UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ESCUELA SUPERIOR CIUDAD SAHAGÚN
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

Diseño de una estrategia integral para el aseguramiento de la calidad en producción: más allá de la conformidad del producto

Para obtener el título de licenciado en ingeniería industrial

PRESENTA
Sabrina Alexandra Fernández Amador

DIRECTOR
Dr. Luis Carlos Méndez González

CO-DIRECTOR
Dr. Isidro Jesús González Hernández

COMITÉ TUTORIAL
Dra. Francisca Santana Robles
Ing. Berenice Guadalupe Sánchez Reyes

Ciudad Sahagún, Hidalgo, México, febrero 2026

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Escuela Superior de Ciudad Sahagún
Campus Sahagún

CLII-043-26
Asunto: Autorización de impresión

P.D.L.I.I. C. Sabrina Alexandra Fernández Amador
Presente

Por este conducto le comunico que el jurado que le fue asignado a su trabajo de "TESIS" con el nombre: **"Diseño de una estrategia integral para el aseguramiento de la calidad en producción: más allá de la conformidad del producto"**, y que después de revisarlo en reunión de sinodales han decidido autorizar la digitalización del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

Presidente	Dra. Francisca Santana Robles
Primer vocal	Dr. Luis Carlos Méndez González
Segundo vocal	Dr. Isidro Jesús González Hernández
Secretario	Ing. Berenice Guadalupe Sánchez Reyes

Sin otro particular, me es grato reiterar a usted la seguridad de mi atenta consideración y respeto.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"
Fray Bernardino de Sahagún, Hgo., a 11 de marzo de 2026

Dra. Francisca Santana Robles
Coordinadora de la Licenciatura en Ingeniería Industrial

c.c.p.- Expediente
FSR

Carretera Otumba - Cd. Sahagún No. 7, Colonia Legaspi Zona Industrial, Ciudad Sahagún, Hidalgo, México
C.P. 43998
Teléfono: (771)7172000 Ext. 50201
essahagun@uaeh.edu.mx
uaeh.edu.mx

Dedicatoria

Con todo mi amor, respeto y admiración, dedico estas páginas a quien ha sido el pilar mas firme de mi vida.

Mercedes Islas García.

A la mujer que, con amor, fortaleza y sacrificio, construyó cada paso de mi camino.

Este logro lleva mi nombre, pero su historia comienza contigo. No me pertenece solo a mí; es el resultado de tu entrega silenciosa, de tus desvelos y de cada sacrificio que hiciste sin esperar nada a cambio.

Gracias por elegirme todos los días, por sostenerme cuando no sabía cómo sostenerme sola y por creer en mí incluso en los momentos en que yo misma dudaba.

La deuda que mi corazón siente contigo es interminable, aunque sé que el tuyo jamás me cobraría nada. Hoy entiendo que, si estoy aquí, si hoy estoy cumpliendo este sueño, es gracias a ti.

Agradecimientos

Este logro no se construyó en soledad. Fue posible gracias al acompañamiento, guía y apoyo de quienes, de distintas maneras, formaron parte de este proceso. De manera especial, agradezco a:

A mi asesor, Dr. Isidro González Hernández por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por orientarme con su experiencia y conocimiento, por sus observaciones oportunas y por acompañarme con profesionalismo en cada etapa de este proceso. Su dirección fue fundamental no solo para la culminación de este trabajo, sino también para fortalecer mi formación académica y mi capacidad crítica.

Eduar A. Vélez Lazcano

Gracias por tu apoyo constante a lo largo de este proceso, por tu paciencia en los momentos de incertidumbre y por sostenerme cuando el camino parecía abrumador. Gracias por orientarme y guiarme con tu experiencia, compartiendo conmigo herramientas y perspectivas que enriquecieron no solo este trabajo, sino también mi crecimiento personal. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por impulsarme a descubrir capacidades que no sabía que tenía. A tu lado descubrí una versión más fuerte, más disciplinada y más consciente de mí misma. Tu presencia fue un pilar importante durante esta etapa.

A mi madre y a mis hermanas

Por ser parte fundamental de mi historia y de mi proceso de crecimiento. Gracias por su presencia, por los aprendizajes compartidos y por acompañarme, cada una a su manera, en este camino.

Finalmente agradezco a los integrantes del comité evaluador por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por su disposición y por sus valiosas observaciones, las cuales contribuyeron a enriquecer y fortalecer esta investigación.

Contenido

Resumen X

Abstract XI

Capítulo I. Introducción y Planteamiento del Problema 1

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 4

1.3 Planteamiento del Problema 7

1.4 Justificación 10

1.5 Objetivos de la investigación 13

1.6 Hipótesis 14

1.7 Alcance y Limitaciones 14

1.8 Descripción General de la Estructura de la Tesis 18

Capítulo II. Marco Teórico 21

2.1 Introducción 21

2.2 Estado del arte 23

2.3 Fundamentos teóricos 27

2.4 Marco conceptual 36

Capítulo III. Metodología y descripción de las actividades realizadas 58

3.1 Selección de la metodología 58

3.2 Propuesta del procedimiento metodológico para el aseguramiento de la calidad en producción en una empresa metalmecánica 67

Capítulo IV. Resultados y análisis de los datos 75

4.1 Resultados de la Fase 1: Diagnóstico inicial 75

4.2 Resultado de la Fase 2: Planeación del proyecto 80

4.3 Resultado de la Fase 3: Recolección de datos 84

4.4 Resultado de la Fase 4: Análisis e interpretación de la información 89

4.5 Resultado de la Fase 5: Propuesta de mejora y validación 106
4.6 Análisis de cumplimiento de los objetivos específicos 126

Capítulo V. Discusión 139
Conclusiones 142
Referencias 144

Índice de Tablas

Tabla 1. Lista de verificación de cumplimiento..... 79
Tabla 2. Observaciones de campo 87
Tabla 3. Mejoras propuestas..... 106

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de procesos. 41
Figura 2. Tipos de inspección en el proceso productivo. 46
Figura 3. Ejemplo del Diagrama de Ishikawa (Ramírez, 2024). 47
Figura 4. Las 6M de manufactura 48
Figura 5. Metodología 8D´s 51
Figura 6. Metodología 5S. 52
Figura 7. Diagrama de flujo principio Seiri 53
Figura 8. Ubicación de objetos según la frecuencia de uso. 55
Figura 9. Procedimiento para el análisis de datos. 65
Figura 10. Factores críticos asociados a la generación de no conformidades. 76
Figura 11. Identificación de causas raíz 81
Figura 12. Mapeo a través de la técnica As is-To Be. 84
Figura 13. Cuestionario aplicado al personal operativo. 88
Figura 14. Diagrama de Iceberg para la identificación de causas visibles y causas raíz. 94
Figura 15. Resultado del cuestionario: Análisis de capacitaciones. 95
Figura 16. Resultado de capacitaciones. 96
Figura 17. Procedimientos documentados. 97
Figura 18. Identificación de no conformidades. 98
Figura 19. Evidencia de inexistencia de formatos de registro. 99
Figura 20. Ausencia de retroalimentación. 99
Figura 21. Nivel de orden y limpieza. 100
Figura 22. Promoción de cultura de orden y limpieza. 102

Figura 23. Factores que influyen en la calidad. 103
Figura 24. Nivel de motivación del personal. 105
Figura 25. Matriz de habilidades referencial propuesta. 109
Figura 26. Formato de registro de acciones 5S antes y después. 111
Figura 27. Formato de planificación 5S. 112
Figura 29. Formato de inspección en proceso. 116
Figura 30. Formato de control de producto no conforme. 117
Figura 31. Reporte de producto no conforme. 118
Figura 32. Formato 8DS correspondientes a D1 y D2. 119
Figura 33. Formato 8DS correspondientes a D3 y D4. 120
..... 121
Figura 34. Formato 8DS correspondientes a D5 y D6. 121
Figura 35. Formato 8DS correspondientes a D7 y D8. 122
Figura 36. Formato de reporte de retrabajo 124
Figura 37. Ayudas visuales. 125
Figura 38. Checklist de auditoría. 127
Figura 39. Pasillos delimitados y libres de obstrucciones. 130
Figura 40. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiri
..... 130
Figura 41. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiso.
..... 130
Figura 42. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiton
..... 131
Figura 44. Piezas liberadas vs piezas rechazadas 2025. 133
Figura 45. Índice de piezas retrabajadas por mes en el año 2024 134
Figura 46. Piezas liberadas vs piezas rechazadas 2025. 135

Figura 47. Diseño con mayor afectación en el año 2025. 136

Figura 48. Número de piezas rechazadas por mes del año 2025. 137

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar herramientas de control y trazabilidad para la mejora de la calidad en el área productiva de una empresa del sector metalmecánico, alineadas a los lineamientos de la norma ISO 9001:2015. El estudio partió del diagnóstico de problemáticas relacionadas con rechazos, retrabajos, ausencia de estandarización y deficiencias en la gestión del desempeño del personal operativo.

La metodología utilizada fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y cualitativo, apoyada en la observación directa, aplicación de cuestionarios, análisis documental y el uso de herramientas de ingeniería industrial. A partir de este análisis, se diseñaron e implementaron formatos de control como la matriz de habilidades, reporte y registro de producto no conforme, inspección en proceso, registro de retrabajos, acciones correctivas bajo la metodología 8D y apoyo a la metodología 5S.

Los resultados evidenciaron mejoras en la trazabilidad del proceso, en el control de no conformidades y en la generación de indicadores clave de desempeño, lo que permitió una mejor toma de decisiones. Asimismo, se identificó que la calidad no depende únicamente del cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto, sino de la interacción y alineación de pilares fundamentales como las personas, los procesos, los procedimientos y las instalaciones, los cuales deben gestionarse de manera integral para lograr resultados sostenibles. Adicionalmente, la implementación de estas herramientas contribuyó al cierre de hallazgos identificados durante una auditoría realizada por un cliente potencial.

Se concluye que la aplicación de herramientas de control adaptadas al contexto de la organización fortalece el sistema de gestión de la calidad, promoviendo un enfoque integral que considera no solo el producto final, sino también los elementos organizacionales que influyen directamente en la calidad y la mejora continua.

Keywords: Aseguramiento de calidad, trazabilidad de procesos, mejora continua, control de procesos, acciones correctivas, ISO 9001:2015.

Abstract

This research aimed to design and implement control and traceability tools to improve quality performance in the production area of a metal-mechanical manufacturing company, aligned with the requirements of the ISO 9001:2015 standard. The study originated from the identification of issues related to product rejections, reworks, lack of standardization, and deficiencies in operational personnel performance management.

An applied research methodology with a qualitative and quantitative approach was employed, supported by direct observation, questionnaires, documental analysis, and industrial engineering tools. Based on the diagnosis, several control formats were designed and implemented, including a skills matrix, nonconforming product reports and records, in-process inspection formats, rework records, corrective action reports based on the 8D methodology, and support tools for the implementation of the 5S methodology.

The results demonstrated improvements in process traceability, nonconformity management, and the generation of key performance indicators, enabling more effective decision-making. Additionally, the study identified that quality extends beyond meeting technical product specifications and depends on the interaction and alignment of key organizational pillars such as people, processes, procedures, and facilities, which must be managed holistically to achieve sustainable improvement. Furthermore, the implementation of these tools contributed to closing findings identified during an audit conducted by a potential customer.

It is concluded that the application of context-adapted control tools strengthens the quality management system and promotes an integrated approach that considers not only the final product but also the organizational elements that directly influence quality and continuous improvement.

Keywords: Quality assurance, process traceability, continuous improvement, process control, corrective actions, ISO 9001:2015.

Capítulo I. Introducción y Planteamiento del Problema

1.1 Introducción

La globalización ha generado desafíos cada vez más complejos en los ámbitos económico, político y social particularmente en el sector industrial, donde las organizaciones enfrentan la presión constante de mantener altos estándares de calidad y competitividad. Ramírez y Castro (2014) describen que, desde la perspectiva económica, las empresas enfrentan la responsabilidad de producir bienes y servicios que respondan a un mercado con expectativas de consumo cada vez más sofisticadas y exigentes. En este contexto, la calidad se posiciona como un factor clave para afrontar dichos retos, mediante la adopción de sistemas de gestión que promuevan procesos productivos orientados a la excelencia, la satisfacción del cliente y la expansión hacia nuevos mercados, tanto locales como internacionales.

Navarro et al., (2020), señalan que las organizaciones que buscan consolidarse y mantenerse competitivas en el mercado enfrentan el desafío de garantizar los estándares de calidad en sus productos y servicios. Para lograrlo, resulta fundamental contar con procesos bien estructurados y sistemáticos que permitan obtener resultados homogéneos y confiables. En este entorno, la calidad no puede limitarse a la inspección final del producto, sino que debe concebirse como una estrategia organizacional que involucra la planeación, el control y la estandarización de procesos, así como la participación del factor humano (Reyes et al., 2022).

Bajo este panorama, el concepto de aseguramiento de la calidad ha evolucionado más allá de la inspección final del producto, transformándose en un proceso sistémico que abarca el diseño, la producción, la gestión de procesos y la cultura organizacional. Dicho enfoque integral es indispensable para que las empresas logren estabilidad productiva, eficiencia en costos y sostenibilidad a largo plazo en entornos dominados por la automatización, la digitalización y la Industria 4.0 (Zheng et al., 2022).

De acuerdo con Bakhtiar et al., (2023), para garantizar que las actividades se ejecuten de manera uniforme es indispensable contar con procedimientos bien

definidos. Estos se definen como una serie de pasos claramente establecidos que permiten trabajar correctamente disminuyendo la probabilidad de error, omisión o de accidente. Este conjunto de acciones secuenciadas y sistematizadas conducen a la consecución de un fin predeterminado, garantizando que todo se lleve a cabo bajo las mismas condiciones, disminuyendo considerablemente la variabilidad.

A pesar de los avances en gestión de la calidad y la amplia difusión de metodologías orientadas a la mejora continua, numerosas organizaciones aún operan bajo procedimientos inconsistentes, prácticas incorrectamente estandarizadas y una limitada aplicación de técnicas de documentación y trazabilidad en sus procesos (Aguilera et al., 2024).

Asimismo, se observa una insuficiente atención hacia la formación y el desarrollo de competencias del personal, lo que limita la capacidad de respuesta ante desviaciones y reduce la efectividad de las estrategias de aseguramiento de la calidad, lo que provoca variaciones en los productos terminados, incrementa los índices de desperdicio y afecta directamente la satisfacción del cliente.

Para que una organización funcione de manera óptima, es fundamental considerar cinco elementos interdependientes: personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones. Cada uno de ellos desempeña un papel esencial dentro del sistema productivo y, al estar estrechamente relacionados, el desempeño deficiente de uno impacta de forma directa en la eficacia de los demás. En consecuencia, el equilibrio y la integración de estos componentes resultan indispensables para garantizar no solo que el producto cumpla con las especificaciones técnicas, sino que la organización se mantenga competente y preparada para enfrentar las exigencias y demandas del mercado.

Tomando en cuenta los elementos anteriores la eficacia de cualquier sistema de gestión depende en gran medida del factor humano, considerado un componente esencial para el éxito sostenido de la calidad organizacional. Según Reyes et al. (2022), los elementos blandos del Sistema de Gestión de la Calidad (comunicación, liderazgo y motivación) ejercen una mayor influencia en la mejora continua que los aspectos meramente normativos o técnicos, pues la innovación y la eficiencia solo se alcanzan mediante la participación y el compromiso del personal. En este

sentido, la integración del talento humano con procesos estandarizados se convierte en el eje de la productividad y la sostenibilidad empresarial.

Ogu (2024) señala que no basta la existencia de procesos controlados, estandarizados o de métricas de desempeño, sino que es vital que los colaboradores se sientan integrados al sistema, comprendan su función y participen de manera proactiva en la mejora continua. Para ello es esencial proporcionar al personal las herramientas suficientes para desempeñar sus tareas de forma competente y autónoma, lo que comprende programas de capacitación técnica y desarrollo humano, además el fomento de capacidades multidisciplinarias y la habilitación de competencias para la resolución de problemas en su área de trabajo.

Adicionalmente, el entorno de trabajo emerge como un factor determinante sobre el desempeño. Estudios recientes confirman que las condiciones físicas y psicosociales del ambiente laboral influyen directamente en la motivación, la atención y la productividad del operario (Ji, 2024).

Un entorno ordenado, seguro y bien gestionado no sólo previene accidentes y errores, sino que favorece la formación de un sentido de pertenencia y compromiso, lo cual es clave para sostener estándares elevados de calidad. En este marco la metodología 5S se presenta como una herramienta sólida para gestionar el entorno productivo. Su implementación ha demostrado resultados estadísticamente significativos ya que mejora el flujo de materiales, reduce los tiempos improductivos e incrementa el orden operacional evitando la ocurrencia de accidentes derivados del desorden del área de trabajo (Mazur et al., 2024).

Bajo este contexto, el adoptar metodologías, herramientas y normas de calidad en las empresas pueden transformar sus operaciones y asegurar una mayor estabilidad en la calidad, reducir la variabilidad en sus procesos, fortalecer la relación con los clientes al ofrecer resultados previsibles y satisfactorios.

Por tal motivo, este proyecto de tesis tiene como propósito analizar cómo la implementación de enfoques estructurados de mejora continua y calidad puede favorecer a la estandarización de los procesos productivos. Para ello, se examinarán las deficiencias actuales en la cadena de producción de una empresa

(MTYS[1]) del sector metalmecánico que se dedica a la fabricación de piezas ferroviarias y aeroespaciales, cuyo propósito es identificar los factores que generan variabilidad y afectan el cumplimiento de los estándares de calidad. Este análisis busca profundizar en las causas que originan dichas problemáticas, trascendiendo la mera intención de cumplir con las especificaciones del cliente.

La relevancia del tema radica en que la calidad constituye un factor determinante de la competitividad industrial. Según estudios recientes, la implementación de estrategias integrales de aseguramiento de la calidad reduce los costos por no conformidades y aumenta la confiabilidad de los procesos en más de un 30 % en sectores manufactureros avanzados (Büchi et al., 2022).

De este modo, la tesis pretende aportar un modelo de aplicación práctica que sirva de guía a las empresas manufactureras en su transición hacia una cultura de calidad total, alineada con los principios de la Ingeniería Industrial y los estándares internacionales vigentes, de este modo permitirá demostrar cómo una estrategia sistémica puede convertirse en un elemento diferenciador para las organizaciones productivas que buscan transitar hacia modelos de excelencia operativa y competitividad global.

1.2 Antecedentes

En la literatura reciente se reconoce cada vez con mayor énfasis que la calidad del producto final depende tanto de la conformidad técnica como del correcto funcionamiento del sistema productivo en su conjunto, que integra personas, procesos, procedimientos, trazabilidad y entorno físico (Grupta et al., 2023). La literatura reciente reconoce de forma creciente que la calidad del producto final depende tanto de la conformidad técnica como del correcto funcionamiento del sistema productivo en su conjunto personas, procesos, procedimientos, documentación y entorno físico (Evans y Lindsay, 2020).

En el contexto de empresas metalmecánicas, la evidencia práctica reporta problemas recurrentes que generan variaciones en la calidad, derivado de la

[1] MTYS, es el acrónimo que se estará utilizando para referirnos a la empresa bajo estudio.

ausencia de procesos correctamente definidos que permitan llevar a cabo sus actividades bajo los mismos términos, impidiendo así, la posible variabilidad y cambios inesperados durante la producción (Arango y Mosquera, 2023).

Por ejemplo, en un estudio sobre estandarización de trabajo en empresas metalmecánicas peruanas, se demostró cómo la falta de métodos definidos (como SMED, Poka-Yoke, estándares de trabajo) afecta directamente la eficiencia productiva (Reyes et al., 2022).

En otro caso, una empresa mexicana del sector metalmecánica certificada bajo ISO 9001:2015 requirió actualizar su sistema de gestión de calidad (SGC) porque los procesos modificados carecían de documentación y métricas asignadas, lo que provocó re-trabajos y demoras en la entrega (Ramos, 2021).

En contraste, Villasur (2021) enfatiza que un aspecto frecuente subestimado en los procesos de producción es la implementación de formatos de control que permitan registrar de manera sistemática los datos obtenidos durante cada etapa del proceso. La ausencia de estos registros ha generado problemas significativos de trazabilidad pues impiden identificar de manera precisa el punto exacto en el que ocurre una desviación o falla. Esta limitación dificulta la detección temprana de errores y por ende restringe la posibilidad de que los defectos se propaguen a etapas posteriores.

Estas deficiencias no solo elevan las tasas de retrabajo y desperdicio, sino que limitan la capacidad de la organización para detectar y corregir causas raíz de manera oportuna, como lo advierte un estudio sobre trazabilidad que señala que las prácticas de trazabilidad aún no son frecuentes en entornos industriales debido al alto esfuerzo manual y la falta de soporte de herramientas (Ahrens et al., 2024).

Además, un estudio de visibilidad de manufactura de Zebra Technologies (2024), evidenció que únicamente el 16 % de los fabricantes poseen visibilidad en tiempo real sobre su producción, lo cual amplía la brecha entre control y trazabilidad, y pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos de supervisión y monitoreo de los procesos. Esta carencia no solo compromete la calidad final del producto, sino la capacidad de la organización para prevenir fallos y sostener la mejora continua.

Villasur (2021) en su investigación sobre trazabilidad, plantea que no basta con entregar productos conformes, sino que es esencial que todo el sistema productivo funcione con calidad desde el inicio del proceso. Este enfoque de calidad evalúa la capacidad de la organización para planificar, ejecutar, controlar y mejorar sus procesos de forma integrada, asegurando que la calidad se construya de manera preventiva y no reactiva (NSF International, 2024). Las empresas con alta madurez en calidad presentan procesos consistentes, personal capacitado y mecanismos de retroalimentación que permiten detectar y corregir desviaciones antes de que se traduzcan en no conformidades

Por otra parte, el desempeño de los operadores constituye un eje fundamental dentro del aseguramiento de la calidad en la producción. Sin embargo, en múltiples estudios de caso se ha evidenciado que las deficiencias en el entorno de trabajo, sumadas a la falta de capacitación técnica y metodológica, repercuten directamente en la variabilidad de los procesos y en la generación de productos no conformes. En el trabajo de Córdoba (2025), demostró que estas condiciones no solo afectan a los indicadores de productividad, sino que limitan la capacidad del personal para responder a desviaciones en la línea de producción puesto que no cuentan con la formación y capacitación necesaria para reaccionar ante estas problemáticas.

La evidencia también muestra que la integración equilibrada de los cinco elementos interdependientes, personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones son fundamentales para garantizar la eficiencia y la competitividad (Molina, 2017). Cuando uno de estos componentes presenta deficiencias, el sistema completo pierde estabilidad, afectando la confiabilidad del producto y la satisfacción del cliente. Por ello, las investigaciones actuales coinciden en que el reto principal de las organizaciones manufactureras, y en especial de las empresas metalmecánicas, radica en pasar de un enfoque centrado en la inspección del producto final a un enfoque integral y preventivo del aseguramiento de la calidad, en el cual la calidad se gestiona desde la raíz del sistema productivo (Liu, 2023).

1.3 Planteamiento del Problema

En el entorno de la industria manufacturera en México, las presiones por reducir plazos de entrega, responder a demanda internacional y adaptarse ágilmente a cambios de diseño han revelado que la conformidad del producto no es suficiente para garantizar la competitividad. Una investigación reciente señala que muchas empresas mexicanas certificadas con sistemas de gestión de calidad enfrentan inconsistencias al cambiar o expandir sus procesos sin actualizar la documentación, lo que procede en retrabajos y demoras de entrega (Silva et al., 2024). De manera similar, estudios sobre la cultura de calidad en México apuntan que el proceso de integración real de enfoques como la calidad total enfrenta resistencias organizacionales que obstaculizan la adopción de prácticas estandarizadas y sistemáticas (Ramírez, 2024).

Los resultados invitan a replantear la noción de calidad más allá del cumplimiento de los requerimientos del cliente. El verdadero desafío consiste en garantizar que el sistema productivo, en su conjunto, funcione de forma coherente y equilibrada, generando calidad como consecuencia natural de sus procesos. Esta visión cobra especial relevancia en la industria metalmecánica, donde cada desviación sistémica impacta directamente la confiabilidad y el valor del producto final.

