirá reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022?	Contar con una propuesta de implementación del Ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022.	Con la propuesta de implementación del ciclo Deming se logrará una significativa reducción de reprocesos de una empresa metalmeccánica, Lima-2022.	Variable Independiente Ciclo Deming	Método general Método científico
Problema específico 1	Objetivo específico 1	Hipotesis específicas 1	Dimensión	Diseño de la investigación Experimental
¿Cuál es diagnóstico del área de producción de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022, ¿identificando los principales problemas y causas en la gestión de sus procesos y operaciones?	Diagnosticar la situación actual de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022., identificando los principales problemas y causas en la gestión de sus procesos y operaciones.	Se espera que, al realizar un diagnóstico de la situación actual de una empresa metalmeccánica, Lima - 2022, se identifiquen problemas y causas específicas en la gestión de sus procesos y operaciones.	Planificar Hacer Verificar Actuar	Tipo de investigación Investigación aplicada
Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipotesis específicas 2		Alcance o nivel de investigación Correlacional
¿De qué manera la propuesta de implementación del Ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022?	Determinar de qué manera la propuesta de implementación del Ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022.	Se espera que la implementación del Ciclo Deming de una empresa metalmeccánica, Lima - 2022, permita el diseño exitoso de protocolos de estandarización para la capacitación en técnicas de fabricación y control de calidad.	Variable Dependiente Reproceso de fabricación	Instrumentos Análisis de datos /Entrevista
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipotesis específicas 3	Dimensión	Población y muestra Trabajadores de una empresa metalmeccánica, Lima - 2022.
¿De qué manera la propuesta de implementación del Ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022?	Determinar de qué manera la propuesta de implementación del Ciclo Deming permite diseñar protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas de una empresa metalmeccánica, Lima – 2022.	Se espera que la propuesta de implementación del Ciclo Deming de una empresa metalmeccánica, Lima - 2022, conduzca al diseño exitoso de protocolos de estandarización para los procesos de fabricación y control de calidad de piezas mecanizadas.	Productos defectuosos Reprocesos	

Anexo 2: Formato del instrumento de análisis de datos (instrumento de la variable dependiente)

Fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas					
Mes	2022				
	N.º de pedidos	Fabricados	Conformes	Con falla	% no conforme
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
Total					

Anexo 3: Formato del instrumento entrevista (instrumento de la variable independiente)

Empresa:							
Investigador: Luis Abel Salazar Piñas							
Fecha:					Calificación		
N.º	Objetivos planificados	0	1	2	3	4	Total
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
Puntaje total:							

Clasificación	Puntaje alcanzado =	Indicador
	Puntaje total =	
Donde:		$IC = \frac{\text{puntaje alcanzado}}{\text{puntaje total}} \times 100\%$
0 = Muy malo		
1 = Malo		
2 = Regular		
3 = Bueno		
4 = Excelente		$IC =$
Total		

Anexo 4: Validación de instrumento propuestos y citados de recolección e información de datos

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Título:** "Propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, Lima - 2022"
- 1.2. **Investigador:** Luis Abel Salazar Piñas

II. DATOS DEL EXPERTO

- 2.1. **Nombres y apellidos / DNI:** Jorge Joel Cristóbal Alvarado / 10381707
- 2.2. **Especialidad:** Director de Proyectos / Nexa Resources Perú S.A.A.
- 2.3. **Lugar y fecha:** Huancayo - 02/10/2023

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.					92
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					91
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					93
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					90
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.					92
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de investigación.					90
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.					92
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					90
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					90
	10. METODOLÓGIA	La estrategia de investigación responde al propósito del diagnóstico.					92

I. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

PROMEDIO: 91.2 %

Procede su aplicación

Debe corregirse

Firma y Sello del Experto Profesional



JORGE JOEL
CRISTOBAL ALVARADO
Ingeniero Mecánico
CIP Nº 292792

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Título:** "Propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmeccánica, Lima - 2022"
- 1.2. **Investigador:** Luis Abel Salazar Piñas

II. DATOS DEL EXPERTO

- 2.1. **Nombres y apellidos / DNI:** Yvon Luz Salazar Piñas / 41900698
- 2.2. **Especialidad:** Coordinador de Calidad / Consorcio Constructor Metro 2 de Lima
- 2.3. **Lugar y fecha:** Huancayo - 02/10/2023

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.					90
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					92
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					89
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					90
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.					92
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de investigación.					90
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.					89
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					90
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					90
	10. METODOLOGÍA	La estrategia de investigación responde al propósito del diagnóstico.					94


I. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

PROMEDIO: 90.6 %

Procede su aplicación X

Debe corregirse

Firma y Sello del Experto Profesional


 Yvon Salazar Piñas
 Ingeniera de Control de Calidad
 Consorcio Constructor M2 Lima
 CIP: 133974

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Título:** "Propuesta de implementación del ciclo Deming para reducir reprocesos de fabricación de una empresa metalmecánica, Lima - 2022"
- 1.2. **Investigador:** Luis Abel Salazar Piñas

II. DATOS DEL EXPERTO

- 2.1. **Nombres y apellidos:** Lauro Córdova Jiménez / DNI: 80173122
- 2.2. **Especialidad:** Ingeniero Industrial
- 2.3. **Lugar y fecha:** Huancayo - 02/10/2023

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios.					89
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					92
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					89
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					91
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.					92
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de investigación.					90
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos de la investigación.					90
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					92
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					90
	10. METODOLOGÍA	La estrategia de investigación responde al propósito del diagnóstico.					92

I. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

PROMEDIO: 91.1%

Procede su aplicación

Debe corregirse

Firma y Sello del Experto Profesional



LAURO CORDOVA JIMENEZ
Ingeniero Industrial
DNI: 80173122

Anexo 5: Productos con más demanda fabricados en el año 2022

Productos con más demanda fabricados el año 2022			
Producto	2022		
	N.º de pedidos	Producción	% Productos (+) Demanda
Fabricación de niples 1/2"	7	1450	93 %
Fabricación de niples 3/4"	8	1600	
Fabricación de niples 1 "	11	2350	
Fabricación de niples 2"	8	1700	
Fabricación de soportes U-bolt 1/2"	2	250	7 %
Fabricación de soportes U-bolt 1"	1	100	
Fabricación de soportes U-bolt 2"	2	200	
Otros	4	4	0 %
Total	43	7654	100 %

Anexo 6: Fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas

Fabricación de niples de acero mecanizados con precisión y roscas bien definidas					
Mes	2022				
	N.º de pedidos	Fabricados	Conformes	Con falla	% no conforme
Enero	4	700	635	65	9,3 %
Febrero	3	650	590	60	9,2 %
Marzo	4	900	815	85	9,4 %
Abril	3	600	545	55	9,2 %
Mayo	4	750	680	70	9,3 %
Junio	3	700	635	65	9,3 %
Julio	3	550	500	50	9,1 %
Agosto	2	450	405	45	10,0 %
Setiembre	3	500	435	65	13,0 %
Octubre	2	500	435	65	13,0 %
Noviembre	2	450	390	60	13,3 %
Diciembre	1	350	302	48	13,7 %
Total	34	7100	6367	733	10,7 %