El sector metalmecánico constituye uno de los pilares de la industria manufacturera mexicana, al proveer componentes, estructuras y piezas especializadas a sectores estratégicos como el ferroviario, automotriz, energético y aeronáutico. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024), esta industria agrupa más de 18,000 unidades económicas, en su mayoría pequeñas y medianas empresas que generan más de 1.2 millones de empleos directos y representan el 7.6% del PIB industrial nacional. A pesar de su relevancia, la productividad y la calidad de este sector se ven limitadas por la baja estandarización de sus procesos y la débil aplicación de los sistemas de gestión basados en la Norma ISO 9001:2015.

La empresa objeto de estudio es una pequeña organización metalmecánica ubicada en el centro del país, dedicada a la fabricación de componentes

maquinados para la industria ferroviaria, aeronáutica y de manufactura general. Aunque cuenta con certificación ISO 9001:2015, en la práctica no aplica de manera coherente los lineamientos del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

La cadena de producción presenta deficiencias significativas derivadas de la falta de procedimientos documentados y de formatos de control que aseguren la trazabilidad y uniformidad en las operaciones. Además, la capacitación del personal operativo es principalmente empírica, adquirida por transferencia informal de conocimientos entre trabajadores, lo cual genera discrepancias en la ejecución de tareas y variabilidad en los resultados finales.

El diagnóstico general de la cadena de producción evidenció una recurrencia de productos no conformes, caracterizados por dimensiones fuera de tolerancia, impactos o deterioro dimensional ocasionado por errores en la profundidad de corte, así como desplazamientos en piezas maquinadas derivados de referencias incorrectas en máquina y la ausencia de métodos de verificación estandarizados. Estas situaciones se presentan principalmente durante las operaciones de maquinado, en momentos de ajustes de máquina, cambios de referencia o incorporación de nuevos diseños y piezas. Asimismo, la rotación de personal sin un proceso formal de capacitación técnica incrementa la probabilidad de errores, ya que el aprendizaje se realiza de manera empírica y sin criterios uniformes de ejecución.

Las medidas adoptadas hasta el momento por la organización han sido de carácter reactivo, consistentes en la corrección inmediata de piezas no conformes, ajustes operativos informales y reprocesos, sin que exista un sistema formal de registro, seguimiento o análisis de causa raíz que permita prevenir la recurrencia de las fallas. No se cuenta con una base de datos estructurada que concentre información histórica sobre defectos ni con indicadores que permitan identificar tendencias o áreas críticas de mejora.

De no abordarse esta problemática de manera integral, la empresa podría enfrentar un incremento progresivo en los costos de no calidad, mayores tiempos de entrega, pérdida de competitividad frente a proveedores con sistemas más robustos y un deterioro en la confianza de sus clientes. Asimismo, la falta de control

sistémico limitaría la posibilidad de crecimiento organizacional, expansión a mercados de mayor exigencia técnica y sostenimiento efectivo de su certificación bajo la Norma ISO 9001:2015.

Estas condiciones reflejan una brecha considerable entre el sistema documentado y el sistema real de operación. Aunque la empresa cumple formalmente con la Norma ISO 9001:2015, la calidad del producto no se sostiene porque los procesos carecen de control, los procedimientos no están definidos y el personal no posee las competencias técnicas necesarias. Como consecuencia, la organización enfrenta problemas de productividad, sobrecostos por retrabajos e incumplimientos de entrega.

En este contexto, se identifica una oportunidad de mejora centrada en el rediseño del Sistema de Gestión de la Calidad, con el fin de fortalecer la estandarización de los procesos, documentar las actividades críticas, consolidar mecanismos de seguimiento y desarrollar las competencias del personal operativo. De esta manera, se busca transitar de un modelo de inspección reactiva hacia un enfoque integral de aseguramiento de la calidad, en el que cada elemento del sistema personas, procesos, productos y procedimientos contribuya a la obtención de resultados consistentes y sostenibles.

Pregunta Principal de Investigación:

- ¿Qué factores estructurales y metodológicos resultan determinantes para asegurar la calidad integral en los sistemas productivos, más allá de la conformidad del producto final en la empresa MTYS?

Preguntas Específicas:

- ¿Qué metodologías o herramientas de mejora continua pueden implementarse para mejorar la calidad en producción en la empresa MYTS?
- ¿Qué debilidades presenta la estructura actual del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa MYTS en relación con los cinco elementos clave del sistema productivo: personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones?

1.4 Justificación

En los entornos manufactureros actuales, caracterizados por una creciente automatización, competencia global y presión por reducir costos, la calidad ha dejado de concebirse como un resultado aislado del proceso productivo para transformarse en un atributo sistémico que debe integrarse en cada fase operativa y en cada decisión organizacional. Diversos autores destacan que una empresa verdaderamente competitiva no solo entrega productos conformes, sino que garantiza que cada componente de su sistema humano, técnico y metodológico funcione de manera coherente para producir calidad de forma constante y sostenible (Camango, 2023).

En la empresa MYTS, las no conformidades reiteradas, los reprocesos y la falta de documentación formal evidencian la necesidad de una reestructuración del Sistema de Gestión de la Calidad. La Norma ISO 9001:2015 establece que las organizaciones deben operar bajo un enfoque de procesos, promoviendo la interacción controlada de todos los elementos que integran el sistema (ISO, 2015). Sin embargo, cuando los procedimientos no están definidos, el personal no está debidamente capacitado y las instalaciones carecen de orden y disciplina operacional, el sistema pierde su coherencia y se vuelve reactivo en lugar de preventivo. En este contexto, la presente investigación se justifica por su propósito de rediseñar e integrar una estrategia de aseguramiento de la calidad que promueva la alineación estructural, metodológica y humana de la organización.

Este proyecto de tesis plantea la importancia de considerar cinco elementos interdependientes dentro del sistema productivo: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones.

Las personas representan el núcleo operativo del sistema. Su conocimiento, disciplina y compromiso determinan la eficacia de cualquier estrategia de calidad. De acuerdo con Reyes et al. (2022), el desarrollo de competencias técnicas y la comunicación efectiva inciden directamente en la reducción de errores y en la mejora de la productividad.

Los procesos constituyen el flujo estructurado de actividades que transforman los insumos en productos. Cuando estos carecen de estandarización,

se incrementa la variabilidad, lo que compromete tanto la eficiencia como la satisfacción del cliente (Navarro y Naranjo, 2025).

Los procedimientos son la base documental que garantiza la repetibilidad y trazabilidad; su ausencia impide la aplicación eficaz de metodologías de control estadístico y de mejora continua.

Los productos reflejan la calidad sistémica alcanzada; las no conformidades recurrentes son síntomas de fallas previas no tratadas.

Finalmente, las instalaciones proporcionan el soporte físico del sistema, y su orden, limpieza y seguridad inciden directamente en el desempeño del personal y en la estabilidad del proceso (Mazur et al., 2024).

La falta de equilibrio entre estos elementos origina una cadena de deficiencias: variaciones en la producción, baja productividad, accidentes laborales y pérdida de confianza por parte de los clientes. Por tanto, este proyecto de tesis se fundamenta en la necesidad de implementar un enfoque de calidad que no se limite a la inspección del producto, sino que abarque la totalidad del sistema organizacional, asegurando que cada elemento contribuya activamente al cumplimiento de los objetivos de calidad, productividad y seguridad industrial.

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta un marco metodológico para aplicar principios de estandarización, mejora continua y control de procesos dentro del campo de la Ingeniería Industrial. La integración de herramientas como la matriz de habilidades, los formatos de control de no conformidades, la metodología 5S y el ciclo PHVA permitirá fortalecer la trazabilidad, promover la participación del personal y establecer mecanismos de retroalimentación que aseguren el aprendizaje organizacional (Montgomery, 2021). Este enfoque responde directamente al espíritu de la ISO 9001:2015, que enfatiza el liderazgo, la participación del personal, el enfoque basado en procesos y la mejora continua como pilares del aseguramiento de la calidad.

La implementación de la estrategia integral de aseguramiento de la calidad propuesta representa una oportunidad significativa para transformar el desempeño operativo de la empresa. Al integrar procedimientos estandarizados, mecanismos de control en proceso y herramientas de trazabilidad, se espera una reducción

sustancial en la variabilidad de los productos y en los índices de no conformidad. Esto se traducirá en una mejora directa en la confiabilidad del proceso, el cumplimiento de las especificaciones técnicas del cliente y la disminución de los costos derivados de reprocesos, retrabajos y desperdicio de material.

La consolidación de formatos de control y de registros históricos permitirá establecer una base de datos robusta que respalde la toma de decisiones, facilitando el análisis de tendencias y la identificación de causas raíz de manera sistemática. Este cambio transformará el actual enfoque reactivo hacia uno preventivo, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante desviaciones y promoviendo la mejora continua.

Asimismo, la estandarización de procedimientos reducirá los tiempos de entrenamiento y la dependencia de la transferencia informal de conocimientos, fortaleciendo la competencia técnica del personal operativo y elevando el sentido de responsabilidad en la ejecución de tareas críticas. De acuerdo con Montgomery (2021), la reducción de la variabilidad mediante la estandarización mejora el desempeño global del sistema y favorece la estabilidad de la calidad a largo plazo.

Desde la perspectiva organizacional, el proyecto contribuirá a fortalecer la integración del Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la Norma ISO 9001:2015, al documentar los procesos clave, establecer métricas de desempeño y definir mecanismos de seguimiento para la verificación de la eficacia de las acciones correctivas. Esto permitirá que la empresa transite de un cumplimiento formal del sistema a una verdadera cultura de calidad, basada en evidencia y orientada a resultados.

A nivel estratégico, la empresa fortalecerá su reputación ante los clientes actuales y potenciales, mejorando su confiabilidad como proveedor y su capacidad para competir en mercados que exigen cumplimiento normativo, consistencia operativa y trazabilidad total. Además, la estandarización y la mejora continua favorecerán la sostenibilidad de las operaciones, al optimizar el uso de recursos, reducir desperdicios y consolidar prácticas de trabajo seguras, ordenadas y eficientes.

En conclusión, la tesis se justifica por su contribución a la consolidación de un sistema productivo integral que trascienda la conformidad del producto y promueva una cultura de calidad sustentada en la coherencia sistémica, la formación del personal, la documentación estructurada y la disciplina operativa. Este enfoque permitirá a la empresa alcanzar un desempeño más estable, fortalecer su relación con los clientes y servir como modelo replicable para otras organizaciones del sector metalmecánico que buscan evolucionar hacia una gestión de calidad sostenible y de excelencia.

1.5 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Diseñar una estrategia integral de aseguramiento de la calidad en producción, fundamentada en metodologías de mejora continua y en la Norma ISO 9001:2015, con el propósito de garantizar la coherencia entre personas, procesos, procedimientos productos e instalaciones, de modo que la calidad sea el resultado sostenible del sistema y no sólo la conformidad del producto final.

Objetivos Específicos

- Proponer un diseño inicial de una matriz de habilidades que permita identificar las competencias técnicas y operativas del personal, facilitando la asignación eficiente de tareas, la planificación de capacitaciones y el fortalecimiento del desempeño humano dentro del sistema productivo.
- Desarrollar un formato de análisis de no conformidades que documente y evalué las causas de los rechazos internos y externos, proporcionando información clave para la implementación de acciones correctivas y preventivas que mejoren la estabilidad del proceso.
- Optimizar la inspección en proceso mediante el diseño de un formato de control que registre de manera detallada las variaciones en cada etapa de fabricación, permitiendo la detección temprana de desviaciones y la mejora continua de la calidad del producto final.

- Elaborar un diagnóstico visual del entorno productivo mediante la aplicación de los principios de la metodología 5S, identificando áreas de oportunidad relacionadas con el orden, la limpieza y la organización, presentando propuestas de mejora que favorezcan un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

1.6 Hipótesis

En los procesos productivos, aquello que no se identifica no puede ser controlado ni mejorado de manera efectiva. El análisis e identificación de deficiencias a lo largo del proceso productivo en la empresa MTYS permitirá establecer un plan de mejora integral orientado a la obtención de productos de calidad. Este enfoque no se limitará únicamente al cumplimiento de las especificaciones inherentes del producto, sino que, al abarcar todos los aspectos involucrados en su elaboración, considerando el trasfondo operativo, organizacional y humano del proceso; será posible detectar y abordar oportunidades de mejora de forma sistémica, favoreciendo una gestión más eficaz de la calidad. En este sentido se plantea la siguiente hipótesis de este proyecto de tesis:

Hipótesis de investigación:

- La identificación y análisis sistemático de deficiencias en los procesos productivos, junto con la aplicación de metodologías de estandarización y mejora continua, incrementa significativamente la consistencia de la producción y la calidad del producto en la industria metalmecánica.

1.7 Alcance y Limitaciones

Uno de los desafíos más significativos dentro de la organización es transformar la cultura organizacional, promoviendo una toma de conciencia en el personal sobre las condiciones reales en las que se desarrollan las actividades productivas. Con el paso del tiempo, muchos de los trabajadores han normalizado prácticas ineficientes o inadecuadas, bajo la percepción de que, mientras el trabajo se complete, el sistema opera correctamente. Sin embargo, esta visión limita la posibilidad de

mejora y oculta deficiencias estructurales que afectan la calidad y la seguridad en el entorno laboral.

La resistencia al cambio y la permanencia en la zona de confort representan factores críticos que, si bien pueden abordarse mediante estrategias de sensibilización, capacitación y liderazgo participativo, requieren tiempo, esfuerzo y compromiso colectivo para consolidar una verdadera cultura de calidad, orientada a la mejora continua y a la prevención de errores.

Alcance

El presente estudio tiene como finalidad diseñar una estrategia integral de aseguramiento de la calidad orientada a la estandarización de los procesos productivos en una empresa del sector metalmecánico. Su propósito es fortalecer la consistencia operativa y mejorar la conformidad de los productos finales, abordando de manera estructurada las causas de variabilidad que afectan la calidad y la satisfacción del cliente.

El alcance del proyecto comprende la fase de diagnóstico, análisis y diseño de herramientas de gestión, sin incluir la implementación total de las propuestas. Entre los principales entregables se contempla:

1. Diseño propuesto de una matriz de habilidades: Se diseñará una herramienta que permitirá identificar las competencias técnicas y operativas del personal de producción, vinculándolas con los requerimientos de cada puesto. Esta matriz no solo facilitará la asignación eficiente de tareas, sino que también proporcionará una base sólida para planificar programas de capacitación orientados a reducir la variabilidad entre operadores y fortalecer la estandarización del desempeño.
2. Diseño de formatos estandarizados para el análisis y registro de no conformidades: Se desarrollarán formatos estructurados que permitan documentar, evaluar y dar seguimiento a los productos no conformes tanto internos como externos. Estos formatos integran campos para registrar la

descripción del defecto, la operación involucrada, la causa probable, la acción correctiva inmediata y la validación de su eficacia.

3. Diseño de formatos de control aplicables durante la inspección en proceso: Se diseñarán formatos que permitan registrar en tiempo real las mediciones y verificaciones dimensionales realizadas durante las distintas etapas del proceso de maquinado. Con esta acción se buscará fortalecer la trazabilidad y la documentación operativa, reduciendo la dependencia del control final y favoreciendo la detección temprana de desviaciones.
4. Elaboración de un diagnóstico y propuesta de mejora bajo la metodología 5S: A partir del diagnóstico de las condiciones observadas en el área productiva, se diseñará una guía visual que integra evidencia fotográfica del estado inicial de los espacios, junto con ejemplos de referencia de las condiciones óptimas bajo los pilares de la metodología 5S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener).

De esta manera, se pretende que la propuesta contribuya tanto al fortalecimiento técnico de la gestión de calidad, como al desarrollo académico del campo de la Ingeniería Industrial, al integrar de forma práctica los cinco elementos clave del sistema productivo: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones.

Limitaciones

El estudio se circunscribe al análisis de la cadena de producción de una pequeña empresa metalmecánica, por lo que no contempla la evaluación financiera, logística o de recursos humanos más allá de su influencia directa en los procesos productivos.

Asimismo, no se incluye la implementación completa de las estrategias propuestas, limitando el alcance a la formulación teórica y técnica de herramientas, formatos y lineamientos que puedan servir como base para una aplicación futura dentro de la organización.

El trabajo se desarrolla dentro de un contexto geográfico y operativo específico, por lo que los resultados no se generalizan a todo el sector metalmecánico, aunque se reconoce su potencial de adaptabilidad a otras empresas que enfrentan problemáticas similares relacionadas con la estandarización, la trazabilidad y la gestión de la calidad.

Finalmente, el enfoque del estudio se centra en el análisis técnico de los procesos y no aborda la medición cuantitativa del impacto posterior a la implementación, quedando dicha validación sujeta a etapas futuras de aplicación.
Por otra parte, se contemplan los imprevistos, que bajo el desarrollo de este trabajo de tesis se presentaron algunas limitaciones, como:

- Resistencia al cambio organizacional: debido a la naturaleza tradicional de las operaciones y a la antigüedad de parte del personal operativo, se identificó cierta resistencia a la adopción de nuevos formatos, metodologías y prácticas de documentación. Este factor puede ralentizar la integración de los lineamientos propuestos y requerir un periodo de adaptación gradual (Kotter, 2018).
- Capacitación insuficiente del personal: gran parte del personal operativo no cuenta con formación técnica formal en metodologías de control de calidad, lo cual puede dificultar la correcta aplicación de los formatos y procedimientos diseñados. Este aspecto subraya la necesidad de fortalecer la gestión de competencias conforme a la cláusula 7.2 de la Norma ISO 9001:2015.
- Limitación en la disponibilidad de tiempo operativo: el ritmo de producción continuo y los plazos de entrega reducidos limitaron la posibilidad de realizar sesiones extensas de observación o validación en campo, por lo que parte del diagnóstico se basó en periodos de observación representativos y entrevistas dirigidas.
- Sensibilización insuficiente sobre la cultura de calidad: Se detecta una limitada conciencia por parte del personal operativo respecto a la importancia de la calidad como un proceso sistémico y no únicamente como un resultado final. Esta falta de sensibilización reduce la participación activa en las

iniciativas de estandarización y mejora continua, dificultando la sostenibilidad de las acciones propuestas. Para lograr un cambio sostenido, se requiere promover una cultura organizacional que valore la calidad como responsabilidad compartida y componente esencial del desempeño diario

- Ausencia de una base de datos histórica: a falta de registros previos sobre no conformidades, inspecciones o indicadores de desempeño impidió realizar comparaciones longitudinales que permitieran medir tendencias o validar estadísticamente las mejoras propuestas
- Infraestructura física limitada: algunas deficiencias en las condiciones del área productiva como espacio reducido, disposición no estandarizada del herramental y falta de señalización visual pueden limitar la aplicación inmediata de metodologías como las 5S en su totalidad, requiriendo un plan progresivo de adecuación.

1.8 Descripción General de la Estructura de la Tesis

La presente tesis se estructura en cinco capítulos que desarrollan de manera secuencial el análisis, diseño y fundamentación de una estrategia integral de aseguramiento de la calidad en la producción, orientada a mejorar la consistencia operativa y la gestión de los procesos en una empresa del sector metalmecánico. Cada capítulo cumple una función específica dentro del proceso investigativo, garantizando la coherencia entre el planteamiento del problema, la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

Capítulo I. Introducción y Planteamiento del Problema.

Expone el contexto general del estudio y las condiciones actuales del sector metalmecánico, así como la problemática central observada en la organización objeto de análisis. Incluye los antecedentes, la justificación, los objetivos, la hipótesis, los alcances y las limitaciones del proyecto. Este capítulo establece el marco conceptual y argumentativo que orienta todo el desarrollo del trabajo, destacando la necesidad de alcanzar la calidad como un sistema integral más allá de la simple conformidad del producto.

Capítulo II. Marco Teórico y Referencial.

Presenta los fundamentos conceptuales y técnicos que sustentan la investigación. Incluye una revisión de teorías y modelos relacionados con la gestión y el aseguramiento de la calidad, las metodologías de mejora continua y los elementos estructurales que conforman el sistema productivo: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones. Además, se incorporan antecedentes empíricos de investigaciones y casos industriales que respaldan la relevancia y aplicabilidad de la propuesta.

Capítulo III. Diseño Metodológico.

Detalla el enfoque metodológico empleado, el tipo de investigación y las técnicas utilizadas para la recolección y análisis de información. Describe el procedimiento de diagnóstico aplicado en la empresa, las herramientas empleadas para el levantamiento de datos y la elaboración de los entregables principales: matriz de habilidades, formatos de análisis de no conformidades, registros de inspección en proceso y diagnóstico visual 5S. Asimismo, explica los criterios de validación conceptual de las propuestas diseñadas.

Capítulo IV. Resultados y Análisis de Datos.

Presenta los hallazgos derivados del diagnóstico y del diseño de los instrumentos propuestos. Se analiza el impacto esperado de la estrategia integral de aseguramiento de la calidad sobre la eficiencia operativa, la trazabilidad y la reducción de la variabilidad en el proceso productivo. Los resultados se interpretan con base en los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015 y en los principios de mejora continua

Capítulo V. Discusión.

Contrasta los resultados obtenidos con la literatura especializada, los objetivos de investigación y el planteamiento teórico del estudio. Evalúa la contribución técnica y metodológica del proyecto al campo de la Ingeniería Industrial, destacando su

aplicabilidad práctica en pequeñas empresas del sector metalmecánico. Finalmente, se formulan las conclusiones generales, las recomendaciones para la organización y las posibles líneas de investigación futura orientadas al fortalecimiento del sistema de gestión de la calidad.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Introducción

La calidad industrial constituye un eje esencial para la competitividad, sostenibilidad y crecimiento de las organizaciones manufactureras. En el contexto actual de globalización y apertura comercial, las empresas se enfrentan a mercados que demandan productos de alta precisión, entregas rápidas y sistemas productivos flexibles. Estos desafíos han puesto en evidencia que la conformidad del producto entendida como el cumplimiento puntual de especificaciones técnicas, no es suficiente para asegurar la permanencia ni la confiabilidad de una organización en el largo plazo (Alcaraz, 2023).

De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), la calidad debe concebirse como una propiedad sistémica del proceso productivo, en la cual cada elemento actúa de forma interdependiente para asegurar resultados consistentes. Cuando alguno de los factores, como el recurso humano, los métodos o la infraestructura operan de manera aislada o deficiente, se generan desviaciones, reprocesos y costos de no calidad que comprometen la eficiencia organizacional (Ahrens et al., 2024).

De manera complementaria esta visión integral coincide con los postulados de Deming (1989) y Juran (1990), quienes sostienen que la calidad no puede limitarse a ser una característica final de un producto, sino que debe construirse en cada etapa, a través de la estandarización, la capacitación continua y la retroalimentación basada en datos.

En México, el sector metalmecánico representa uno de los pilares de la industria manufacturera, al proveer piezas, componentes y servicios especializados a sectores estratégicos como el ferroviario, aeronáutico, automotriz y energético. No obstante, diversos estudios han identificado que la falta de estandarización de procesos y la aplicación parcial de sistemas de gestión de la calidad (SGC) constituyen limitantes críticas para su desarrollo competitivo (Moreno, 1985).

En este sentido, estas deficiencias suelen originarse a base de la débil integración entre la planeación estratégica y la operación diaria, en la que los

procedimientos documentados no se aplican de manera coherente con la práctica real.

El aseguramiento de la calidad implica, por tanto, un enfoque más amplio que la mera inspección o el control de producto; supone la creación de un sistema donde las condiciones operativas, las competencias del personal y los métodos de trabajo se encuentren alineados con los objetivos de mejora continua (ISO, 2015). Bajo esta perspectiva, la calidad se concibe como una cultura organizacional basada en la prevención de fallas, la gestión del conocimiento y la participación activa del personal (Evans y Lindsay, 2020).

Asimismo, investigaciones recientes destacan que el éxito de un SGC depende de la interacción entre tres dimensiones fundamentales: la estructural (infraestructura, recursos y documentación), la humana (competencia y compromiso del personal) y la metodológica (uso de herramientas de mejora continua como Lean, Kaizen, Poka-Yoke o 5S (Navarro y Naranjo, 2025).

Cuando estas dimensiones se articulan adecuadamente, las organizaciones logran no solo cumplir con las normas internacionales, sino también consolidar un modelo operativo que garantiza la repetibilidad, la trazabilidad y la satisfacción sostenida del cliente.

El desarrollo de este capítulo tiene como propósito establecer las bases teóricas que sustentan la investigación. En la primera sección se presenta el estado del arte, que reúne aportes científicos y experiencias prácticas sobre la estandarización de procesos, la mejora continua y la gestión integral de la calidad en la industria metalmecánica. Posteriormente, se exponen los fundamentos teóricos, integrando las principales metodologías y modelos de gestión aplicables, con énfasis en la Norma ISO 9001:2015 y su enfoque de mejora continua

En conjunto, este capítulo busca demostrar que la calidad no es un resultado aislado, sino el reflejo de un sistema interdependiente que funciona de manera coherente. Alcanzar una calidad real, más allá de la conformidad del producto, requiere alinear los cinco elementos clave: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones, bajo un mismo propósito organizacional: producir con eficiencia, consistencia y mejora continua.

2.2 Estado del arte

En la última década, diversos autores han coincidido en que la calidad industrial no debe entenderse únicamente como la conformidad del producto, sino como el resultado de un sistema de gestión integral donde todos los elementos del proceso: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones interactúan de forma coherente (Bakhtiar et al., 2023).

En el contexto de esta investigación, el control de procesos se entiende como la estandarización de las actividades operativas necesarias para asegurar que los productos cumplan consistentemente con los estándares de calidad. Esto implica establecer con claridad quién realiza cada tarea, cómo se lleva a cabo y bajo qué criterios de medición o evaluación.

En el sector industrial, la relevancia de los procedimientos radica en su capacidad para reducir la variabilidad y aumentar la trazabilidad. Según un estudio de Mazur (2024), las empresas metalmecánicas que carecen de procedimientos estandarizados presentan índices de no conformidades hasta un 40 % más altos que aquellas que cuentan con instrucciones documentadas y formatos de control.

Estos resultados se relacionan directamente con la falta de claridad en las responsabilidades operativas y la transferencia empírica de conocimiento entre trabajadores, situación común en pequeñas y medianas empresas manufactureras.

La norma ISO 9001:2015 plantea este principio en su cláusula 4.4, al establecer que las organizaciones deben determinar y gestionar sus procesos como un sistema interrelacionado (ISO, 2015). Sin embargo, estudios empíricos en empresas manufactureras demuestran que muchas organizaciones mantienen una implementación fragmentada del sistema, limitando la efectividad del control de calidad (Camango, 2023).

En lo que respecta a una empresa, la estandarización no solo promueve la eficiencia y el orden, sino que se convierte en un pilar para garantizar la calidad del producto final. De este modo cada etapa del proceso está definida mediante documentos como manuales, instrucciones de trabajo, hojas de ruta o formatos de control, dando como resultado la reducción significativa de la variabilidad, los errores y la necesidad de retrabajos (Ishikawa, 1985).

En un estudio aplicado a PYMEs metalmecánicas mexicanas, Ramírez (2024) demostró que la estandarización mediante Lean Manufacturing (5S, SMED y Poka-Yoke) permitió reducir en 21 % los tiempos de preparación y en 17 % la tasa de defectos. De manera similar, Schuitemaker y Xu (2020) subrayan que la trazabilidad constituye un componente esencial del aseguramiento de calidad, ya que permite documentar el historial del producto, identificar desviaciones tempranas y fortalecer la mejora continua.

Por otra parte, desde el contexto del factor humano y cultura de la calidad, diversos estudios resaltan que los sistemas de calidad fracasan cuando la cultura organizacional y la competencia del personal operativo no se desarrollan junto con los procedimientos. La investigación Quality Culture, Quality Management and Organizational Performance de Hassan et al. (2023) demuestra que la cultura de calidad tiene un impacto directo en el rendimiento organizacional y actúa como mediador entre el liderazgo y los resultados productivos.

Asimismo, la investigación La capacitación del personal operativo y su relación con la productividad evidencia que la formación técnica y la estandarización del trabajo incrementan la eficiencia y reducen los tiempos improductivos en entornos metalmecánicos (García y Soto, 2023).

De acuerdo con Mon et al., (2025), en el marco de la Industria 4.0, la falta de habilidades digitales y de pensamiento analítico en los operarios constituye uno de los principales obstáculos para la adopción de tecnologías inteligentes en empresas metalmecánicas argentinas.

A pesar de que la capacitación del personal es un elemento clave para asegurar la calidad en los procesos productivos, en México aún persiste una brecha importante en este ámbito. Según datos de Hays México, aunque el 44% de las empresas afirman ofrecer entrenamiento y capacitación a sus empleados, solo el 27% de los trabajadores declara haber recibido dichos beneficios, lo cual evidencia una desconexión significativa entre lo que las empresas comunican y la realidad que perciben sus colaboradores (Hays México, 2019).

De forma complementaria, un estudio de OCCMundial reveló que en 2019 únicamente el 11% de las empresas implementaron programas de capacitación,

una cifra preocupante si se compara con el 21% registrado en 2018. Esta caída en la inversión en formación ha llevado a que cada vez más trabajadores recurran al autoaprendizaje en línea, lo que, si bien es una alternativa válida, no sustituye la responsabilidad institucional de preparar adecuadamente a su personal (OCCMundial, 2020).

Esta situación representa un reto importante para la mejora de la calidad, ya que, sin personal calificado y preparado, es difícil asegurar la consistencia, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en los productos y servicios ofrecidos.

El capital humano integra uno de los recursos más relevantes dentro de la organización, derivado de la integración de las capacidades, habilidades y conocimientos del personal le confiere una competencia estratégica a la organización.

Actualmente, resulta indispensable no solo capacitar al personal, sino también contar con herramientas que permitan evaluar de manera clara y objetiva el impacto de esa capacitación. Con el objetivo de medir el impacto de la capacitación, se debe realizar una evaluación de la transferencia de lo aprendido al desempeño de cada trabajador, que tendrá un efecto directo en la marcha adecuada del proceso en que este interviene.

Una de estas herramientas es la matriz de habilidades, la cual facilita la identificación y seguimiento de las competencias del personal antes y después de los procesos formativos. A través de una primera evaluación, se puede determinar qué habilidades dominan los operadores y cuáles requieren reforzarse. Posteriormente, tras la capacitación, la actualización de la matriz permite visualizar de forma concreta los avances individuales y colectivos.

Mendieta y Parra (2020). Mencionan que el impacto debe ser visto a través de la evaluación y su dinámica, esta herramienta es de carácter periódico y tiene lugar durante el proceso en el que el trabajador aprende y su dinámica transformadora es cuando ese conocimiento lo ha interiorizado y lo aplica en su puesto de trabajo, fortaleciendo y desarrollando competencias

Ahora, desde el enfoque de herramientas de mejora continua y metodologías aplicadas en la literatura revisada se identifican metodologías recurrentes que fortalecen la estandarización y el control del procesos, Juran (1990) estableció un modelo compuesto por tres importantes pilares que en conjunto buscan establecer una guía para lograr que los procesos se desarrollen de forma consistente y estandarizada, minimizando los defectos y reprocesos, reduciendo costos asociados a la mala calidad y asegurando la satisfacción del cliente mediante una gestión integral que combine planificación, control y mejora continua de la calidad.

Bajo este contexto, en el trabajo de Fernández et al., (2024) relacionado a la aplicación de herramientas de calidad enfocadas a la disminución de desperdicios, demuestran que la implementación combinada de 5S y Kaizen en una planta metalmecánica permitió reducir en 28 % los desperdicios y aumentar en 35 % la eficiencia operativa.

Por su parte, Herramientas de gestión Kaizen para no conformidades destaca que los círculos de calidad y los formatos de registro estandarizados son esenciales para documentar causas raíz y prevenir recurrencias (Martínez y Reyes, 2023).

De forma complementaria Arango y Mosquera (2023) mencionan que la cultura de mejora continua debe incorporarse a la cultura diaria del trabajo mediante pequeños cambios sostenidos en el tiempo. Destacan que la implementación en entornos metalmecánicos ha permitido reducir desperdicios y optimizar el flujo productivo al involucrar activamente a los operarios en la identificación de oportunidades de mejora.

Un estudio desarrollado por Parra (2015) demostró que la aplicación combinada de Lean y 5S en talleres metalmecánicos incrementó en un 18 % la productividad y redujo un 25 % los tiempos improductivos asociados a búsqueda de herramientas.

En tanto, la metodología Six Sigma se centra en la reducción estadística de la variación mediante el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Su integración con los sistemas de gestión de calidad mejora la toma de decisiones basada en datos y la sostenibilidad de los procesos (Harry y Schroeder, 2020).

Vacíos en la literatura

A pesar de los avances conceptuales y metodológicos, persisten vacíos relevantes que justifican el desarrollo de esta tesis:

- Escasa evidencia sobre cómo interactúan los cinco elementos clave del sistema productivo (personas, procesos, procedimientos, productos, instalaciones) en la obtención de una calidad integral y sostenida.
- Limitada documentación sobre el impacto de la estandarización de registros y formatos (como los de inspección en proceso o análisis de no conformidades) en la trazabilidad operativa.
- Predominio de enfoques centrados en resultados finales, sin abordar la prevención desde el diseño y la ejecución del proceso productivo.
- Poca atención a las PYMEs metalmecánicas latinoamericanas, que enfrentan limitaciones de recursos humanos y tecnológicos para mantener la coherencia del SGC (Reinoso et al., 2024).

Estos vacíos sustentan la relevancia del presente trabajo, cuyo objetivo es diseñar una estrategia integral de aseguramiento de la calidad basada en metodologías de mejora continua y en los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015, orientada a fortalecer la consistencia, trazabilidad y control sistémico del proceso productivo.

2.3 Fundamentos teóricos

La calidad en los sistemas productivos contemporáneos se concibe como un fenómeno sistémico que abarca no solo la conformidad del producto, sino la coherencia entre todos los elementos que lo generan. Esta visión integral, sustentada en los principios de la Gestión de la Calidad Total (TQM), reconoce que los resultados sostenibles emergen de la interacción armónica entre las personas, los procesos, los procedimientos, las instalaciones y los productos finales. En consecuencia, el desafío actual para la ingeniería industrial no radica únicamente en producir bienes conformes a especificaciones, sino en asegurar que cada

componente del sistema funcione de manera controlada, estandarizada y orientada a la mejora continua (Feigenbaum, 1991; Alcaraz et al., 2023).

La evolución del pensamiento sobre calidad ha transitado desde enfoques centrados en la inspección en los que la detección de errores era la principal herramienta de control, hacia modelos proactivos de prevención y optimización. W. Edwards Deming (1986) introdujo el concepto de mejora continua mediante el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), destacando que la variabilidad del proceso es el origen de la mayoría de los defectos. Este principio es especialmente relevante para empresas metalmecánicas, donde los errores en tolerancias dimensionales, referencias de máquina o métodos de verificación son consecuencia directa de procesos no estandarizados y de una formación deficiente del personal operativo.

Joseph M. Juran (1981) complementa esta visión con su Trilogía de la Calidad, que comprende la planificación, el control y la mejora. Según el autor, la mayoría de los defectos tienen causas administrativas y no técnicas, lo que subraya la necesidad de integrar la calidad en todas las etapas del sistema productivo y no relegar al área de inspección. Por su parte, Crosby (1979) propuso el principio de "cero defectos", insistiendo en que la calidad debe gestionarse como una inversión estratégica y no como un costo, postura que coincide con las necesidades actuales de las pequeñas y medianas empresas que buscan mejorar su competitividad a través de procesos confiables y repetibles.

Desde esta perspectiva sistémica, la calidad deja de ser una actividad aislada para convertirse en una filosofía organizacional. Feigenbaum (1991) acuñó el término Control Total de la Calidad, afirmando que todas las funciones empresariales, desde compras hasta mantenimiento, contribuyen al resultado final. Asimismo, Ishikawa (1985) reforzó esta visión mediante el desarrollo de las siete herramientas básicas de la calidad y su famoso diagrama causa–efecto, concebido para identificar y analizar las causas raíz de los problemas productivos. Estas herramientas cobran relevancia en el contexto del estudio, donde la carencia de formatos de registro, la falta de trazabilidad y la ausencia de análisis sistemático de las no conformidades han impedido el aprendizaje organizacional y la mejora sostenida.

En el ámbito normativo, la ISO 9001:2015 constituye el marco internacional de referencia para la gestión de la calidad. Esta norma define un sistema de gestión basado en procesos, sustentado en el enfoque al cliente, el liderazgo, la participación del personal y la toma de decisiones basada en evidencias (ISO, 2015). Su estructura está diseñada en torno al ciclo PHVA y exige que las organizaciones documenten, controlen y mejoren continuamente sus operaciones. En particular, las cláusulas siguientes enfatizan la necesidad de definir procesos, evaluar riesgos, mantener registros y asegurar que las condiciones de operación sean estables. La ausencia de estos mecanismos como ocurre en la organización estudiada conduce a la pérdida de control, la falta de trazabilidad y el aumento de los costos de no calidad (Unterreiner y Gisbert, 2019)

La norma ISO 9001:2015 es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) eficaz. Su propósito es asegurar que las organizaciones sean capaces de proporcionar productos y servicios que cumplan consistentemente con los requisitos del cliente y los legales o reglamentarios aplicables, promoviendo así la satisfacción del cliente y la mejora continua (ISO, 2015).

En el contexto de esta investigación, la norma mencionada, representa una guía metodológica clave para abordar la problemática detectada en la empresa metalmecánica objeto de estudio: la falta de estandarización en los procesos de producción y la ausencia de trazabilidad, lo cual afecta directamente la calidad del producto final y la relación con los clientes.

A continuación, se presentan los apartados de la norma que guardan una relación directa con los objetivos planteados y la propuesta de mejora desarrollada en esta investigación.

Cláusula 4.4: Sistema de gestión de calidad y sus procesos

Esta sección exige a la organización determinar, comprender, controlar y documentar sus procesos y sus interacciones. La propuesta de estandarización responde a esta necesidad, buscando generar procedimientos claros y repetibles que aseguren la calidad y la trazabilidad de los productos.

En la medida en que sea necesario, la organización debe:

- Mantener información documentada para apoyar la operación de sus procesos
- Conservar la información documentada para tener la confianza de que los procesos se realizan según lo planificado.

Cláusula 6.1: Acciones para abordar riesgos y oportunidades

En la empresa metalmecánica objeto de estudio, se ha identificado como principal riesgo que no existe una base de datos histórica que permita identificar aquellos problemas que tienen tendencia a ser repetitivos, esto a causa de no realizar un análisis de causas raíz, lo que genera inconsistencias y limitaciones para gestionar no conformidades de manera oportuna.

La propuesta de mejora planteada en esta investigación busca responder a este desafío mediante acciones que se alinean con los lineamientos de la norma y contribuyen a la estabilidad y eficiencia del proceso productivo, consiste en diseñar e implementar procedimientos estandarizados, formatos de control y mecanismos de trazabilidad, se alinea directamente con los objetivos de esta cláusula, al:

- Asegurar que los procesos de producción logren los resultados de calidad previstos.
- Reducir los efectos no deseados como la variabilidad del producto o los reprocesos.
- Potenciar efectos positivos, como la eficiencia, la trazabilidad y la satisfacción del cliente.
- Establecer una base sólida para la mejora continua del sistema de producción.

Cláusula 7.5: Información documentada.

Establece la obligación de mantener la documentación necesaria para asegurar el funcionamiento eficaz del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). Bajo este contexto, la creación e implementación de formatos, procedimientos y registros para los procesos de producción constituye un eje fundamental de esta investigación, ya que permite garantizar la consistencia operativa y la trazabilidad de la información generada en el área productiva.

La información documentada comprende, por un lado, los documentos que sustentan el funcionamiento del sistema, tales como procedimientos, instructivos y formatos; y por otro, los registros que evidencian la ejecución y cumplimiento de dichos procesos, incluyendo reportes, hojas de verificación e historiales de producción.

El control de esta información tiene como propósito principal asegurar que esté disponible en el momento requerido, actualizada, protegida y libre de alteraciones, de modo que los procesos puedan ejecutarse de manera uniforme y conforme a lo planificado, contribuyendo así a la mejora continua y al aseguramiento de la calidad.

Cláusula 8.5.1: Control de la producción y de la provisión del servicio

Establece que la organización debe implementar la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas, dicho de otro modo, en un entorno donde se asegure la calidad, consistencia y conformidad del producto con los requisitos especificados.

Este punto es fundamental, ya que exige que los procesos de producción estén bajo control y que los productos puedan ser identificados en todas las etapas del proceso.

Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:

1. La disponibilidad de información documentada que defina:
    - Las características de los productos a producir, los servicios a prestar o las actividades a desempeñar.

2. Los resultados a alcanzar:

- La disponibilidad y el uso de los recursos de seguimiento y medición adecuados.
- La implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas para verificar que se cumplan los criterios para el control de los procesos o sus salidas y los criterios de aceptación para los productos y servicios.
- La designación de personas competentes, incluyendo cualquier calificación requerida.
- La implementación de acciones para prevenir los errores humanos.
- La gestión adecuada del producto no conforme, para evitar que se utilice o entregue por error.

Cláusula 8.6: Liberación de los productos

La organización debe implementar las disposiciones planificadas, en las etapas adecuadas, para verificar que se cumplen los requisitos de los productos y servicios. La liberación de los productos y servicios al cliente no debe llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sea aprobado de otra manera por una autoridad pertinente y cuando sea aplicable, por el cliente.

La organización debe conservar la información documentada sobre la liberación de los productos y servicios, la información documentada debe incluir:

a) Evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación.
b) Trazabilidad a las personas que autorizan la liberación.

En la empresa metalmecánica objeto de estudio, la ausencia de controles formales para la inspección y liberación de productos representa una debilidad en el sistema de gestión de calidad. Por esta razón, la presente investigación propone la implementación de formatos de inspección en proceso que permitan registrar la conformidad del producto con las características técnicas exigidas, así como identificar a la persona responsable de su aprobación. Esta medida fortalece el

control de calidad, asegura la trazabilidad del proceso y da cumplimiento a los lineamientos establecidos por la norma.

Cláusula 9.1: Seguimiento, medición, análisis y evaluación

La propuesta de mejora incorpora la definición de indicadores que permitirán evaluar el desempeño de los procesos y la eficacia de la estandarización implementada, además determina la necesidad de realizar un seguimiento sistemático de los procesos, mediante la medición, análisis y evaluación de datos relevantes. Esto incluye tanto indicadores internos (eficiencia del proceso, conformidad del producto) como externos (satisfacción del cliente).

En el contexto de esta investigación, se identifica que la ausencia de documentación y de formatos estructurados de inspección ha limitado significativamente la capacidad de la empresa para recolectar datos consistentes, verificables y útiles para la toma de decisiones. Esta deficiencia dificulta el monitoreo de las características críticas del producto, así como el análisis del desempeño de los procesos. Por ello, la propuesta de mejora plantea el diseño e implementación de registros normalizados que permitan sistematizar la captura de información clave, fortaleciendo el control operativo y facilitando el análisis de resultados, con el objetivo de promover la mejora continua dentro del sistema de gestión de la calidad.

Cláusula 10.2 No conformidad y acciones correctivas

La norma establece que las organizaciones deben reaccionar ante las no conformidades y tomar medidas para evitar su recurrencia, al tiempo que fomentan la mejora continua. El diseño de procesos estandarizados con registros confiables apoya directamente este principio, facilitando la detección oportuna de fallas y su corrección efectiva. Cuando se presente una, no conformidad, incluida cualquiera originada por quejas, la organización debe:

Reaccionar ante la no conformidad y cuando sea aplicable:

- Tomar acciones para controlarla y corregirla.
- Hacer frente a las consecuencias.

- Evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:
- La revisión y el análisis de la no conformidad.
- La determinación de las causas raíz.
- La determinación de si existen no conformidades similares o que potencialmente puedan ocurrir.

De acuerdo con la norma correspondiente, una no conformidad se define como cualquier incumplimiento de un requisito, ya sea técnico, normativo o del cliente. Puede manifestarse en forma de defectos físicos, errores funcionales, omisiones en la documentación o incumplimiento de tolerancias críticas. La identificación de estas no conformidades durante el control de calidad permite tomar decisiones clave, como la aceptación, el reproceso o el rechazo del producto, y activar mecanismos correctivos para evitar su repetición.

La incorporación de formatos de inspección, registros de calidad y mecanismos de control documental facilitará la estandarización de los procesos operativos, la recopilación sistemática de información clave y la trazabilidad del producto a lo largo de su ciclo de producción. Asimismo, permitirá una detección oportuna de desviaciones, el análisis de causas raíz y la implementación de acciones correctivas basadas en evidencia, contribuyendo al fortalecimiento del sistema de gestión de la calidad y alineándose con los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

La literatura reciente sobre la aplicación de sistemas de gestión de calidad en la industria metalmecánica refuerza estos planteamientos. Un estudio de Carrillo (2021) evidenció que muchas empresas certificadas bajo ISO 9001 presentan un desfase entre su sistema documentado y la práctica real, lo que genera reprocesos, desviaciones y demoras. De manera similar, Reyes et al. (2022) demostraron que la ausencia de estandarización en métodos de trabajo, particularmente la falta de aplicación de técnicas como SMED y Poka-Yoke incrementan la variabilidad y los tiempos de ciclo. Estas investigaciones coinciden en que los sistemas de calidad

efectivos requieren una alineación continua entre los procedimientos formales, la capacitación del personal y la disciplina operativa, principios que fundamentan la presente investigación.

Entre las metodologías derivadas de la gestión de la calidad, el Lean Manufacturing y el Six Sigma representan enfoques complementarios. Lean, desarrollado a partir del Sistema de Producción Toyota (Ohno, 1988). Busca eliminar desperdicios y optimizar el flujo de valor; Six Sigma, en cambio, se centra en la reducción de la variabilidad mediante herramientas estadísticas (Alarcón et al., 2024). La sinergia entre ambos permite crear procesos eficientes y controlados, condición indispensable en entornos donde las tolerancias de fabricación son críticas. Asimismo, las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) descritas por Michalska y Szewieczek (2007), son esenciales para construir una cultura de disciplina, orden y limpieza. En el caso analizado, la falta de organización en el área productiva y la acumulación de materiales innecesarios son síntomas de un sistema que no integra la calidad a nivel operativo.

El principio del Kaizen complementa estas metodologías al promover la mejora continua basada en la participación de todos los niveles jerárquicos. Mendieta et al., (2020) explican que la excelencia no se logra a través de grandes innovaciones, sino de pequeñas mejoras diarias que refuerzan la conciencia de calidad en cada trabajador. Este enfoque es particularmente relevante en empresas pequeñas, donde la comunicación directa y la flexibilidad permiten implementar cambios graduales y sostenibles sin requerir inversiones excesivas.

En síntesis, las teorías revisadas confluyen en un mismo postulado: la calidad es el resultado de un sistema coherente, no de acciones aisladas. La ausencia de procedimientos claros, de capacitación formal y de un entorno de trabajo ordenado genera ineficiencias, errores recurrentes y pérdida de credibilidad ante el cliente. En cambio, un sistema de gestión bien estructurado, basado en la ISO 9001:2015 y reforzado por metodologías Lean y Kaizen, permite asegurar que cada elemento humano, estructural y metodológico que opere de manera sinérgica hacia un mismo objetivo: lograr una calidad real y sostenible más allá de la simple conformidad del producto (Ahrens et al., 2024).

2.4 Marco conceptual

¿Qué es la calidad?

Para Juran (1998) la calidad es la adecuación para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente. Él considera la calidad como atributo de toda empresa, no debe ser relegada a las acciones que contemple un departamento que sea creado con el fin de asegurarla. Debe ser parte del proceso de elaboración o prestación de los bienes o servicios, debiendo existir un serio compromiso de todo el personal para alcanzarla de manera preventiva, es decir, no esperar que se detecten defectos para evitarlos.

La consecución de la calidad no se delega, sino que todos debemos ser protagonistas para alcanzarla. Esta deberá entenderse como una filosofía que sostenga el comportamiento de todos en la empresa. Se deduce uno de los planteamientos valiosos de Juran: el ser humano es incorporado de manera vital y directa en el arte de lograr calidad, en cuanto es parte de un proceso de autosupervisión individual y directa (Alcaraz et al., 2023).

El reconocido autor Ishikawa (1986) mencionaba que de manera somera calidad, significa calidad del producto. Más específico, calidad es calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, calidad del sistema; lo cual refleja una consolidación de todo el sistema que conforma la organización, refiriendo que calidad es resultado del esfuerzo conjunto de todas las áreas involucradas.

En las últimas décadas, el concepto de calidad ha evolucionado hacia una perspectiva sistémica y sostenible. La norma ISO 9001:2015, desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), establece que la calidad debe ser entendida como la capacidad de una organización para proporcionar de manera constante productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales aplicables, al tiempo que se mejora continuamente la eficacia del sistema de gestión (ISO, 2015).

Según Reyes et al., (2022), el concepto de calidad ha evolucionado significativamente hasta consolidarse en lo que hoy conocemos como Calidad Total

Total Quality o TQ, esta visión integral reconoce que la calidad no solo se limita al producto final, sino que abarca todo el sistema organizacional. La Calidad Total se plantea como un modelo de gestión enfocado en las personas, que persigue la mejora continua en la satisfacción del cliente, al mismo tiempo que busca reducir los costos reales a través de procesos más eficientes.

Sistema de Gestión de la Calidad (SGC)

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) puede concebirse como «un conjunto de políticas, procesos y responsabilidades claramente definidos que hacen que una organización funcione como debe, a fin de satisfacer sistemáticamente las expectativas de los consumidores y entregar productos y servicios con el mínimo desperdicio posible (ISO, 2015)

ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) eficaz. Su propósito es asegurar que las organizaciones sean capaces de proporcionar productos y servicios que cumplan consistentemente con los requisitos del cliente y los legales o reglamentarios aplicables, promoviendo así la satisfacción del cliente y la mejora

Personal calificado

El personal calificado se considera aquel que dispone de las competencias técnicas, conocimientos teóricos y experiencia práctica necesarias para ejecutar de forma eficaz las actividades asignadas dentro de un proceso productivo. Su idoneidad se respalda mediante formación académica, capacitación profesional, certificaciones o evidencia comprobable de desempeño, garantizando así que las tareas se desarrollen conforme a los estándares de calidad establecidos. Mondal (2023) mencionan la necesidad de vincular la calidad con la dimensión humana del trabajo. La formación, la motivación y el compromiso del personal son determinantes para garantizar la eficacia del sistema

En este sentido, contar con personal calificado asegura la confiabilidad del proceso, la reducción de errores y la mejora continua del desempeño organizacional.

El recurso humano representa uno de los pilares fundamentales para alcanzar y mantener estándares de calidad en cualquier proceso productivo. Contar con personal calificado no solo garantiza la correcta ejecución de tareas operativas, sino que también reduce la variabilidad, los errores humanos y los retrabajos, contribuyendo así a la estandarización de procesos.

Hoy en día, muchas empresas se enfrentan a una realidad común: su personal no siempre cuenta con los conocimientos necesarios para desempeñar correctamente sus funciones. Esto termina afectando directamente a la eficiencia de los procesos productivos. En un entorno cada vez más competitivo, donde las organizaciones buscan destacar frente a otras, el papel de los trabajadores se vuelve fundamental. Por eso, resulta indispensable invertir en capacitación, programas de formación y entrenamiento. Al hacerlo, no solo se mejora el desempeño individual, sino también la capacidad de brindar un mejor servicio, resolver problemas de forma ágil y contribuir al crecimiento general de la empresa.

Cuando los trabajadores poseen conocimientos técnicos adecuados, experiencia en sus funciones y una formación alineada con los objetivos de calidad de la organización, se incrementa la probabilidad de lograr productos consistentes y conformes a las especificaciones.

Capacitación

La capacitación se entiende como un proceso sistemático y planificado orientado a desarrollar las competencias, habilidades y conocimientos del personal, con el fin de mejorar su desempeño. Este proceso permite al trabajador adaptarse a los cambios tecnológicos, normativos y organizacionales, incrementando su productividad y contribuyendo a la eficacia del sistema. En el contexto industrial, la capacitación continua garantiza que el personal ejecute las actividades conforme a los procedimientos estandarizados, fortaleciendo así la cultura de calidad y la mejora continua en la organización (LFT, 2025).

Según la ley federal del trabajo mexicano (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2025), en el Articulo 153-A establece que la capacitación es un derecho del trabajador. De esta manera, para que las empresas se adapten a los cambios que han ocurrido en la economía global, necesitan saber las leyes que regulan la capacitación.

La capacitación y la preparación deberán tener como objetivo actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades del trabajador en su actividad; así como proporcionarle información sobre la utilización de nueva tecnología y prevenir riesgos, adiestrar al trabajador para tener mayor productividad y en general, mejorar las capacidades del trabajador.

Además, puntualiza que debe impartirse dentro de la jornada laboral; en caso de programarse fuera de este horario, el trabajador debe ser notificado con anticipación y manifestar su conformidad de manera explícita, pues de lo contrario no puede ser legalmente obligado a participar.

Matriz de habilidades

La matriz de habilidades es una herramienta de gestión utilizada para identificar, evaluar y visualizar las competencias técnicas y operativas del personal en relación con las funciones que desempeñan dentro de un proceso productivo. Su propósito es asegurar que cada trabajador posea el nivel de conocimiento y destreza requerido para las actividades asignadas, facilitando la asignación eficiente de recursos humanos, la planificación de la capacitación y la mejora continua del desempeño organizacional.

Según Ramírez y Solórzano (2023), la matriz de habilidades constituye un instrumento clave dentro de los sistemas de gestión de la calidad, ya que permite mantener la trazabilidad de las competencias del personal y detectar brechas de formación que puedan afectar la conformidad del producto o servicio.

Proceso

El concepto de proceso constituye uno de los pilares fundamentales de la ingeniería industrial y de los sistemas de gestión de la calidad. En términos generales, un

proceso se define como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman insumos en resultados que aportan valor al cliente o al sistema (ISO, 2015).

Esta definición enfatiza la idea de que cada proceso no opera de manera aislada, sino como parte de un sistema interdependiente, en el cual el resultado de una etapa se convierte en la entrada de otra, conformando así una cadena de valor continúa.

Desde una perspectiva teórica, Juran (1990) consideró al proceso como el núcleo de la calidad, afirmando que “no hay calidad sin proceso”. Según el autor, la calidad de un producto o servicio depende directamente de la estabilidad y capacidad del proceso que lo genera. En este sentido, la gestión de la calidad no consiste únicamente en inspeccionar resultados, sino en diseñar, controlar y mejorar procesos que sean predecibles, repetibles y medibles.

De manera complementaria, Deming (1989) destacó que el 94 % de los problemas de calidad provienen de los sistemas o procesos, y solo el 6 % de los errores son atribuibles al trabajador, subrayando así la necesidad de una visión sistémica más que punitiva en la gestión productiva.

De acuerdo con la American Society for Quality (ASQ, 2023), un proceso eficaz debe cumplir tres condiciones esenciales:

1. Ser predecible: Sus resultados deben ser consistentes.
2. Capaz: De cumplir con los requisitos especificados.
3. Estable: Sin variaciones significativas no controladas.

Estas condiciones se aseguran mediante la aplicación de herramientas estadísticas, auditorías internas y metodologías de control como el ciclo PHVA o el Control Estadístico del Proceso (SPC).

En el ámbito de la ingeniería industrial, los procesos se clasifican comúnmente en tres niveles: estratégicos, operativos y de apoyo. Los procesos estratégicos se relacionan con la dirección y planificación general de la empresa; los operativos transforman directamente los insumos en productos o servicios; y los

de apoyo proporcionan los recursos necesarios para el funcionamiento del sistema (Evans y Lindsay, 2020).

Esta estructura jerárquica permite visualizar la organización como un conjunto de subsistemas interdependientes, facilitando la detección de cuellos de botella, desperdicios o duplicidades, como se muestra en la Figura 1.

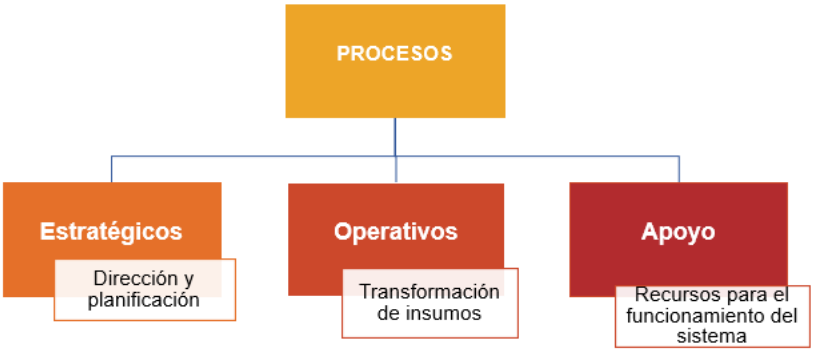


Figura 1. Clasificación de procesos.

Procedimiento

El término procedimiento constituye un componente esencial dentro de los sistemas de gestión de la calidad, ya que representa la forma establecida para llevar a cabo de manera coherente y controlada las actividades de un proceso. De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), un procedimiento se define como la manera especifíca de realizar una actividad o un proceso, lo que implica la descripción estructurada de los pasos, responsabilidades, recursos y criterios necesarios para lograr un resultado conforme a los requisitos establecidos.

Evans y Lindsay (2020) mencionan que mientras el proceso describe el qué se hace y el para qué se hace, el procedimiento define el cómo debe hacerse. Esta diferencia, aunque sutil, es fundamental, los procesos son las rutas de valor de la organización, mientras que los procedimientos son las guías que aseguran que cada paso de esa ruta se ejecute bajo condiciones controladas y repetibles

En palabras de Harrington (1991), “sin procedimientos estandarizados, el proceso se convierte en una secuencia de improvisaciones”.

De acuerdo con la American Society for Quality (ASQ, 2020), los procedimientos pueden presentarse de diferentes formas: narrativos, diagramáticos, visuales o digitales, dependiendo de la naturaleza del proceso y del nivel de detalle requerido. Lo esencial es que sean comprensibles, accesibles y actualizados, pues un documento obsoleto o ambiguo puede ser más perjudicial que la ausencia de uno.

Trazabilidad

De acuerdo con la norma ISO 9001, la trazabilidad se argumenta como; la capacidad de rastrear el historial, la aplicación o la ubicación de eso que es bajo consideración, donde la palabra “eso” se puede entender como un proceso interno o atributos de un producto.

Villasur (2021), destaca que la trazabilidad desempeña un papel fundamental en los sistemas productivos, especialmente en sectores como el metalmecánico, donde la precisión y el control son esenciales para garantizar la calidad del producto final. A su vez menciona que contar con un sistema de registro y documentación adecuado permite tener un control detallado sobre cada etapa del proceso de fabricación.

Esto incluye el conocimiento de qué procedimientos se han ejecutado, en qué condiciones y por quién, lo cual resulta crucial para la identificación de errores, desviaciones o procesos no planificados.

En el contexto específico de la producción, es común que se presenten fallos o ajustes imprevistos, como retrabajos, modificaciones o incidencias técnicas. Por ello, contar con un historial claro de cada componente, por ejemplo, una pieza fabricada, permite rastrear de manera precisa su recorrido a lo largo de la cadena de valor. Este seguimiento no solo facilita la detección oportuna de errores, sino que también permite implementar acciones correctivas informadas y prevenir la repetición de fallos similares.

Estandarización

La estandarización constituye uno de los pilares fundamentales de la ingeniería industrial moderna y de los sistemas de gestión de la calidad. Se entiende como el proceso mediante el cual se establecen, documentan y aplican las mejores prácticas operativas con el propósito de garantizar la uniformidad, la eficiencia y la reproducibilidad de los resultados (ISO, 2015). Desde una perspectiva integral, la estandarización no representa rigidez ni burocracia, sino la creación de una base común que permite controlar la variabilidad y asegurar que todos los miembros de la organización trabajen bajo los mismos criterios técnicos y metodológicos.

En este sentido, la estandarización puede definirse como el conjunto de especificaciones, instrucciones y procedimientos uniformes que buscan asegurar la coherencia, la calidad y la eficiencia en productos, servicios o procesos (Medyński, 2023).

Su propósito principal es unificar los criterios de ejecución para que las tareas se realicen de manera consistente, reduciendo la variación innecesaria y eliminando desperdicios en las operaciones. Pawlak et al., (2023) complementan esta visión al afirmar que la estandarización permite que los operarios ejecuten sus actividades en la misma secuencia, tiempo y condiciones, generando estabilidad productiva y facilitando la mejora continua.

Control de calidad

El control de calidad constituye un componente esencial dentro de los sistemas de gestión industrial, cuyo propósito es garantizar que los productos o servicios cumplan consistentemente con los requisitos establecidos, tanto por la organización como por el cliente. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), el control de calidad es el conjunto de actividades operativas y técnicas implementadas para satisfacer los requisitos de calidad. No se trata únicamente de una etapa final del proceso productivo, sino de un enfoque sistemático que abarca la inspección, medición y verificación en cada fase del proceso.

En la literatura clásica, Juran (1998) y Deming (1989) coinciden en que el control de calidad debe ser entendido como una función estratégica y no solo

operativa. Juran planteó que la calidad no se logra por accidente, sino mediante la planificación, el control y la mejora continua, estableciendo así su conocida Trilogía de la Calidad (planificación, control y mejora). De forma complementaria, Deming argumentó que el control debe enfocarse en la prevención más que en la detección, promoviendo una cultura organizacional basada en el ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA), que permite la retroalimentación constante de los procesos y la eliminación progresiva de errores.

En síntesis, Ahrens et al., (2024) definen el control de calidad como un proceso técnico, analítico y estratégico que busca mantener la conformidad del producto mediante la medición, comparación y ajuste sistemático de los procesos productivos. Su correcta aplicación garantiza la satisfacción del cliente, la reducción de costos por reproceso, la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la cultura de la calidad dentro de la organización.

Aseguramiento de Calidad

Según lo establecido por la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), el aseguramiento de la calidad comprende el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de gestión para proporcionar la confianza de que los productos y servicios satisfacen los requisitos de calidad establecidos.

Cabe agregar que el aseguramiento de la calidad adopta un enfoque preventivo y sistémico, orientado a evitar la aparición de defectos mediante la planificación, la documentación, la capacitación del personal y la evaluación continua de los procesos (Juran, 1998).

El aseguramiento de la calidad se apoya en principios científicos y metodológicos que sustentan la estabilidad de los procesos y la satisfacción del cliente. Según Evans y Lindsay (2020), este enfoque constituye la columna vertebral de los sistemas modernos de gestión, pues permite establecer un ciclo continuo de planeación, control y mejora. Dicho ciclo garantiza que la calidad sea gestionada de forma integral, desde el diseño del producto hasta su entrega, asegurando la trazabilidad de la información y la coherencia en la toma de decisiones.

Inspección de calidad

La inspección de calidad constituye una actividad esencial dentro de los sistemas de gestión industrial, cuyo propósito es verificar que los productos, servicios o procesos cumplan con los requisitos y especificaciones previamente establecidos.

De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), la inspección es el proceso mediante el cual se observa, mide o ensaya una o más características de un producto o servicio, comparando los resultados con los criterios de aceptación definidos para determinar su conformidad. En este sentido, su objetivo primordial es detectar y corregir errores o desviaciones antes de que el producto llegue al cliente, garantizando la satisfacción del usuario y la confiabilidad del proceso productivo.

Tipos de inspección

1. **Inspección Pre-Producción (PPI).**

Se realiza antes de iniciar la producción formal o una vez ejecutado un pequeño porcentaje (≈20%) de la misma. Su objetivo es verificar que las materias primas, componentes, maquinaria y planificación cumplan con las especificaciones, evitando errores desde el inicio del proceso.

2. **Inspección de primera pieza**

También denominado FAI (first article inspection), consiste en revisar la primera pieza o lote inicial para confirmar que coincide con los dibujos de ingeniería y los requisitos técnicos antes de la producción masiva.

3. **Inspección durante la producción (DPI)**

Se realiza cuando aproximadamente el 20% y 60% de la producción/lote esta completado, esto con la finalidad de identificar desviaciones tempranas y aplicar acciones correctivas antes de comprometer todo el lote.

4. Inspección Pre-Embarque (PSI)

Ocurre cuando al menos el 80% del producto está listo para su entrega, se toman muestras al azar para verificar conformidad, funcionalidad, embalaje, cantidades y documentación.

5. Supervisión de carga (LS)

Ese tipo de inspecciones permiten asegurar que los productos sean cargados y descargados de manera correcta, siguiendo los procedimientos establecidos. Durante la operación, los inspectores supervisan cada etapa del proceso de carga para verificar que el manejo del producto se realice de forma adecuada, minimizando riesgos de daño y garantizando su llegada en óptimas condiciones al destino final.

Asimismo, estas inspecciones contribuyen a prevenir incidentes derivados de un manejo inadecuado por parte del personal de carga y a evitar que posibles daños al producto sean atribuidos de manera errónea al área de control de calidad (ver Figura 2).

Figura 2. Tipos de inspección en el proceso productivo.

No conformidad

De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), una no conformidad se define como cualquier incumplimiento de un requisito, ya sea técnico, normativo o del cliente. Puede manifestarse en forma de defectos físicos, errores funcionales, omisiones en la documentación o incumplimiento de tolerancias críticas.

La identificación de estas no conformidades durante el control de calidad permite tomar decisiones clave, como la aceptación, el reproceso o el rechazo del producto, y activar mecanismos correctivos para evitar su repetición.

Diagrama causa-efecto

El diagrama causa–efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o espina de pescado, es una herramienta fundamental dentro del control y la mejora de la calidad, utilizada para identificar, organizar y representar de manera visual las posibles causas que originan un problema o una no conformidad en un proceso.

Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943, con el propósito de promover el análisis estructurado de causas y fomentar la participación de los equipos en la resolución de problemas (Ishikawa, 1985).

Figura 3. Ejemplo del Diagrama de Ishikawa (Ramírez, 2024).

De acuerdo con la American Society for Quality (ASQ, 2023), este diagrama constituye un instrumento de análisis cualitativo que facilita la comprensión de la relación entre los efectos observados (problemas o desviaciones) y las posibles causas que los generan. Su estructura gráfica en forma de espina de pescado permite clasificar las causas en categorías que, tradicionalmente, corresponden a las denominadas “6M”: Man (personal), Machine (máquinas), Method (métodos), Material (materiales), Measurement (medición) y Milieu (entorno). Esta clasificación facilita un análisis sistemático y fomenta la búsqueda de soluciones en función de los distintos elementos del sistema productivo (Ver Figura 4).

Figura 4. Las 6M de manufactura

Método 5 Porqués

El método de los 5 porqués es una herramienta de análisis de causa raíz desarrollada por Sakichi Toyoda y adoptada por el sistema de producción de Toyota en la década de 1950, como parte esencial de la filosofía Kaizen y del enfoque de mejora continua. Su propósito principal es identificar las causas fundamentales de un problema mediante una secuencia iterativa de preguntas habitualmente cinco, que profundizan progresivamente en las razones por las cuales ocurre una desviación o no conformidad.

De acuerdo con Liker (2004), el método se basa en el principio de que los síntomas visibles son solo manifestaciones superficiales de problemas más profundos, y que la verdadera causa raíz rara vez es evidente al primer análisis. Así, la técnica consiste en cuestionar de manera sistemática cada respuesta obtenida con un nuevo "¿por qué?", hasta llegar a la fuente primaria del problema. Este enfoque fomenta el pensamiento crítico y la comprensión sistémica de los procesos, evitando soluciones superficiales que solo corrigen los efectos y no las causas.

Según Gutiérrez y De la Vara (2020), esta técnica es especialmente útil en entornos industriales porque no requiere herramientas estadísticas complejas, sino que se fundamenta en el conocimiento operativo del personal involucrado en el proceso, promoviendo así la participación y el aprendizaje organizacional.

De forma complementaria La American Society for Quality (ASQ, 2023) señala que el método es particularmente eficaz cuando se combina con herramientas complementarias, como el diagrama causa–efecto, el análisis de Pareto o los informes 8D, ya que permite estructurar la información obtenida y establecer prioridades de acción. De este modo, el 5 Whys se convierte en una herramienta integradora que une la observación empírica con la resolución lógica de problemas.

Metodología 8D´s

La metodología de las ocho disciplinas (8D) es una herramienta estructurada para la resolución de problemas que tiene como objetivo identificar, corregir y eliminar las causas raíz de las no conformidades dentro de los procesos productivos. Fue desarrollada originalmente por la compañía Ford Motor Company en la década de 1980, como una técnica formal de ingeniería de calidad orientada a la mejora continua y a la prevención de la recurrencia de defectos (Lestyánszka et al., 2023).

De acuerdo con Montgomery (2020), la metodología 8D representa una extensión del pensamiento sistemático en la gestión de la calidad, ya que permite abordar los problemas complejos desde un enfoque interdisciplinario. Su aplicación requiere la participación activa de equipos multifuncionales que analicen la naturaleza del problema, establezcan soluciones inmediatas y definan acciones

correctivas que ataquen la raíz de la desviación. Este enfoque colaborativo promueve la transparencia, la comunicación efectiva y la responsabilidad compartida en la toma de decisiones.

La Society of Automotive Engineers (SAE, 2019) describe las ocho disciplinas de la metodología como un proceso secuencial, cada una de las “D” que conforman esta metodología representa un paso especifico dentro del proceso, orientado a acercarse de manera progresiva a la resolución del problema identificado. En este sentido, la estructura metodológica se organiza de la siguiente forma (Ver Figura 5):

- **D1. Formación del equipo de trabajo:** Formar un equipo multidisciplinario involucrando personal de las áreas que intervienen en el problema.
- **D2. Definición del problema:** Describir de manera clara y precisa la situación a resolver considerando datos objetivos y medibles.
- **D3. Implementación de acciones de contención:** Establecer medidas inmediatas que permitan controlar temporalmente los efectos del problema mientras se identifica la causa raíz.
- **D4. Análisis de causa raíz:** Investigar a profundidad para determinar los factores que originaron el problema, utilizando herramientas de calidad y análisis de datos. En esta fase es posible apoyarse de herramientas como la lluvia de ideas o el 5 porqué.
- **D5. Desarrollo de acciones correctivas:** Diseñar soluciones permanentes que eliminen de forma definitiva la causa raíz
- **D6. Implementación de acciones correctivas:** Ejecutar las acciones planteadas, verificando su aplicación en el proceso afectado.
- **D7. Prevención recurrencia:** Establecer controles, estandarización y mejoras en los procedimientos para evitar que el problema vuelva a presentarse.
- **D8. Reconocimiento del equipo:** Valorar y documentar el esfuerzo realizado por el equipo de trabajo, asegurando la retroalimentación y el aprendizaje organizacional.

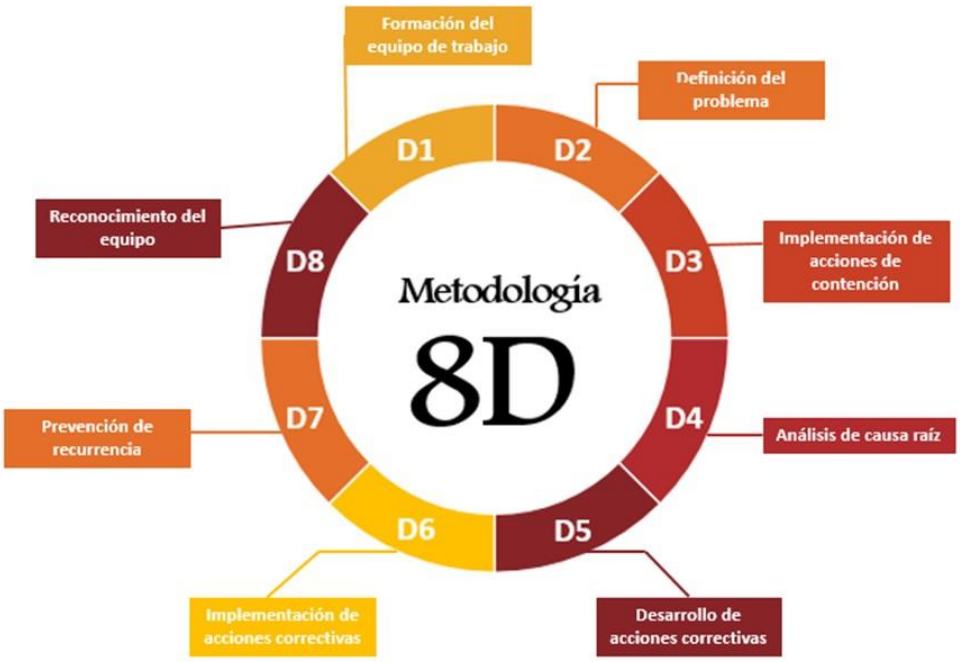


Figura 5. Metodología 8D´s

Metodología 5S

La metodología 5S se consolida como una herramienta esencial dentro de los sistemas de gestión de la calidad, al proporcionar un marco estructurado que fomenta la disciplina, la eficiencia y la estandarización de los procesos productivos (Muotka, 2023).

El término 5S proviene de las iniciales de cinco palabras japonesas: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplinar). Según Osada (1991) y Sugiura (2020), cada etapa está orientada a eliminar desperdicios, optimizar recursos y promover la participación activa del personal en la mejora continua. Más allá de ser un método de orden y limpieza, la 5S representa una filosofía de gestión que integra los aspectos humanos, técnicos y organizacionales del trabajo, constituyendo la base cultural para la implementación de enfoques Lean Manufacturing (Rani y Singh, 2022).

De acuerdo con la International Organization for Standardization (ISO, 2015), la correcta aplicación de la 5S contribuye al cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma ISO 9001:2015, especialmente en las cláusulas 7.1.4 y

8.5.1, que se refieren al ambiente adecuado para la operación de los procesos y al control de la producción. Esto demuestra que la metodología no se limita a aspectos visuales o de limpieza, sino que constituye un elemento técnico del aseguramiento de la calidad, al permitir mantener condiciones controladas que garanticen la conformidad del producto.

Diversas investigaciones respaldan su impacto positivo en el sector manufacturero. Vera (2019) documentó, en el "Plan de implementación de la metodología 5S en el Taller Industrial Vera", que más del 77 % del personal había enfrentado extravíos de materiales y desorden en el área de trabajo antes de aplicar la metodología. Tras su implementación, se observaron mejoras significativas en la organización, reducción de desperdicios y mayor eficiencia operativa. De manera similar, Allauca y Mosquera (2022) evidenciaron que la incorporación de 5S en pymes metalmecánicas ecuatorianas mejoró la calidad del servicio, redujo costos fijos y fortaleció la seguridad laboral.

La sostenibilidad del sistema depende, sin embargo, de la participación activa del personal operativo. Como sostienen Gapp et al., (2008), los resultados a largo plazo de la 5S solo pueden mantenerse si se logra un cambio de hábitos y una comprensión integral del propósito del método, lo que exige liderazgo, comunicación efectiva y mecanismos motivacionales que consoliden la disciplina organizacional. En este sentido, la 5S no debe entenderse como una acción puntual, sino como un proceso dinámico que refuerza la relación entre los cinco elementos clave del sistema de calidad: personas, procesos, procedimientos, productos e instalaciones, asegurando que todos operen de manera coherente y alineada con los objetivos de la organización.

Figura 6. Metodología 5S.

Principios de la Metodología

Seiri-Clasificar

Consiste en identificar, separar y eliminar de los puestos de trabajo todos aquellos materiales, herramientas, documentos o equipos que no son necesarios para la operación. Su propósito es mantener únicamente los recursos imprescindibles para la ejecución eficiente del proceso productivo.

a) Lista de los elementos innecesarios

Resulta fundamental diseñar una lista de elementos innecesarios durante la fase de preparación. Este registro debe contemplar información clave como el tipo de material o herramienta detectada, su ubicación dentro del área de trabajo, la cantidad encontrada, la posible causa de su presencia y la acción sugerida para su disposición. Durante la campaña de ordenamiento, dicha lista es actualizada y complementada por los operarios, supervisores o responsables del área con el fin de garantizar que solo permanezcan los recursos realmente útiles en la operación. En esta primera fase de la metodología será necesario un trabajo a fondo para cumplir con el propósito de solo dejar lo que sirve en el área.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que representa el procedimiento de clasificación de objetos dentro del área de trabajo, con el fin de distinguir entre los elementos necesarios y aquellos que deben ser retirados para optimizar el entorno laboral (Zen Empresarial, 2019).

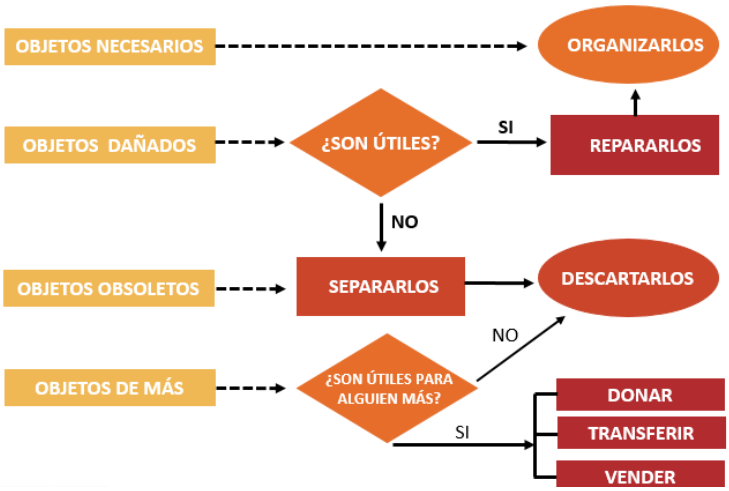


Figura 7. Diagrama de flujo principio Seiri

Seiton-Ordenar

Se refiere a la disposición sistemática y visualmente clara de los elementos necesarios en el área de trabajo, garantizando que cada recurso tenga una ubicación fija, accesible y definida. Su objetivo es reducir tiempos de búsqueda, movimientos innecesarios y errores en la operación.

Vargas (2004) señala que para aplicar Seiton es necesario considerar tres criterios fundamentales al momento de organizar y asignar un lugar a cada elemento. En este sentido, las cosas útiles deben ordenarse con base a:

- Seguridad: Los elementos deben colocarse de manera que no se caigan, no se desplacen fácilmente y no representen un obstáculo.
- Calidad: Se busca evitar que los materiales se dañen, se golpeen, se mezclen entre sí o sufran alguna clase de deterioro.
- Eficacia: La disposición debe minimizar el tiempo perdido en la localización y uso de cada recurso, elaborando procedimientos que permitan mantener el orden.

La implementación de esta práctica busca optimizar la identificación y señalización de los controles presentes en equipos, instrumentos, expedientes, sistemas y en los elementos críticos utilizados para el mantenimiento, con el fin de asegurar su adecuada conservación. Asimismo, contribuye a una localización más ágil de materiales, herramientas y documentos, lo que no solo fortalece la eficiencia operativa, sino que también proyecta una imagen positiva del área frente al cliente, al transmitir la percepción de que los procesos se ejecutan de manera correcta. De igual forma favorece el control de inventarios de repuestos y materiales, así como la coordinación efectiva en la ejecución de las labores.

Vargas (2004) menciona que una vez que se tienen seleccionados los objetos necesarios se pueden ubicar con respecto a la frecuencia de uso a partir del siguiente esquema, propuesto en su trabajo de investigación denominado Manual de implementación de las 5s.

Figura 8. Ubicación de objetos según la frecuencia de uso.

Seiso-Limpiar

Implica la limpieza periódica y sistemática de las áreas de trabajo, equipos, herramientas y entornos productivos. Mas allá del aspecto estético, se busca detectar anomalías, prevenir fallas y mantener condiciones óptimas que garanticen la calidad del producto y la seguridad del operario.

Su aplicación no se limita únicamente a la remoción de suciedad, sino que implica la inspección constante de los espacios productivos para detectar fallas, fugas, desgastes o anomalías que puedan afectar la calidad del producto final. A través de esta práctica se promueve un entorno de trabajo seguro y ordenado, lo que reduce riesgos de accidentes y previene daños en los equipos. Además, fomenta la disciplina operativa y contribuye a que los procesos se ejecuten con mayor confiabilidad.

Para lograr que esta fase sea implementada de forma óptima se recomienda definir responsables y frecuencias de limpieza, asignar áreas específicas a cada trabajador y utilizar herramientas visuales que faciliten la verificación de que las condiciones de orden y limpieza se mantienen de manera constante. Es importante recordar que la limpieza también tiene un enfoque preventivo, de modo que cada

actividad permita identificar fugas, desgaste de piezas, acumulación de residuos metálicos o desajustes en los equipos de maquinado.

Entre los principales beneficios derivados de esta práctica se encuentran la reducción de tiempos improductivos asociados a fallas o pasos inesperados, la disminución de accidentes laborales, la prolongación de la vida útil de la maquinaria, mejora en la calidad del producto final, así como la confiabilidad del cliente, ya que los procesos se desarrollarán en entornos controlados.

Seiketsu- Estandarizar

Es la creación, documentación y aplicación de normas, procedimientos y controles que garanticen la uniformidad en la implementación de las primeras tres “s”. Su objetivo es establecer un estándar común que facilite la repetibilidad, la sostenibilidad y la mejora continua en los procesos.

El orden es la esencia de la estandarización por ello, un área de trabajo debe encontrarse completamente organizada antes de implementar cualquier procedimiento de estandarización. Por lo tanto, se promoverán procesos que garanticen la conservación de los avances logrados, el área de trabajo corre el riesgo de volver a acumular elementos innecesarios y de perder el nivel de limpieza alcanzado previamente. La experiencia demuestra que los estándares impuestos de manera unilateral tienden a cumplirse de forma deficiente, en contraste con aquellos que se construyen a partir de un proceso de formación y concientización. Desde hace décadas, muchas organizaciones han recurrido a principios como” dejar el sitio de trabajo limpio tal y como se encontró”, sin embargo, este tipo de frases carecen de efectividad cuando no van acompañadas de una capacitación adecuada en la estandarización y de los medios necesarios para llevarlas a la práctica, lo que dificulta generar un compromiso real con su cumplimiento (Vargas, 2004).

Shitsuke-Disciplina

Consiste en fomentar la autodisciplina, el compromiso y la responsabilidad de los trabajadores para cumplir de manera constante con las normas establecidas en el

sistema de 5S. Se orienta a la creación de una cultura organizacional enfocada en la calidad, la seguridad y la mejora continua.

Esta fase está destinada a mantener los resultados alcanzados mediante la aplicación de las 3 primeras S, se enfoca en asegurar la continuidad de las prácticas implementadas, fomentando la creación de hábitos sostenibles. La disciplina que caracteriza a esta fase, tiene la función principal de consolidar el hábito de cumplir y aplicar correctamente los procedimientos, estándares y controles que se han definido en las fases pasadas.

En el marco de la implementación de las 5S, su importancia es fundamental, pues sin la disciplina los resultados obtenidos de las fases previas tienden a deteriorarse rápidamente, afectando la eficiencia, la organización, y desde luego la calidad de los procesos productivos (Vargas, 2004).

Los autores Ramírez e Hinojoza (2024) mencionan que la disciplina es un factor imprescindible para que esta metodología realmente funcione, sin ella la implantación de Seiri, Seiton, Seiso y Seiketsu sufriría deterioro hasta llegar a perder todo lo previamente trabajado. La disciplina no pude medirse a diferencia de las S's que se explicaron anteriormente. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia.

Kotter (2002) considera que en el proceso del cambio se requiere de mucha tolerancia, ya que éste implica muchos sacrificios a largo plazo por parte de todos los involucrados en la empresa. Sin embargo, es posible con la participación de todos

Capítulo III. Metodología y descripción de las actividades realizadas

3.1 Selección de la metodología

El presente capítulo describe la metodología empleada y la propuesta de intervención diseñada para abordar la problemática detectada en la cadena de producción de la empresa objeto de estudio. Como se expuso en los capítulos anteriores, la organización presenta deficiencias derivadas de la falta de estandarización en sus procesos, lo que genera variabilidad en la calidad de los productos, disminuye la confiabilidad operativa y repercute directamente en la satisfacción y confianza de los clientes.

Ante esta situación, se plantea la necesidad de establecer un marco metodológico sólido que permita analizar las causas raíz de las inconsistencias y, a partir de ello, formular un plan de acción orientado a la mejora continua. La metodología propuesta, integra herramientas de gestión de la calidad y enfoques de mejora sistemática, con el propósito de fortalecer la eficiencia productiva, optimizar los recursos disponibles y consolidar una cultura organizacional enfocada en la calidad total.

Este capítulo, por tanto, no solo define la ruta metodológica para el desarrollo de la investigación, sino que también constituye la base operativa que permitirá validar las hipótesis y comprobar la viabilidad del modelo de mejora planteado.

Tipo de proyecto

La metodología adoptada en este proyecto se fundamenta en un enfoque de investigación aplicada, cuyo propósito no radica exclusivamente en la generación de conocimiento teórico, sino en la utilización de herramientas, metodologías y principios de gestión de la calidad para resolver una problemática concreta dentro de un entorno productivo real. Este tipo de investigación se caracteriza por vincular de manera directa la teoría con la práctica, orientando sus esfuerzos hacia la solución de problemas específicos y la propuesta de estrategias viables que

generen resultados tangibles en la organización (Hernández et al., 2022). Bajo esta perspectiva, el proyecto no se limitará a describir dichas dificultades, sino que plantea acciones concretas, tales como el diseño de una matriz de habilidades, el desarrollo de formatos de análisis de no conformidades, la creación de registros para piezas dañadas, la optimización de los controles en proceso y la implementación de la metodología 5S.

Todas estas propuestas de intervención transformaran el contexto observado, generando un impacto positivo en la productividad, en la estandarización de los procesos y en la cultura organizacional. La investigación aplicada, resulta ser el enfoque idóneo para este trabajo, porque permite articular los fundamentos teóricos de autores como Juran e Ishikawa con la realidad operativa de la empresa, además generará conocimiento transferible a otros entornos industriales con problemáticas similares.

Alcance del proyecto

Las investigaciones explicativas se caracterizan por centrarse en la determinación de las causas que originan un conjunto de fenómenos, analizando las relaciones de causalidad que se establecen entre ellos y las consecuencias que derivan de dichas interacciones. Su propósito principal es comprender el “porqué” de los hechos y, a partir de ese conocimiento, generar propuestas de intervención que contribuyan a la mejora de la realidad observada (Dovetail Research Methods, 2023).

En este sentido, el presente proyecto se clasifica como una investigación de tipo explicativa, ya que no se limita a describir los fenómenos identificados en la empresa objeto de estudio, sino que busca identificar, analizar y comprender las causas que originan las deficiencias en la gestión de la calidad, la estandarización de procesos y la capacitación del personal. A través del diagnóstico situacional, la observación directa y la revisión documental, se establecen vínculos causales entre las prácticas actuales de la organización y los resultados obtenidos en términos de variabilidad del producto, reprocesos y falta de trazabilidad.

Este enfoque permite trascender el nivel descriptivo para profundizar en el análisis de los factores estructurales, humanos y metodológicos que influyen en el desempeño del sistema productivo. Comprender estas causas posibilita diseñar estrategias integrales de aseguramiento de la calidad, basadas en metodologías de mejora continua como 5S, Poka-Yoke, análisis de causa raíz e ISO 9001:2015, orientadas a eliminar los errores desde su origen y a garantizar la coherencia entre los procesos, procedimientos y resultados.

La naturaleza explicativa de este estudio radica en su propósito de esclarecer las causas que generan las desviaciones en el proceso productivo y de fundamentar, a partir de ese entendimiento, acciones correctivas sostenibles que fortalezcan la repetibilidad, la trazabilidad y la confiabilidad de los procesos. De esta forma, la investigación aplicada contribuye no solo a la solución de una problemática particular, sino también al desarrollo de conocimiento transferible a otras organizaciones del sector metalmecánico, consolidando la mejora continua como un principio operativo y estratégico.

Enfoque del proyecto

De acuerdo con Hernández (2022), el enfoque cualitativo se caracteriza por interpretar fenómenos en su contexto natural y obtener información profunda, detallada y significativa, la cual difícilmente podría alcanzarse mediante procedimientos rígidos o estructurados ya que su esencia radica en la flexibilidad, la interpretación y la comprensión integral de la realidad estudiada.

El estudio se abordará con un enfoque cualitativo porque busca comprender a profundidad los fenómenos que ocurren dentro del entorno productivo de la empresa objeto de estudio, más allá de su medición numérica. Este enfoque resulta adecuado debido a que el diagnóstico, el análisis y el desarrollo de la propuesta se basan principalmente en la observación directa, la interacción con el personal operativo y la interpretación de las dinámicas internas que influyen en el desempeño y la calidad.

El propósito de este estudio no es únicamente cuantificar deficiencias, sino entender las causas subyacentes de los problemas identificados, a través de

técnicas que arrojaron datos significativos con los que fue posible identificar patrones de comportamiento, hábitos laborales y factores humanos que inciden directamente en la eficiencia y la calidad de los productos.

De esta manera, la investigación se orienta a interpretar la realidad organizacional desde una perspectiva integral y contextual, analizando cómo las prácticas, rutinas y la cultura de trabajo afectan en los resultados del proceso productivo. El enfoque cualitativo permitió profundizar en la comprensión de los procesos y su interacción con el factor humano, ofreciendo una base sólida para proponer mejoras aplicables y sostenibles dentro de la empresa.

Asimismo, este tipo de enfoque favoreció la reflexión crítica sobre las condiciones actuales y las posibles soluciones, priorizando la interpretación del entorno y la experiencia directa sobre la recolección de datos. En este sentido, el carácter cualitativo de este proyecto posibilita una visión más amplia y comprensiva del problema, orientada hacia la generación de propuestas prácticas que promueven la mejora continua, el aprendizaje organizacional y la eficiencia operativa.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández y Duana (2020), señalan que un instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones para la medición. Los datos son conceptos que expresan una abstracción del mundo real, de lo sensorial, susceptible de ser percibido por los sentidos de manera directa o indirecta, donde todo lo empírico es medible. Por lo que las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación.

Para el desarrollo de la presente investigación, se seleccionaron técnicas de recolección de datos que permitirán obtener información precisa y confiable sobre los procesos productivos y la calidad en los productos en la empresa objeto de estudio.

Observación directa estructurada

- Propósito: Identificar las prácticas reales en el área productiva y contrastarlas con los procedimientos establecidos o con los estándares de la ISO 9001:2015.
- Aplicación:
    - Observación de las operaciones de maquinado, inspección y manejo de materiales
    - Registro de desviaciones, errores frecuentes, tiempos improductivos, condiciones de orden y limpieza
- Instrumento:
    - Bitácora o diario de campo con evidencias fotográficas y notas analíticas
    - Formato de observación con criterios definidos (ej. cumplimento de instrucciones, uso de herramientas, etc.)
- Justificación: Permite documentar hechos concretos y conductas laborales en su contexto natural (Creswell y Poth, 2018).

Cuestionario sobre la percepción en el área productiva

- Propósito: Comprender las percepciones, hábitos y problemáticas del personal operativo y de supervisión, con respecto a la calidad, capacitación y comunicación interna.
- Participantes:
    - Operadores
    - Inspectores
- Instrumento:

  Cuestionario con preguntas abiertas y de opción múltiple sobre temas como
    - Capacitación.
    - Documentación.
    - Gestión de no conformidades.
    - Causa de errores.
    - Percepción de liderazgo.

    - Cultura de calidad.
- Justificación: Las entrevistas permiten obtener información profunda y contextual sobre factores humanos y organizacionales que inciden en la calidad.

Análisis documental

- Propósito: Revisar la documentación existente y contrastar su nivel de cumplimiento con respecto a los lineamientos de SGC y la ISO 9001:2015.
- Fuentes:
    - Registros de auditorías internas y externas con el propósito de identificar las oportunidades de mejora señaladas previamente.
    - Formatos de inspección
    - Registros de calidad
- Justificación: Permite evaluar la coherencia del sistema y detectar vacíos con respecto a la ISO 9001:2015

Registro fotográfico

- Propósito: Documentar visualmente las condiciones del área productiva, organización del espacio, disposición de herramientas y el entorno general del trabajo.
- Justificación: Complementa la observación con evidencia visual para sustentar el diagnóstico y las propuestas de mejora.

Variables de investigación

Dado que este proyecto de tesis es de carácter aplicado y no experimental, las variables se definen con fines conceptuales y de delimitación analítica, permitiendo estructurar la intervención y comprender la relación entre los elementos del sistema productivo.

Variable independiente: Diseño e implementación de una estrategia integral de aseguramiento de la calidad, compuesta por herramientas de control, estandarización documental, matriz de habilidades, gestión de no conformidades y fortalecimiento de prácticas organizacionales.

Variable dependiente: Desempeño del sistema productivo, reflejado en la recurrencia de productos no conformes, nivel de trazabilidad, estabilidad operativa y control de procesos.

Variables intervinientes: Nivel de capacitación del personal, grado de estandarización documental, cultura organizacional y condiciones del entorno de trabajo.

Procedimiento para el análisis de datos

Para estructurar el análisis de la información recopilada y garantizar un tratamiento sistemático de los hallazgos, se adoptó una metodología derivada del enfoque Six Sigma. Esta metodología resulta idónea para el estudio, ya que permite abordar los problemas de calidad desde una perspectiva integral, asegurando la identificación de causas raíz, la implementación de soluciones efectivas y el establecimiento de mecanismos de control que aseguren la sostenibilidad de las mejoras.

El ciclo DMAIC se aplicó de manera secuencial, vinculando cada fase con los objetivos específicos de la investigación, del siguiente modo:

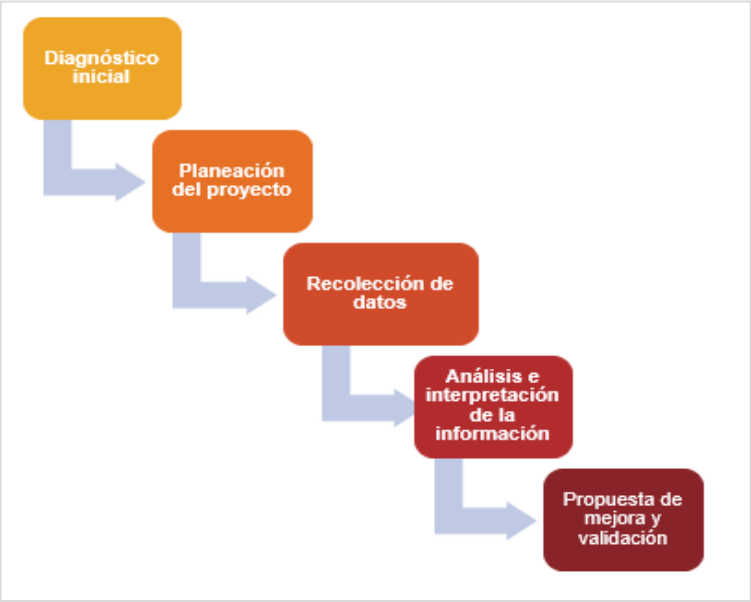


Figura 9. Procedimiento para el análisis de datos.

Fase 1. Diagnóstico inicial

Durante esta etapa se buscó determinar las causas raíz de las no conformidades y variaciones detectadas. Para ello se emplearon herramientas clásicas de calidad como el diagrama de Ishikawa (causa-efecto), el análisis de Pareto y la triangulación de la información obtenida por distintas técnicas (observación, entrevistas y revisión conceptual).

Fase 2. Planeación del proyecto

El propósito de esta fase es establecer el alcance del estudio y los objetivos de mejora, alineándolos con los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, en lo referente a la planificación de la calidad, el control de los procesos y las competencias del personal (ISO, 2015).

A ello se suma una percepción limitada del concepto de calidad dentro de la organización, donde esta se interpreta principalmente como el cumplimiento de especificaciones técnicas exigidas por el cliente. Esta visión reduccionista restringe la comprensión del verdadero sentido de la calidad, que no se limita a la conformidad del producto, sino que implica la integración armónica de todos los

factores del sistema productivo, para garantizar resultados coherentes, sostenibles y de mejora continua.

Fase 3. Recolección de datos

El objetivo de esta fase es recolectar información cualitativa que permitirá evaluar la magnitud de los problemas detectados. Se aplicaron formatos de observación estructurados, listas de verificación adaptadas al proyecto y entrevistas semiestructuradas para documentar la frecuencia de defectos, los tipos de desviaciones y las condiciones reales del entorno de trabajo.

La medición incluyó indicadores técnicos como aspectos humanos, tales como el nivel de capacitación, la experiencia del personal y la adherencia a los procedimientos. Estos datos fueron consolidados en registros de control y sirvieron de base para los análisis posteriores, garantizando la trazabilidad de la información recopilada.

Fase 4. Análisis e interpretación de la información

Transformación de los datos recolectados en conocimiento útil para la toma de decisiones. En esta fase se examinará de manera sistemática la información recolectada para identificar causas raíz, relaciones entre variables y factores críticos que inciden en la generación de no conformidades dentro del proceso productivo.

Fase 5. Propuesta de mejora y validación

Las propuestas de mejora están diseñadas en congruencia con los principios de mejora continua establecidos en el apartado 10.3 de la Norma ISO 9001:2015 y orientadas a consolidar un sistema productivo más coherente, predecible y eficiente.

Finalmente, se establecieron los mecanismos para mantener y monitorear los resultados obtenidos. Se propuso la implementación de indicadores de desempeño de calidad (KPI) que evalúen la evolución de los procesos a través del tiempo. Estos indicadores permitirán dar seguimiento a las mejoras implementadas, detectar desviaciones tempranas y mantener la consistencia del sistema de gestión.

3.2 Propuesta del procedimiento metodológico para el aseguramiento de la calidad en producción en una empresa metalmecánica

La aparición continua de no conformidades dentro de un proceso productivo exige la aplicación de un enfoque metodológico estructurado que permita identificar de manera objetiva las causas que las originan. A primera vista, este tipo de desviaciones suele atribuirse únicamente al incumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas por el cliente; sin embargo, dicha apreciación representa solo el punto de partida del problema y no explica en su totalidad por qué estas situaciones se presentan de forma recurrente.

En respuesta a la brecha informativa identificada en el planteamiento del problema, la presente investigación propone un procedimiento metodológico de intervención estructurado en cinco fases, orientado a analizar un proceso productivo real desde una perspectiva integral. Dicho procedimiento permite considerar de manera conjunta los distintos factores técnicos y organizacionales que intervienen directamente en la generación de no conformidades, más allá del producto final.

La metodología adoptada tiene un carácter exploratorio y analítico, ya que busca profundizar de forma progresiva en la problemática, permitiendo descomponer el proceso capa por capa con el fin de comprender qué está ocurriendo realmente, identificar las causas raíz y establecer bases sólidas para la formulación de acciones de mejora sustentadas en evidencia.

Fase 1. Diagnóstico inicial y delimitación del problema

El error más común en estos casos es querer corregir antes de comprender, por esta razón es primordial:

1. **Definir el contexto del sistema a analizar**
    - Giro industrial
    - Tipo de proceso productivo
    - Nivel de estandarización existente o normativas bajo las cuales se amparan.

2. **Delimitación del proceso productivo a estudiar**

Con el fin de evitar un análisis disperso, es importante delimitar el proceso productivo crítico relacionado a las discrepancias encontradas, para ello se debe:

- Identificar el inicio y el fin del proceso.
- Reconocer las etapas clave donde se agrega valor al producto.
- Determinar las actividades con mayor impacto en la calidad.

3. **Observación directa del proceso en planta**

Una vez delimitado el proceso, se debe realizar una observación directa y sistemática en planta, con el objetivo de analizar cómo se ejecutan realmente las actividades productivas. Durante esta observación se recomienda evaluar:

- Secuencia real de las operaciones.
- Variabilidad en la ejecución de tareas.
- Uso de equipos, herramientas y materiales.
- Condiciones del entorno de trabajo.
- Analizar el grado de dominio de los operadores, la adherencia a los procedimientos establecidos y la consistencia en la ejecución de tareas durante el proceso.

4. **Identificación preliminar de no conformidades**

De forma paralela a la observación, se debe llevar a cabo una identificación preliminar de las no conformidades presentes en el proceso, si llegar aun a profundizar en sus causas. El objetivo de este paso es:

- Reconocer los tipos de no conformidades recurrentes.
- Detectar patrones generales de rechazo, retrabajo o desviación y cómo son gestionadas.
- Ubicar las etapas del proceso donde se concentran.

5. **Revisión inicial de documentación y registros**

Como parte del diagnóstico, se debe revisar la documentación relacionada con el proceso productivo, considerando:

- Existencia de procedimientos e instrucciones de trabajo.
- Uso real de los documentos en la operación diaria.
- Disponibilidad de registros que permitan la trazabilidad.

Esta revisión es clave ya que permite identificar brechas documentales y evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos en la NOM ISO 9001:2015, particularmente en materia de control de procesos y registros.

6. **Integración del diagnóstico inicial**

Finalmente, la información obtenida se integra en un diagnóstico inicial que permite identificar la presencia de los diversos factores encontrados como oportunidades de mejora. Este diagnóstico no busca señalar responsables ni proponer soluciones, sino establecer una línea base objetiva que sustente el desarrollo de las fases consecutivas del procedimiento metodológico.

Fase 2. Planeación del proyecto

- **Identificación de los factores de análisis**

Establecer los factores clave que serán evaluados durante la investigación, considerando aquellos que influyen directamente en la generación de no conformidades, tales como:

- Personal.
- Procesos y procedimientos.
- Maquinaria y equipo.
- Instalaciones y entorno de trabajo.
- Control de operaciones.

- **Selección de herramientas metodológicas**

Definir las herramientas de gestión de la calidad, análisis de procesos y de mejora continua que se utilizaran en cada etapa del proyecto, tales como:

  - Listas de verificación.
  - Diagrama de Ishikawa.
  - Registros de control y formatos de seguimiento.
  - Cuestionario.
  - Matriz de evaluación tipo semáforo.
  - Ciclo DMAIC.
  - Mapeo de proceso.

- **Definición de los objetivos específicos**

Establecer los objetivos específicos que orientarán la intervención metodológica, asegurando su alineación con la problemática encontrada durante el diagnostico, deben ser:

  - Claros
  - Medibles
  - Coherentes

Contemplando las observaciones encontradas durante la fase de diagnóstico, las mejoras deben buscar:

  - Estandarizar las operaciones críticas de la cadena de producción.
  - Diseñar herramientas que apoyaran la trazabilidad y el control de no conformidades.
  - Proponer mecanismos para fortalecer la capacitación del personal operativo.
  - Implementar acciones que promoverán un entorno seguro, ordenado y visualmente controlado.

- **Selección de instrumentos de recolección de datos**

La fase de recolección de datos constituye el eje central del proceso metodológico, ya que permite obtener evidencia objetiva y verificable sobre el comportamiento real de los procesos, las prácticas operativas y las causas que originan la variabilidad en la calidad del producto. Para garantizar que la información recopilada fuera válida, confiable y representativa, se empleó:

  - Triangulación metodológica basada en observación y revisión documental apoyada de un formato de observación estructurada, en el se registran las anomalías detectadas, descripción detallada, diagnóstico de impacto potencial y evidencia fotográfica.
  - Levantamiento de información mediante cuestionarios aplicados al personal operativo y de supervisión.

Fase 3. Recolección de datos

1. **Programación de recorridos de observación en el área productiva**

Planificar y ejecutar recorridos sistemáticos en el área objeto de estudio, con el propósito de observar el funcionamiento real del proceso productivo. Previo a esta actividad, es fundamental revisar la base documental existente, en la cual se describen los métodos y procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades. El recorrido permite contrastar lo documentado con la práctica operativa real, identificando discrepancias entre la forma en que el proceso está planeado y la manera en que se lleva a cabo en la operación cotidiana.

2. **Uso de los instrumentos de recolección de datos seleccionados.**

El uso de un formato estandarizado para el registro y la recopilación de información facilita la documentación sistemática de las anomalías o inconsistencias identificadas durante los recorridos, asegurando la integridad de los datos recabados y reduciendo el riesgo de omisiones, interpretaciones subjetivas o suposiciones no sustentadas.

- Identificación del área o proceso observado
- Descripción detallada de la información.
- Impacto potencial.
- Personas involucradas.
- Fechas
- Registros fotográficos.

Fase 4. Análisis e interpretación de la información.

Examinar de manera sistemática los datos recopilados durante las etapas previas del procedimiento metodológico, con el fin de identificar patrones, relaciones y causas raíz asociadas a la generación de no conformidades en el proceso productivo. Esta etapa permite integrar la información técnica y operativa para comprender el comportamiento real del proceso y sustentar la definición de acciones de mejora basadas en evidencia.

1. **Organización y depuración de la información**
   - Reunir la totalidad de los formatos de observación, cuestionarios aplicados y evidencia fotográfica generada durante las fases anteriores.
   - Clasificar la información por tipo de fuente.
   - Verificar la consistencia de los registros, descartando información incompleta, duplicada o sin sustento.
   - Estructurar la información en matrices o tablas que faciliten su lectura y análisis posterior.

2. **Identificación de patrones, recurrencias y puntos críticos.**
    - Analizar los registros con el fin de detectar anomalías que se repitan o que tengan interrelación constante.
    - Identificar etapas del proceso donde se concentran mayores desviaciones o fallas.
    - Reconocer comportamientos operativos recurrentes que puedan estar influyendo en la variabilidad del producto.
    - Reconocer inconsistencias derivadas del entorno productivo.

3. **Análisis de causas raíz desde un enfoque integral**
    - Evaluar cada inconsistencia considerando los distintos factores que intervienen en el proceso productivo.
    - Utilizar herramientas de análisis de causa raíz que permitan profundizar más allá del incumplimiento técnico del producto.

Fase 5. Propuesta de mejora y validación

Integrar acciones orientadas a la reducción de no conformidades y al fortalecimiento del desempeño del proceso productivo, con base en los hallazgos obtenidos durante la etapa de análisis. En esta fase, las oportunidades de mejora identificadas se traducen en propuestas concretas, cuya viabilidad y pertinencia son evaluadas para asegurar su alineación con los principios de mejora continua y gestión de la calidad.

1. **Diseño de acciones de mejora**
    - Proponer acciones orientadas a estandarizar la ejecución de las actividades críticas del proceso.
    - Definir claramente el objetivo de cada acción de mejora, así como su alcance dentro del proceso productivo.

2. **Elaboración de herramientas de apoyo y control**
    - Diseñar formatos, ayudas visuales o instrucciones de control que faciliten la correcta ejecución de sus actividades.

- Establecer criterios claros para la identificación temprana de desviaciones durante el proceso.
- Incorporar mecanismos que permitan el registro sistemático de incidencias y su seguimiento.
- Asegurar que las herramientas propuestas sean comprensibles, prácticas y adaptables a la operación diaria.
- Obtener retroalimentación del personal involucrado para asegurar la aplicabilidad de las mejoras en el entorno real de trabajo.

3. **Seguimiento y evaluación preliminar**
   - Definir indicadores básicos que permitan evaluar el efecto de las acciones de mejora sobre la reducción de no conformidades.
   - Sentar las bases para la mejora continua mediante la retroalimentación constante y la actualización de los controles implementados.

Capítulo IV. Resultados y análisis de los datos

El presente capítulo expone de manera ordenada, objetiva y verificable los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología propuesta en el capítulo anterior. Los resultados presentados se encuentran alineados con los objetivos planteados al inicio del proyecto y permiten evaluar el impacto de las acciones implementadas en el proceso productivo de la empresa objeto de estudio.

4.1 Resultados de la Fase 1: Diagnóstico inicial

Para iniciar el proyecto, se gestionó la autorización formal por parte del área de calidad y dirección general de la empresa, con el fin de realizar las actividades de diagnóstico y análisis del proceso productivo. Durante esta fase, se efectuó una revisión documental exhaustiva que incluyó los manuales de calidad, registros históricos de producción y resultados de auditorías internas y externas que pudieran aportar datos, principalmente de los últimos cinco meses.

Para efectuar un análisis integral, riguroso y metodológicamente consistente, se estableció como punto de partida que la organización objeto de estudio opera bajo los requisitos de la norma ISO 9001:2015. En consecuencia, se realizó una revisión sistemática de las cláusulas pertinentes, delimitando el alcance al área productiva, dado que el Sistema de Gestión de la Calidad contempla la totalidad de los procesos organizacionales y no todos resultan relevantes para el presente estudio.

Con base en esta referencia normativa se elaboró el diagnóstico técnico, el cual se fortaleció con la información derivada de una auditoría externa efectuada por un cliente potencial. Los resultados de dicha auditoría evidenciaron brechas significativas relacionadas con la ausencia de procesos formalmente definidos, así como con la falta de estandarización y control documentado de las actividades operativas.

La causa principal que motivó el desarrollo de este estudio fue la recurrencia de no conformidades, rechazos internos y, en casos más críticos, rechazos externos por parte de los clientes. Estos incidentes se originaban por fallas en la detección oportuna de desviaciones por parte del personal operativo y del área de calidad. Determinar la causa raíz del problema requería ir más allá del simple cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto; por ello, se optó por realizar una revisión exhaustiva de la forma en que se ejecutan los procesos productivos.

Posteriormente, se realizó una observación directa durante tres semanas, cubriendo el turno diurno de trabajo en las áreas de maquinado y control de calidad. Se registraron prácticas operativas, condiciones del entorno, métodos de inspección, uso de herramientas y flujos de información entre supervisores y operarios.

En esta etapa se delimitó con precisión la problemática central que afecta el desempeño del proceso productivo, se identificaron las deficiencias relacionadas con 5 factores principales, como se muestra en la Figura 10.

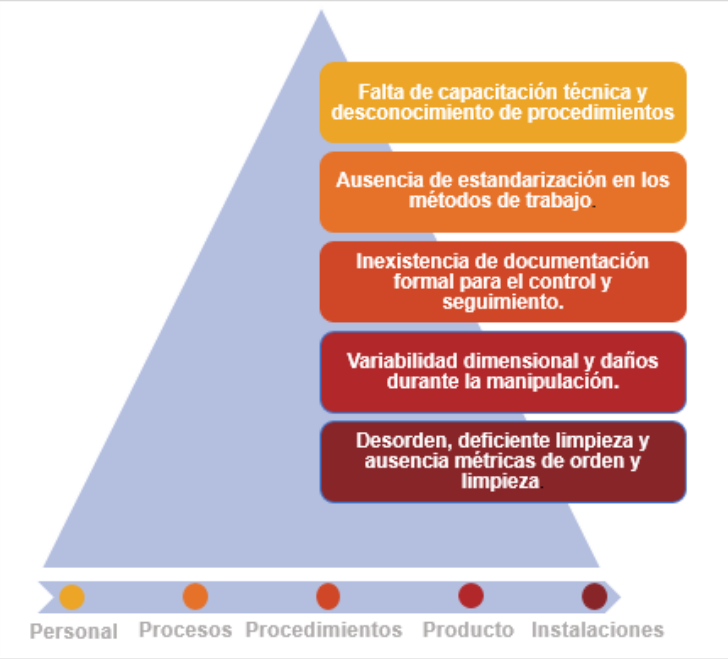


Figura 10. Factores críticos asociados a la generación de no conformidades.

Estos hallazgos evidenciaron que la problemática tenía un origen sistémico en el cual los factores estructurales, humanos y metodológicos interactúan de manera desarticulada, afectando la consistencia de los resultados productivos.

Durante las primeras observaciones en la línea de producción se identificó que los operadores carecían de procedimientos formalmente establecidos. En la práctica, las actividades se ejecutaban con base en instrucciones verbales proporcionadas por el encargado del área o, en algunos casos, por compañeros con experiencia previa en la tarea. Este hallazgo evidenció dos factores críticos: en primer lugar, el operador no comprende a profundidad la naturaleza de las actividades que realiza, limitándose a ejecutar indicaciones de manera automática sin evaluar la pertinencia o exactitud de las mismas; en segundo lugar, esta falta de estandarización genera variabilidad e incrementa la probabilidad de errores derivados del desconocimiento y la suposición.

Asimismo, cuando un inspector de calidad detecta una desviación, el encargado o el operario “experimentado” suelen realizar ajustes correctivos inmediatos, pero sin proporcionar retroalimentación al resto del personal ni documentar la ocurrencia. Esta ausencia de registro impide generar un histórico de no conformidades que permita identificar patrones, prevenir recurrencias y establecer acciones correctivas sustentadas.

Como parte de este diagnóstico inicial, se elaboró una lista de verificación estructurada con el propósito de evaluar las condiciones reales de operación y determinar el nivel de cumplimiento de los procedimientos estandarizados en la línea de producción. Este instrumento (ver Tabla 1) permitió identificar desviaciones en la ejecución de tareas, prácticas no documentadas y factores humanos que inciden en la variabilidad de la calidad del producto. Los aspectos evaluados incluyeron el conocimiento técnico del personal, la aplicación de procedimientos, la capacitación recibida, la gestión de no conformidades y las condiciones de orden y limpieza en el área de trabajo.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos durante la observación en campo, donde se evidencian las principales oportunidades de mejora

relacionadas con la estandarización, la formación del personal y la consolidación de una cultura de calidad basada en la autoinspección y la mejora continua.

Criterio de evaluación	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Observaciones
El operador conoce y aplica el procedimiento operativo				Carecen de procedimientos operativos definidos para la consecución de un proceso. No existen hojas de proceso.
Se cuenta con instructivos visibles en el área de trabajo				Carencia de ayudas visuales que permitan identificar los errores más comunes en el proceso para evitar la ocurrencia
Utilizan un formato de control o inspección correspondiente				Algunos operadores experimentados realizan autoinspección y reportan cualquier desviación; sin embargo, otros no lo hacen, lo que provoca que los errores se detecten hasta fases avanzadas del proceso.
El área se encuentra ordenada y limpia conforme a las 5S				Se observaron pasillos obstruidos por tarimas, acumulación excesiva de rebaba alrededor de la máquina, herramientas fuera de uso sin resguardar y líquidos almacenados en recipientes inadecuados.
Se registran adecuadamente las no conformidades detectadas				No se cuenta con un formato formal para el registro de no conformidades, lo que dificulta la documentación y la generación de históricos que permitan prevenir recurrencias.
Se llevan registros actualizados de la capacitación y de las competencias técnicas del personal				No existe un plan de capacitación definido, ni se cuenta con un instrumento para registrar o determinar las competencias de cada operador en relación con su puesto de trabajo.
Los operadores realizan autoinspección ó verificación inicial de sus productos antes de entregarlos al siguiente proceso				Unicamente los operadores con mayor experiencia reconocen con facilidad los puntos que deben tomar en cuenta, el resto solo sigue y cumple con el flujo de trabajo/producción
Se promueve la participación del personal en la identificación de no conformidades.				La retroalimentación al respecto es deficiente, además carecen de un protocolo formal y formato de registro
Cuando se aplican acciones correctivas o preventivas, estás son documentadas y reconocidas por todo el personal involucrado				No existe un formato formal establecido para documentar este tipo de incidencias

Tabla 1. Lista de verificación de cumplimiento.

Los resultados obtenidos a partir de la lista de verificación evidenciaron una baja consistencia en la aplicación de procedimientos operativos, principalmente en los criterios vinculados con la capacitación del personal, la gestión de no conformidades y la autoinspección. En la mayoría de los casos, los registros mostraron una tendencia hacia los niveles amarillo y rojo, lo que refleja una falta de estandarización en la ejecución de tareas y una dependencia excesiva del conocimiento empírico de los operarios.

Asimismo, se observó que el concepto de calidad dentro del área productiva se encuentra limitado a la conformidad del producto final, sin considerar los factores sistémicos que lo determinan, como la preparación técnica del personal o el control documentado de procesos. Esta situación repercute directamente en la variabilidad de los resultados, el aumento de reprocesos y la pérdida de trazabilidad.

Por otra parte, los criterios relacionados con orden, limpieza y condiciones de seguridad mostraron un cumplimiento parcial; si bien existen esfuerzos individuales por mantener las áreas en condiciones adecuadas, no se identificó un sistema formal que asegure la sostenibilidad de las 5S ni la verificación periódica del cumplimiento.

En síntesis, el análisis permitió confirmar la necesidad de implementar acciones correctivas y de mejora estructural, entre ellas: el diseño de formatos de inspección en proceso, la creación de una matriz de habilidades que permita gestionar la capacitación y el seguimiento del personal, y la incorporación de herramientas visuales de control para promover la cultura de autoevaluación y la trazabilidad de los procesos productivos.

4.2 Resultado de la Fase 2: Planeación del proyecto

Una vez delimitado el problema y comprendidas las causas preliminares que afectaban la calidad del proceso productivo, se procedió a estructurar la planeación del proyecto con el fin de garantizar una intervención metodológicamente sólida y orientada a la mejora continua. Esta fase permitió definir los objetivos operativos, seleccionar las herramientas de análisis más adecuadas y establecer la organización temporal de las actividades.

Al analizar la información obtenida durante el diagnóstico, fue necesario reorganizar los datos, debido a que estos eran diversos y no respondían a una única causa. Por el contrario, se identificaron múltiples factores dentro del área productiva que requerían atención prioritaria para avanzar hacia la mejora. A continuación, en la Figura 11 se presenta una representación que sintetiza y facilita la comprensión de la metodología aplicada en el proyecto.

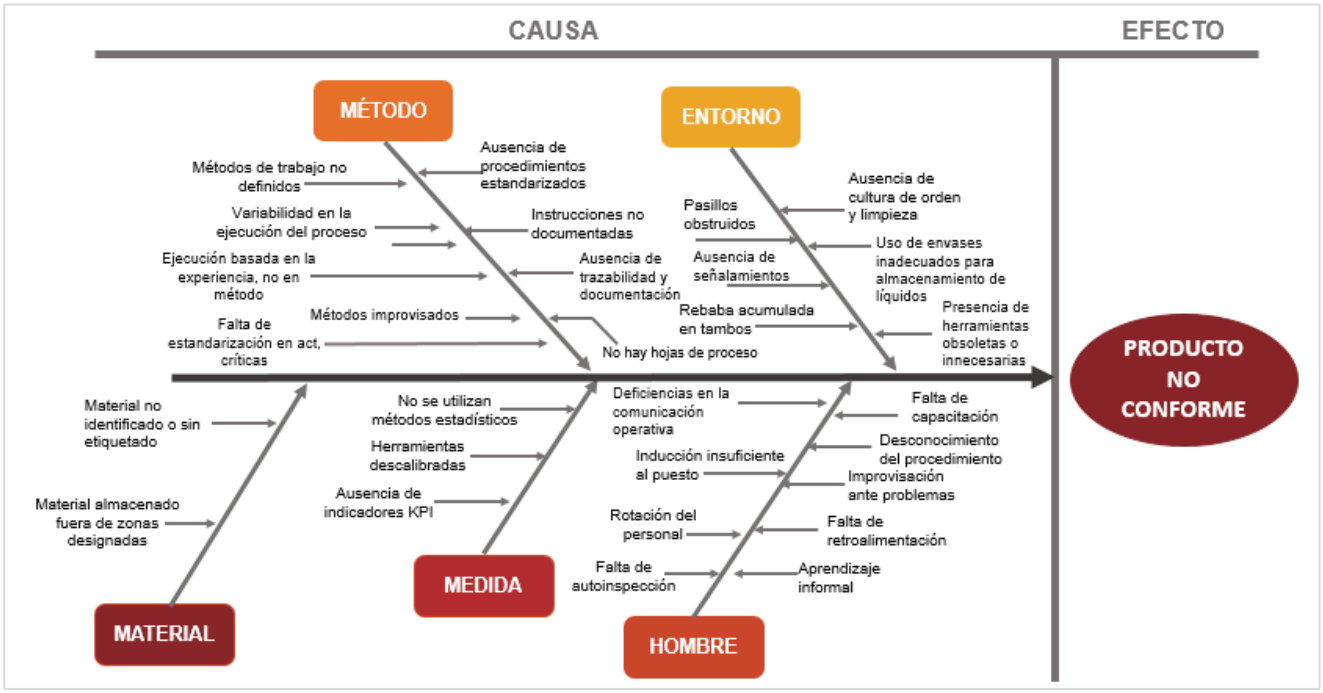


Figura 11. Identificación de causas raíz

Definición de objetivos específicos

Con base en los hallazgos obtenidos se definieron los objetivos específicos del proyecto. Para ello, se sostuvieron reuniones con el área de calidad y el supervisor de producción, donde se establecieron metas claras relacionadas con:

- Estandarizar las operaciones críticas de la cadena de producción.
- Diseñar herramientas que apoyaran la trazabilidad y el control de no conformidades.
- Proponer mecanismos para fortalecer la capacitación del personal operativo.

- Implementar acciones que promoverían un entorno seguro, ordenado y visualmente controlado.

En conjunto con la organización se definieron los objetivos específicos orientados a atender las oportunidades de mejora identificadas durante la etapa de diagnóstico. Dichos objetivos fueron validados con el docente asesor, con la finalidad de asegurar su pertinencia académica y su viabilidad operativa dentro del contexto organizacional. Como resultado de este proceso de análisis y validación, se establecieron los siguientes objetivos:

- Proponer un diseño inicial de una matriz de habilidades que permita identificar las competencias técnicas y operativas del personal facilitando la asignación eficiente de tareas, la planificación de capacitaciones y el fortalecimiento del desempeño humano dentro del sistema productivo.
- Desarrollar un formato de análisis de no conformidades que documente y evalúe las causas de los rechazos internos y externos, proporcionando información clave para la implementación de acciones correctivas y preventivas que mejoren la estabilidad del proceso.
- Optimizar la inspección en proceso mediante el diseño de un formato de control que registre de manera detallada las variaciones en cada etapa de fabricación, permitiendo la detección temprana de desviaciones y la mejora continua de la calidad del producto final.
- Elaborar un diagnóstico visual del entorno productivo mediante la aplicación de los principios de la metodología 5S, identificando áreas de oportunidad relacionadas con el orden, la limpieza y la organización, presentando propuestas de mejora que favorezcan un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

Estas acciones se diseñaron en congruencia con los principios de mejora continua establecidos en el apartado 10.3 de la Norma ISO 9001:2015 y orientadas a consolidar un sistema productivo más coherente, predecible y eficiente.

Selección de las herramientas de análisis

Con el fin de comprender la variabilidad del proceso desde una perspectiva tanto técnica como operativa, se seleccionaron herramientas que permitieran identificar patrones, causas raíz y desviaciones visibles. Las principales herramientas definidas fueron:

- Diagrama de Ishikawa

  Para identificar de manera sistemática las posibles causas asociadas a la variabilidad en la calidad (Métodos, Mano de Obra, Material, Maquinaria, Medio Ambiente y Medición).
- Formato de observación estructurada

  Para evaluar el cumplimiento de procedimientos, condiciones del área, secuencia de operaciones y manejo de materiales.
- Matriz de evaluación tipo semáforo

  Diseñada para calificar el nivel de cumplimiento operativo (cumple, cumple parcialmente y no cumple).
- Cuestionario semiestructurado

  Dirigido a operadores y supervisores, orientado a conocer prácticas de trabajo, percepción de calidad, capacitación, autoverificación y factores que influyen en la variabilidad del producto.

Con el fin de estructurar rigurosamente la planeación del proyecto y garantizar la coherencia metodológica entre el diagnóstico, los objetivos y las estrategias de intervención, se empleó una representación basada en el mapeo de procesos, bajo la técnica en las etapas AS IS, TO BE y TO DO, como se muestra en la Figura 12.

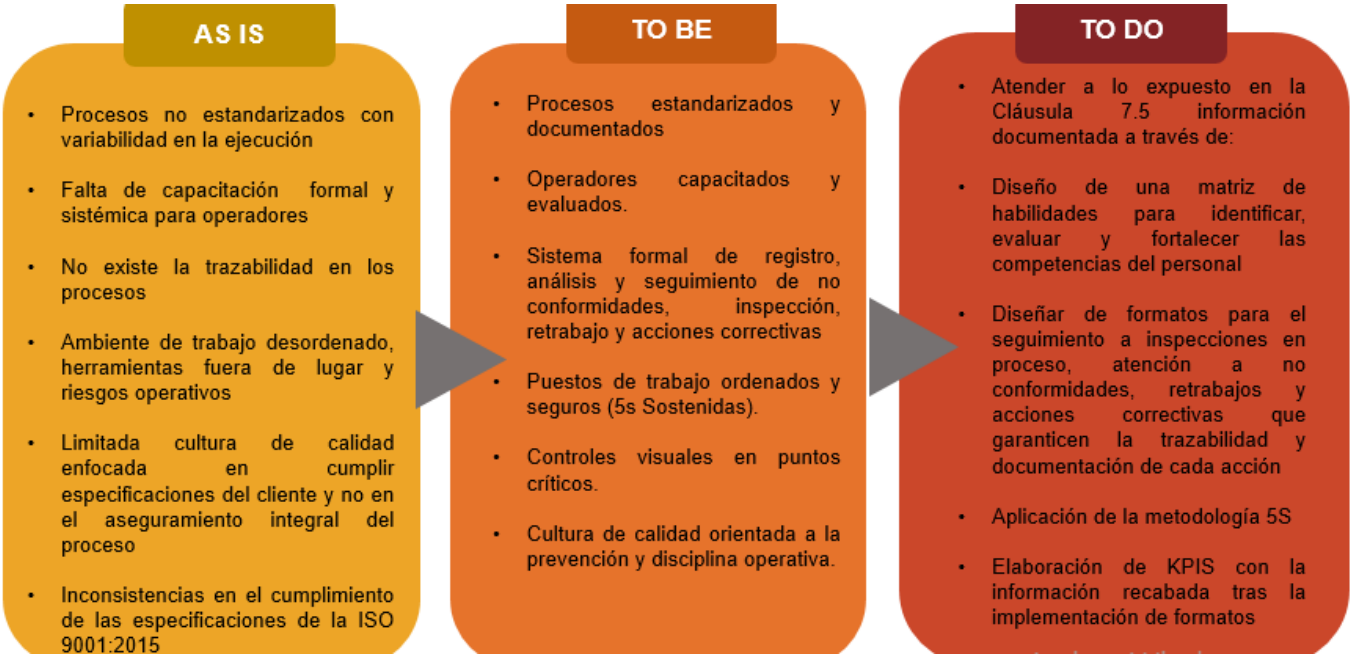


Figura 12. Mapeo a través de la técnica As is-To Be.

Este esquema permitió visualizar de manera clara las brechas existentes entre el estado actual del sistema y las condiciones deseables para asegurar la calidad y la repetibilidad del proceso. A partir de esta representación se definieron las líneas estratégicas de intervención, alineadas con los requerimientos de la organización y con los principios de gestión de la calidad establecidos por la norma ISO 9001:2015.

El uso de este mapeo facilitó la priorización de problemas, la identificación de actividades críticas y la organización sistemática de las mejoras propuestas. Además, sirvió como base para la formulación de los objetivos específicos, la selección de herramientas de análisis y la definición de los entregables técnicos que guiarán el desarrollo de las fases posteriores del proyecto.

4.3 Resultado de la Fase 3: Recolección de datos

La fase de recolección de datos constituyó el eje central del proceso metodológico, ya que permitió obtener evidencia objetiva y verificable sobre el comportamiento real de los procesos, las prácticas operativas y las causas que originan la

variabilidad en la calidad del producto. Para garantizar que la información recopilada fuera válida, confiable y representativa, se empleó una triangulación metodológica basada en observación estructurada, revisión documental y levantamiento de información mediante entrevistas y cuestionarios aplicados al personal operativo y de supervisión.

Se realizaron recorridos sistemáticos en el área de producción durante el primer y segundo turno de trabajo con el fin de identificar desviaciones en la ejecución operativa, omisiones en las actividades críticas, inconsistencias en el flujo productivo y condiciones del entorno que pudieran representar riesgos o influir en la calidad del producto.

La observación se apoyó de un formato estructurado de previamente diseñado en la fase de planeación, que permitió evaluar criterios como:

- Orden y limpieza en las estaciones de trabajo.
- Prácticas de seguridad operativa.
- Cumplimiento de procedimientos.
- Trazabilidad en las operaciones.

Además, se realizó revisión documental exhaustiva, analizando registros históricos disponibles en la empresa, tales como resultados de auditorías internas y externas. El objetivo fue identificar patrones de recurrencia, evaluar la congruencia entre lo documentado y lo que realmente ocurre en planta, y contrastar la evidencia histórica con los hallazgos obtenidos en campo.

No.	Observación identificada	Descripción detallada	Impacto potencial			Evidencia fotográfica
			Calidad	Seguridad	Productividad	
1	Uso de contenedores inadecuados y sin etiquetado.	Se identificó el uso de envases no aptos (p. ej., botellas de refresco y vasos desechables) para almacenar líquidos utilizados durante la producción como Diesel y soluble. Estos no se encuentran etiquetados ni identificados, lo que implica riesgo por ingestión accidental.				
2	Ausencia de trazabilidad y resguardo inadecuado de material.	El material no se encuentra debidamente identificado /etiquetado, no se visualiza su tarjeta viajera y además no se encuentra resguardado adecuadamente. La ausencia de identificación y de zonas establecidas para el resguardo del material genera riesgo de selección incorrecta de piezas y afecta la continuidad de flujo productivo al provocar tiempos muertos asociados a su localización.				

3	Obstrucción de áreas de circulación por equipos de manejo de materiales.	Se identificó la presencia de equipos de transporte de material ubicados en zonas de tránsito peatonal ocasionando bloqueo parcial de pasillos y condiciones inseguras.				
4	Inexistencia de estándar de resguardo, clasificación y orden de herramientas.	Almacenamiento inadecuado de herramientas de corte y medición, las cuales se encuentra mezcladas dentro de un cajón sin clasificación, orden y resguardo aparente. Esta omisión incrementa el riesgo de daño, pérdida y confusión para los operadores, dificultando la localización oportuna de las herramientas, además puede generar afecciones en la calidad por la incorrecta selección de herramientas.				

Tabla 2. Observaciones de campo

El análisis de las observaciones registradas evidencia que existen múltiples áreas de oportunidad relacionadas con el control de materiales, el orden operativo y el cumplimiento de procedimientos de la planta. La concentración de hallazgos en categorías como manejo de herramientas, almacenamiento, identificación y uso de consumibles refleja una falta de estandarización y disciplina operacional que impacta directamente en la calidad, la productividad, la seguridad y en la imagen de la organización frente a otras que cuentan con rígidos estándares de orden y limpieza, bajo metodologías como 5S.

Como complemento se formuló un cuestionario dirigido a los operadores, con la finalidad de conocer su opinión acerca de cómo se ejecutan las actividades diarias y su percepción sobre el criterio de calidad.

Además, este instrumento permitió obtener información relacionada con competencias del personal y nivel de capacitación, dificultades en la ejecución de actividades específicas, prácticas informales adoptadas por la experiencia o por la presión de tiempo, casusas percibidas de defectos o retrabajos y opiniones sobre la falta de estándares y apoyos visuales.

Figura 13. Cuestionario aplicado al personal operativo.

4.4 Resultado de la Fase 4: Análisis e interpretación de la información

A partir del análisis integral del proceso se identificaron múltiples factores, provenientes de diferentes áreas operativas, que contribuyen a la variabilidad del producto final. Los resultados muestran que la inconsistencia no se origina en una causa única, sino en la interacción simultánea de distintos elementos que afectan el cumplimiento de las especificaciones.

La aplicación de diversos métodos de recolección y verificación de datos permitió detectar estas causas potenciales y evidenciar que los problemas observados en el producto son únicamente la manifestación final de desviaciones que ocurren a lo largo del proceso. Es decir, lo que inicialmente se percibía como un defecto puntual correspondía en realidad a una serie de fallas sistémicas no visibles a simple vista.

Este enfoque permitió comprender que las causas identificadas están vinculadas entre sí, formando una secuencia de eventos donde cada condición influye o detona la siguiente. De esta manera, se confirmó que la variabilidad del producto es el resultado de un conjunto de factores interrelacionados que deben ser abordados de manera conjunta para garantizar mejoras sostenibles en la calidad.

Relación e interconexión entre los factores identificados

Durante la investigación se identificó que los principales problemas que generaban variabilidad en el producto no son independientes, sino que forman un sistema de causas interrelacionadas. Cada una alimenta o potencia a las demás, creando un ciclo donde los errores se reproducen y se dificultan las acciones correctivas. A continuación, se explican cómo están conectadas:

1. **Falta de planes formales de capacitación → Variabilidad en la ejecución de tareas:**

   Causa raíz principal de origen humano. La competencia del personal es el pilar de cualquier sistema productivo. Si los operadores no reciben capacitación estandarizada, no existe control sobre qué saben, qué no saben o cómo ejecutan cada tarea. Esto provoca variabilidad humana desde el primer momento. La

ausencia de una programación formal de capacitación y un formato que permita registrar las competencias de cada operador provoca que aprendan bajo un esquema informal, dependiendo únicamente de la experiencia de sus compañeros, provocando:

- Variabilidad en el nivel de dominio entre operadores, derivada de capacitaciones informales y no homogéneas.
- Interpretaciones no estandarizadas sobre la ejecución de una misma tarea, lo que genera inconsistencias en el proceso.
- Dependencia de instrucciones empíricas (“cómo me enseñó mi compañero”) sin validación ni respaldo técnico.
- Rotación de personal sin criterios definidos, aumentando el riesgo de errores operativos y retrabajos.

Esta falta de estandarización en el conocimiento es el origen de gran parte de la variabilidad y este problema se alimenta directamente del punto 2.

2. **Ausencia de hojas de proceso → No existe un procedimiento estándar que respalde la operación:**

   Un proceso sin documentación es un proceso sin estándar. Las hojas de proceso son el equivalente a una “receta técnica” que garantiza que cada operador, en cualquier turno, ejecute la misma secuencia, bajo los mismos parámetros y en las mismas condiciones. Al no contar con hojas de proceso:

   - No se documenta como debe realizarse cada operación
   - Los operadores recurren a métodos empíricos, prueba-error o instrucciones verbales
   - La experiencia de cada operador se convierte en la referencia, generando variabilidad entre ellos.
   - Esto refuerza el problema del punto 1, porque sin procedimientos definidos es imposible controlar que los operadores lleven a cabo una

tarea de manera uniforme, este problema, en combinación con el punto anterior genera un efecto domino donde ni los operadores ni el “cómo hacerlo” se encuentra bajo condiciones estandarizadas que limiten la variabilidad durante el proceso.

Además, desencadena al siguiente factor (punto 3), donde la falta de instrucciones claras provoca desorden físico, derivado de que cada operador trabaja como puede o como le enseñaron verbalmente, adicionalmente la ausencia de estándares también impide definir que herramientas deben usarse y donde deben estar provocando desorden en el área de trabajo

3. **Desorden y ausencia de organización en el entorno de trabajo→ Incremento de errores, accidentes y desviaciones.**

El desorden es una consecuencia directa de procesos no estandarizados y personal mal capacitado. Un entorno sin 5s, sin clasificación de herramientas y sin controles visuales provoca:

- Uso incorrecto de herramientas por mezcla o confusión.
- Retraso para localizar equipos y accesorios.
- Riesgo de que se utilicen herramientas que no corresponden al proyecto.
- Entornos que predisponen al error humano y reducen la productividad.

Este desorden se agrava por los puntos 1 y 2 porque:

- Si no se capacita formalmente a los operadores no existe una cultura clara de orden.
- Si no hay hojas de procesos, tampoco hay listas de herramientas requeridas.
- Si cada operador trabaja “a su manera” el desorden se vuelve la norma, algo tan común para ellos que se convierte en ceguera de taller.

4. **Falta de formatos y registros formales de inspección→ No existe trazabilidad ni retroalimentación.**

Sin formatos de inspección ni registros adecuados:

- No se documentan desviaciones reales del proceso
- No existen alertas tempranas que permitan corregir antes de generar lotes no conformes.
- La retroalimentación hacia el operador se pierde, perpetuando los errores.
- No hay evidencia para analizar tendencias, causas raíz o frecuencia de fallas.
- Los supervisores o personal con mayor experiencia realizan ajustes reactivos, sin generar evidencia y aprendizaje organizacional.
- Derivado de no documentar es imposible elaborar indicadores claves de rendimiento (KPIS) que permitan evaluar y mejorar las condiciones de trabajo.

Este punto está directamente relacionado con los anteriores, porque:

- La ausencia de un programa formal de capacitación impacta directamente en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2015, particularmente en lo referente a la competencia (cláusula 7.2) y toma de conciencia (cláusula 7.3). Si bien las desviaciones se manifiestan en el nivel operativo, estas evidencian una debilidad en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad, ya que la organización no ha asegurado que el personal sea competente con base en educación, formación o experiencia apropiada. Esta situación genera dependencia del conocimiento individual y compromete la sostenibilidad del sistema ante la rotación del personal.
- Sin hojas de proceso (punto 2), no existen estándares formales que permitan identificar, registrar y controlar de manera consistente las desviaciones durante la ejecución del proceso.
- El desorden presente en el área de producción (punto 3) dificulta la correcta ejecución de las operaciones y aumenta la probabilidad de errores durante el

proceso. Además, no existe ningún formato o mecanismo formal para gestionar, registrar y dar seguimiento a este tipo de incidencias relacionadas con el orden y la organización del entorno de trabajo.

La Figura 14 presenta el análisis del problema mediante el modelo del Iceberg, el cual permite diferenciar entre los síntomas visibles y las causas profundas que los originan. En la punta del iceberg se identifican los efectos observables del problema, representados por la variabilidad del producto final y la generación de piezas no conformes. Estos resultados constituyen la manifestación directa que motivó el desarrollo del presente estudio.

Inmediatamente por debajo de la superficie se encuentran los eventos observables, tales como errores recurrentes durante la producción, retrabajos no planificados y ajustes correctivos constantes en las máquinas. Si bien estos eventos son perceptibles en el día a día de la operación, no representan la causa raíz del problema, sino consecuencias de condiciones más profundas del sistema.

A un nivel más profundo se identifican patrones de comportamiento que se repiten de forma sistemática, entre los que destacan la ejecución no estandarizada de las operaciones, la dependencia del conocimiento empírico del personal y la ausencia de retroalimentación estructurada. Estos patrones evidencian una falta de control y consistencia en la forma de operar.

En los niveles inferiores del iceberg se encuentran las estructuras del sistema, las cuales permiten la permanencia de los patrones observados. Estas incluyen la ausencia de programas formales de capacitación, la inexistencia de hojas de proceso documentadas, la falta de formatos de registro y trazabilidad, así como una implementación deficiente del sistema de gestión de la calidad conforme a la norma ISO 9001:2015.

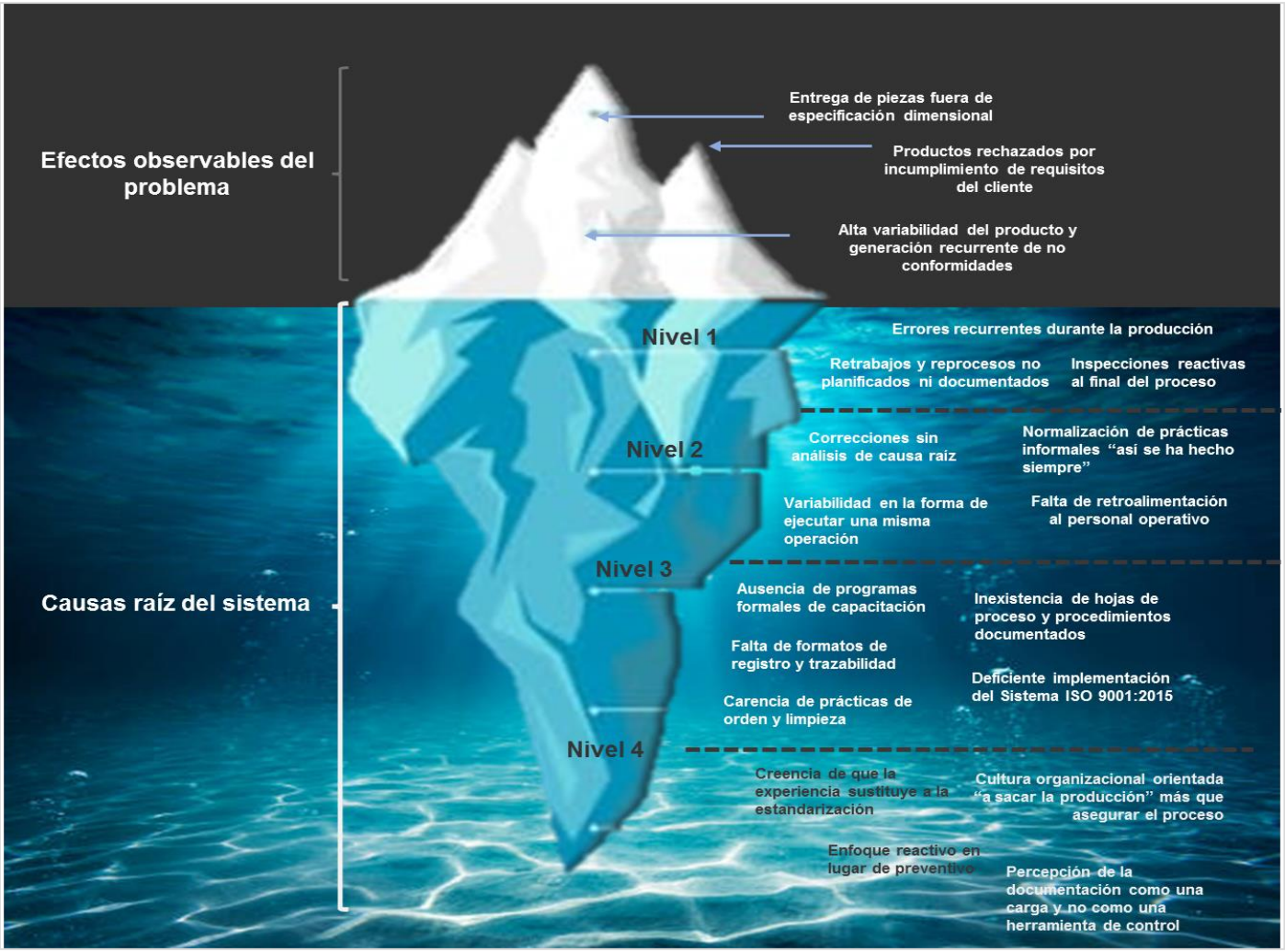


Figura 14. Diagrama de Iceberg para la identificación de causas visibles y causas raíz.

Como parte del proceso de obtención de información para el diagnóstico del sistema productivo, se aplicaron encuestas al personal del área productiva, con el propósito de recopilar datos objetivos relacionados con las prácticas operativas, el nivel de competencia y capacitación del personal, la ejecución de los procesos y las condiciones del entorno de trabajo.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación mediante representaciones gráficas, las cuales facilitan el análisis de:

- Las practicas operativas
- Nivel de capacitación

- La ejecución de los procesos
- Las condiciones del entorno de trabajo

La Figura 15 muestra los resultados obtenidos respecto a la primera fase del cuestionario, donde se enfatiza en la formación y la capacitación del personal del área productiva durante los últimos 12 meses. De acuerdo con las respuestas recopiladas, el 100 % de los encuestados indicó no haber recibido capacitación formal relacionada con su puesto de trabajo en dicho periodo.

Figura 15. Resultado del cuestionario: Análisis de capacitaciones.

Este resultado evidencia la inexistencia de un programa estructurado de capacitación y desarrollo de competencias, lo cual representa una desviación respecto a los lineamientos establecidos en la norma ISO 9001:2015, específicamente en lo referente a la competencia, formación y toma de conciencia del personal. La ausencia de capacitación formal limita la estandarización de las actividades operativas y aumenta el riesgo de errores en la ejecución de los procesos, impactando directamente en la variabilidad del producto final.

En continuidad con el análisis relacionado con la capacitación del personal, la Figura 16 evidencia que, al incorporarse un nuevo integrante a la organización,

no se le proporciona un proceso formal de inducción ni una evaluación inicial que permita identificar sus competencias reales antes de asignarle un puesto de trabajo. La asignación de personal a las distintas áreas productivas se realiza sin considerar de manera objetiva los conocimientos, habilidades o experiencia del trabajador.

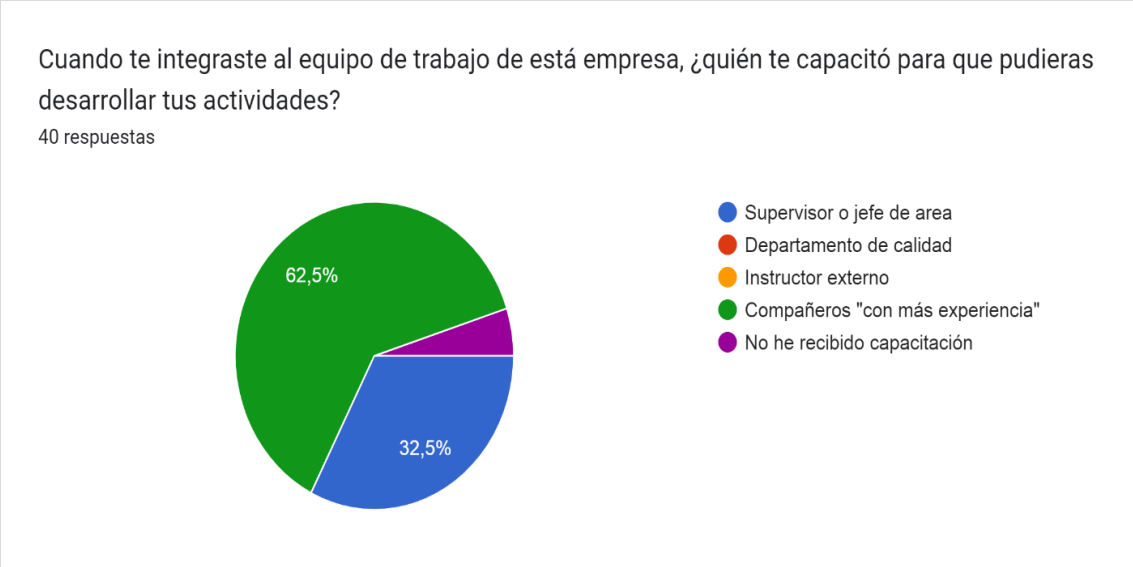


Figura 16. Resultado de capacitaciones.

Asimismo, los resultados indican que el adiestramiento del personal se lleva a cabo principalmente mediante la transferencia informal de conocimientos por parte de operadores con mayor antigüedad. Este tipo de capacitación se basa en aprendizaje empírico y en la transmisión verbal de prácticas no estandarizadas, lo que implica un riesgo significativo, ya que no existe certeza de que los métodos aplicados sean los correctos, consistentes o alineados con los requisitos técnicos del proceso y del producto.

El siguiente bloque del cuestionario estuvo enfocado en las prácticas operativas y en la ejecución de los procesos productivos. Esta sección fue diseñada con el objetivo de obtener información detallada y precisa sobre la forma en que los operadores desarrollan sus actividades diarias. Para ello, se inició el análisis con la siguiente pregunta:

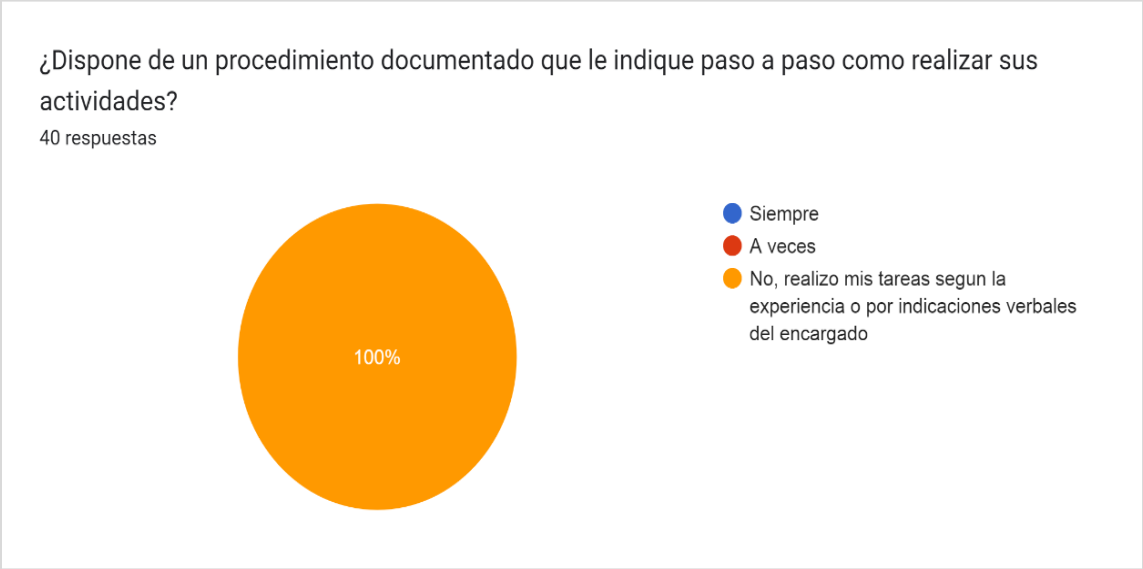


Figura 17. Procedimientos documentados.

La Figura 17 muestra los resultados obtenidos respecto a la existencia de un procedimiento documentado que indique de manera clara y secuencial cómo deben ejecutarse las actividades operativas. Los resultados evidencian que el 100 % de los encuestados manifestó no disponer de un procedimiento formal, señalando que la ejecución de sus tareas se realiza principalmente con base en la experiencia adquirida o mediante indicaciones verbales proporcionadas por el encargado del área.

Este hallazgo confirma una dependencia significativa del conocimiento tácito de los operadores, así como de la transmisión informal de la información, lo cual coincide con la problemática identificada en la empresa respecto a la falta de estandarización de los procesos productivos. La ausencia de procedimientos documentados limita la repetibilidad de las operaciones, incrementa la variabilidad en la ejecución de las actividades y dificulta el control de la calidad del producto final.

Asimismo, como se muestra en la Figura 18 esta situación representa un riesgo operativo, ya que el desempeño del proceso queda sujeto a la experiencia individual del operador y a la disponibilidad del personal con mayor conocimiento,

lo que puede generar inconsistencias ante rotación de personal, ausencias o incorporación de nuevos trabajadores. En este contexto, la falta de documentación formal también obstaculiza la capacitación sistemática del personal y la evaluación objetiva del desempeño operativo.

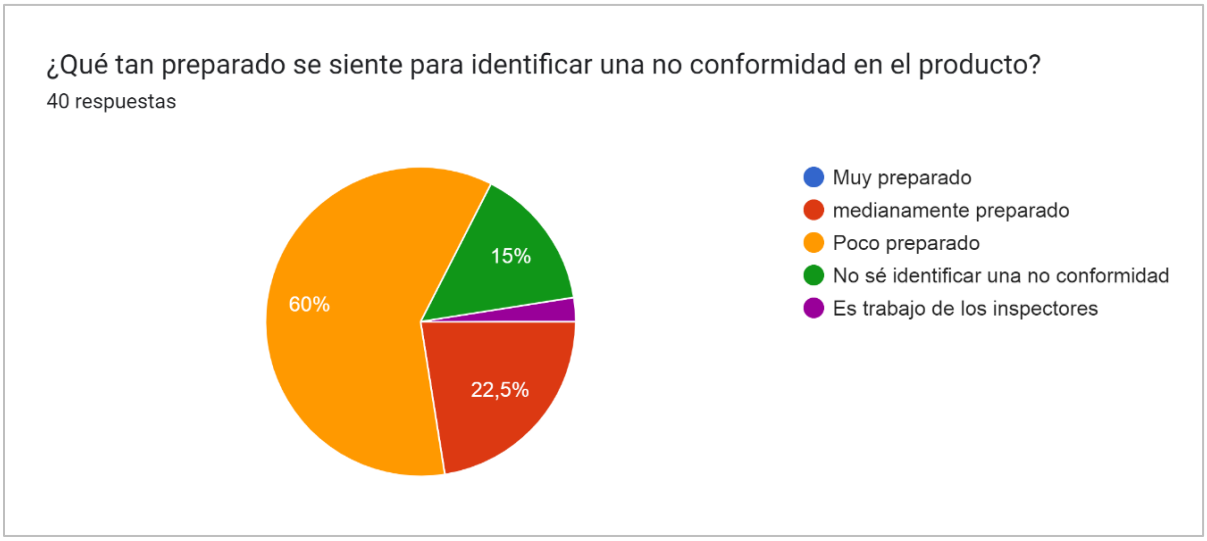


Figura 18. Identificación de no conformidades.

En relación con los objetivos de la presente investigación, estos resultados refuerzan la necesidad de diseñar y documentar procedimientos estandarizados, que permitan establecer una forma uniforme de trabajo, reducir la dependencia del conocimiento empírico y contribuir a la mejora de la calidad, eficiencia y confiabilidad de los procesos dentro de la cadena de producción (ver Figura 19).

Figura 19. Evidencia de inexistencia de formatos de registro.

De acuerdo con la información recabada, el 67.5 % de los encuestados indicó que sí recibe retroalimentación, pero de manera tardía, mientras que el 32.5 % manifestó no recibir ningún tipo de seguimiento ante este tipo de situaciones. Cabe destacar que ningún encuestado señaló recibir retroalimentación inmediata (ver Figura 20).

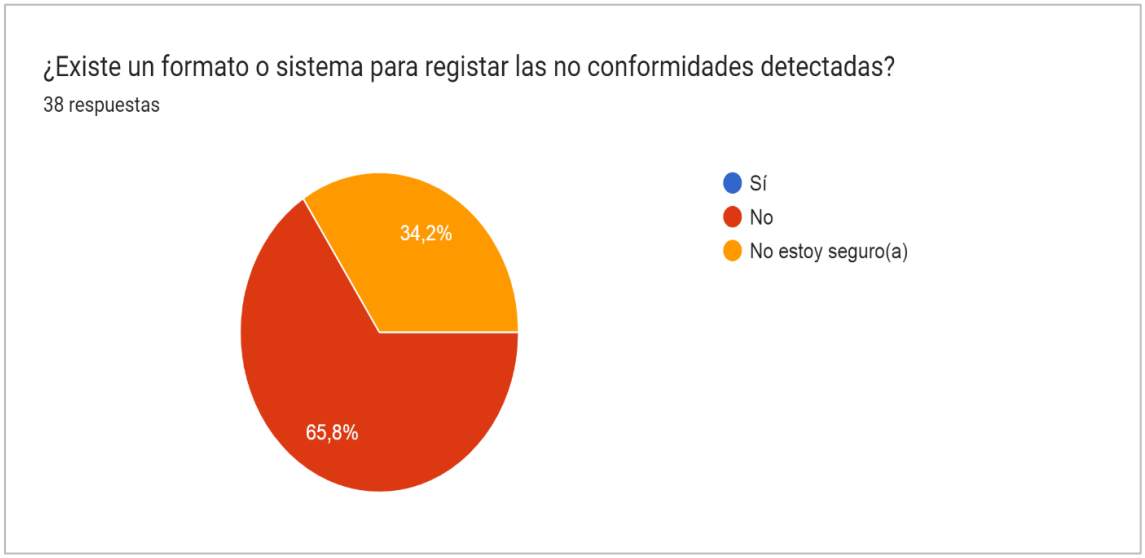


Figura 20. Ausencia de retroalimentación.

Estos resultados evidencian una debilidad significativa en el sistema de control y seguimiento de no conformidades, ya que la ausencia de retroalimentación o su aplicación de forma tardía limita la identificación oportuna de las causas raíz de los errores y retrasa la implementación de acciones correctivas. Esta situación contribuye a la repetición de fallas en el proceso productivo y afecta directamente la consistencia y calidad del producto final.

Asimismo, la falta de un seguimiento inmediato y estructurado refuerza la dependencia de prácticas reactivas en lugar de preventivas, lo cual se relaciona directamente con la carencia de procedimientos estandarizados y mecanismos formales de comunicación interna identificados previamente en el diagnóstico. La retroalimentación tardía o inexistente dificulta el aprendizaje organizacional y reduce la posibilidad de mejora continua dentro de la operación.

En el bloque referente al entorno laboral y la percepción de la calidad se identificaron los siguientes hallazgos con oportunidad de mejora:

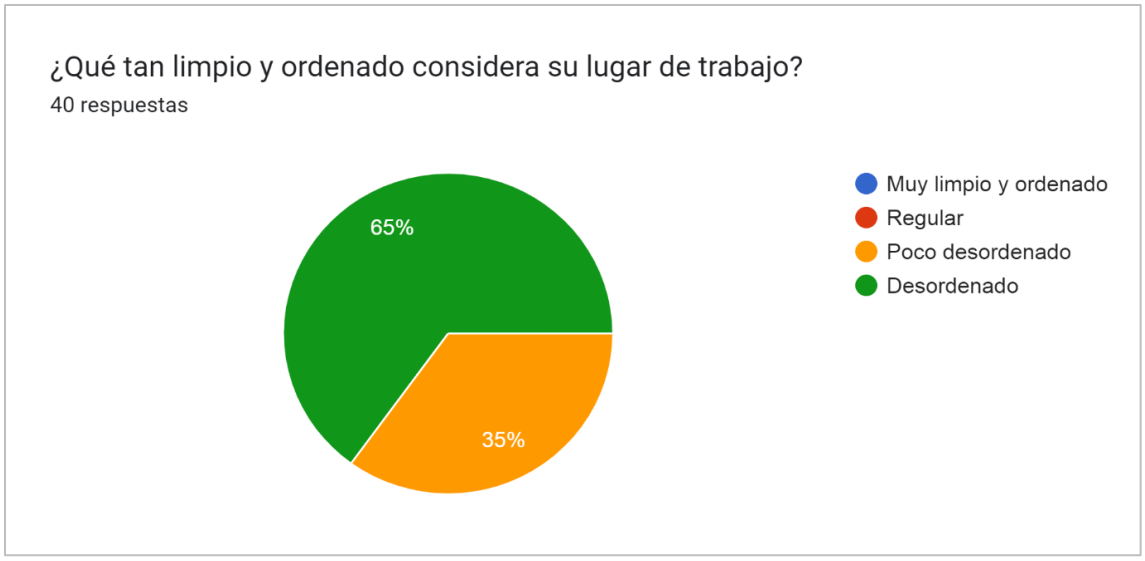


Figura 21. Nivel de orden y limpieza.

La Figura 21 muestra la percepción del personal operativo respecto al nivel de limpieza y orden en su lugar de trabajo. De los resultados obtenidos, el 65 % de los encuestados considera que su área de trabajo se encuentra desordenada, mientras que el 35 % la califica como poco desordenada. Cabe señalar que ningún

participante identificó el entorno laboral como limpio y ordenado, ni siquiera en un nivel regular.

Estos resultados evidencian una deficiencia generalizada en la gestión del orden y la limpieza dentro del área productiva, lo cual tiene un impacto directo en la correcta ejecución de las operaciones. Un entorno de trabajo desordenado incrementa la probabilidad de errores durante el proceso productivo, dificulta la localización de herramientas y materiales, y afecta negativamente la eficiencia operativa y la calidad del producto final.

Asimismo, la ausencia de áreas que sean percibidas como limpias y ordenadas refuerza los hallazgos previos relacionados con la falta de estandarización de procesos y la inexistencia de formatos o metodologías formales para el control del orden, tales como prácticas basadas en 5S u otros sistemas de organización visual. Esta situación limita la disciplina operativa y contribuye a la variabilidad en la ejecución de las actividades.

En relación con el enfoque de mejora continua y los principios establecidos por la norma ISO 9001:2015, la gestión del entorno de trabajo resulta un elemento clave para asegurar la conformidad del producto y la eficiencia del proceso. Por lo tanto, los resultados presentados ponen de manifiesto la necesidad de implementar mecanismos estructurados para el control del orden y la limpieza, que permitan reducir la incidencia de errores, mejorar las condiciones de trabajo y fortalecer la cultura de calidad dentro de la organización.

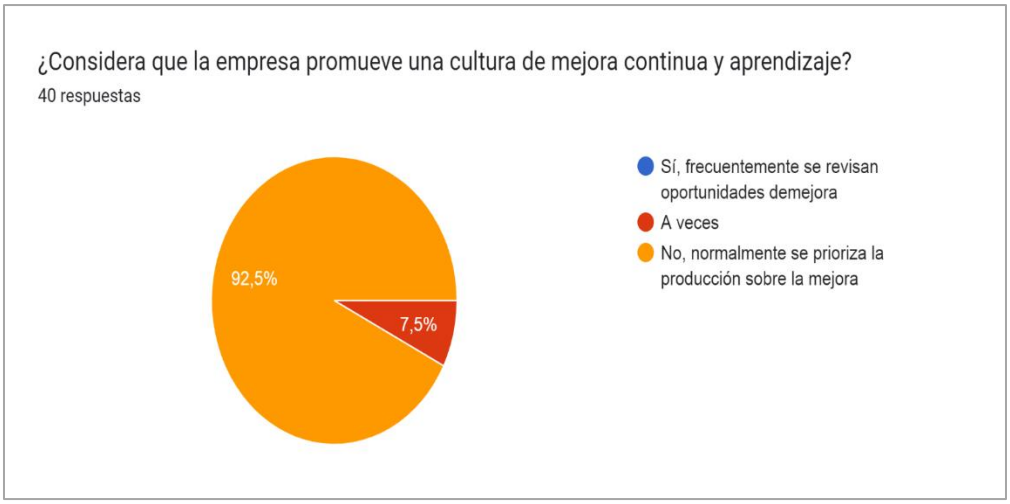


Figura 22. Promoción de cultura de orden y limpieza.

La Figura 22 guarda una estrecha relación con la Figura 21 ya que la primera representa la percepción de los operadores respecto a la cultura de mejora continua presente en la organización, la cual se ve directamente influenciada por las condiciones operativas y prácticas previamente analizadas en la figura anterior.

Los resultados evidenciaron que el 92.5 % de los encuestados considera que la empresa prioriza de manera habitual el cumplimiento de los objetivos de producción por encima de las actividades de mejora continua, mientras que el 7.5% señaló que dicha priorización ocurre únicamente en algunas ocasiones. Si bien este último porcentaje es menor, resultó relevante analizar las razones por las cuales una parte del personal percibe que la mejora continua sí es considerada de manera intermitente.

A partir de entrevistas realizadas de forma más específica y estructurada con los operadores, se identificó que la atención a temas relacionados con la mejora continua, así como a las condiciones de orden y limpieza, se presenta de manera esporádica y reactiva. De acuerdo con los testimonios obtenidos, la organización enfoca esfuerzos en estos aspectos únicamente cuando es notificada con antelación sobre la realización de visitas externas, ya sea por parte de instituciones educativas interesadas en conocer las instalaciones con fines académicos, o bien por visitas de clientes potenciales o clientes activos que requieren la ejecución de auditorías de proveedor.

Bajo estas circunstancias, la empresa objeto de estudio implementa acciones correctivas temporales y adecuaciones operativas con el objetivo de cumplir con las expectativas de los visitantes. No obstante, esta práctica no representa una aplicación real y sostenida de los principios de mejora continua, sino una simulación de condiciones óptimas que no se mantiene en el tiempo.

Este enfoque favorece la normalización de condiciones no óptimas dentro del proceso productivo, lo cual limita la eficacia del sistema de gestión de la calidad y afecta la consistencia y repetibilidad de los resultados.

En consecuencia, se concluye que la ausencia de una cultura de mejora continua sostenida representa una no conformidad estructural respecto a los lineamientos de la ISO 9001:2015, impactando directamente en la estabilidad de los procesos, en la calidad del producto y en la capacidad de la organización para mejorar su desempeño de manera sistemática y sostenible.

El último bloque del cuestionario se enfocó en la cultura organizacional, con el propósito de conocer la percepción de los operadores respecto a los factores que, desde su experiencia, inciden de manera más significativa en la calidad del producto final. La recopilación de estas opiniones resultó fundamental, ya que a partir de los resultados obtenidos se diseñó el plan metodológico de intervención, orientado a la identificación, priorización y corrección de las oportunidades de mejora detectadas.

Figura 23. Factores que influyen en la calidad.

La Figura 23 presenta la percepción de los operadores respecto a los factores que se encuentran estrechamente vinculados con la ocurrencia de no conformidades en el producto. De acuerdo con los resultados obtenidos, el factor identificado con mayor impacto es la ausencia de procesos definidos, seguido por la falta de capacitación y la comunicación deficiente.

Desde un análisis retrospectivo, estos resultados guardan una relación directa con las condiciones observadas en la organización durante la fase diagnóstica. La inexistencia de procedimientos estandarizados y hojas de proceso, combinada con esquemas de capacitación insuficientes y una comunicación ineficiente, genera un entorno propenso a errores operativos, variabilidad en los procesos y, en consecuencia, incumplimientos de los requisitos del cliente. Estos factores no actúan de manera aislada, sino que se encuentran interrelacionados, potenciando de forma conjunta la aparición de no conformidades en el producto final.

Finalmente, en la Figura 24 se presentan los resultados correspondientes al nivel de motivación actual de los operadores encuestados. Los datos obtenidos resultan relevantes y requieren atención, ya que el análisis evidencia que el porcentaje más alto de operadores que manifiestan no sentirse motivados corresponde al personal con una antigüedad igual o superior a seis años dentro de la organización.

Este hallazgo resulta particularmente significativo, considerando que se trata del personal con mayor experiencia y conocimiento acumulado del proceso productivo. La disminución del nivel de motivación no puede atribuirse únicamente a factores individuales, sino que responde principalmente a deficiencias del sistema organizacional, tales como la ausencia de planes de desarrollo, la falta de reconocimiento, la limitada participación en los procesos de mejora y la percepción de estancamiento profesional. Estas condiciones impactan directamente en el compromiso del personal y, de manera indirecta, en el desempeño operativo y la calidad del producto.

En contraste, el porcentaje más bajo, correspondiente al 27.5 %, se asocia a los operadores con menos de un año de antigüedad en la empresa. Si bien este grupo presenta niveles de motivación relativamente más altos, el resultado también resulta preocupante, ya que, de no implementarse acciones correctivas oportunas, existe el riesgo de que esta motivación inicial disminuya progresivamente, replicando el patrón observado en el personal con mayor antigüedad.

Por otro lado, el 40 % de los encuestados corresponde a operadores con una antigüedad intermedia, entre uno y cuatro años, quienes se ubican en un nivel de motivación medio. Este grupo representa una etapa crítica, ya que aún es posible intervenir mediante estrategias de capacitación, reconocimiento y participación activa en la mejora continua, evitando así una transición hacia niveles bajos de motivación.

En conjunto, estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer la gestión del talento humano, alineando los objetivos organizacionales con el desarrollo, la motivación y el sentido de pertenencia del personal operativo, como un elemento clave para la estabilidad de los procesos y la reducción de la variabilidad en la calidad del producto final.

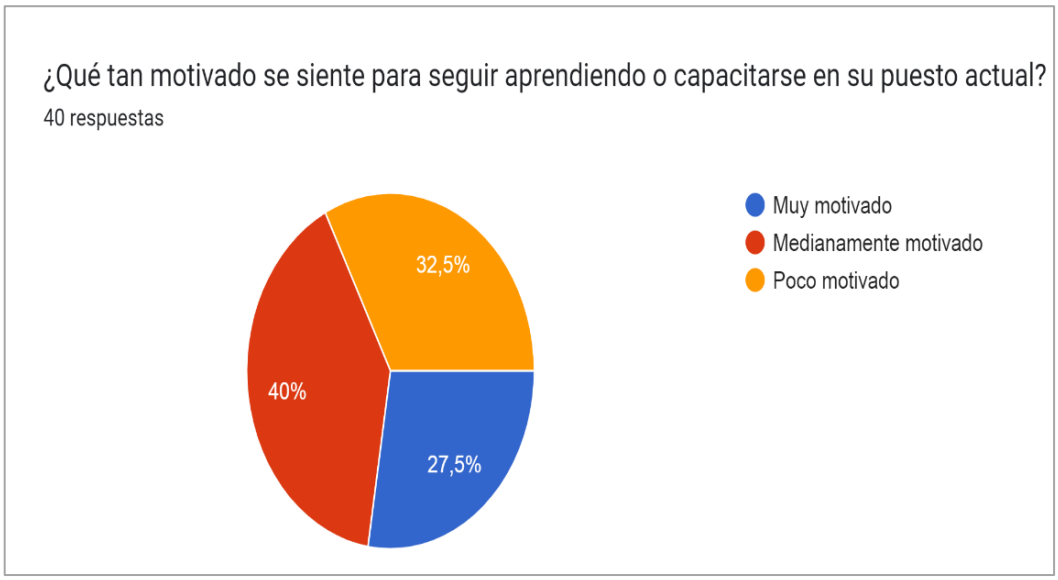


Figura 24. Nivel de motivación del personal.

Con base en lo anterior, se justifica el desarrollo e implementación de un plan metodológico de mejora, orientado a la estandarización de los procesos, el fortalecimiento de las competencias del personal, la formalización de los mecanismos de control y la promoción de una cultura de mejora continua. Dicho plan se presenta en el capítulo siguiente, donde se describen las acciones propuestas, los responsables y los indicadores de seguimiento necesarios para asegurar su efectividad y sostenibilidad en el tiempo.

4.5 Resultado de la Fase 5: Propuesta de mejora y validación

Las acciones propuestas se fundamentan en los hallazgos obtenidos durante la fase de diagnóstico y se alinean con los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015, tal como se muestra en la Tabla 3.

Causa raíz identificada	Acción de mejora propuesta
Falta de capacitación formal	Propuesta de diseño de una matriz de habilidades (referencial)
Desorden en el área productiva	Implementación de metodología 5S
Ausencia de trazabilidad	Diseño de formatos de control y registro Instrucciones de control de estándares (ayudas visuales)

Tabla 3. Mejoras propuestas.

Propuesta de mejora 1: Falta de capacitación formal del personal operativo

Como resultado del diagnóstico realizado en la fase anterior, se identificó que la organización no cuenta con un sistema formal para evaluar, documentar y gestionar las competencias del personal operativo. La capacitación se realiza de manera informal, principalmente mediante la experiencia acumulada de los operadores con mayor antigüedad, lo que genera variabilidad en la ejecución de los procesos y un alto riesgo de no conformidades.

Ante esta situación, se desarrolló una propuesta de diseño de una matriz de habilidades y competencias, orientada al área de maquinado CNC, con el propósito de servir como una herramienta referencial que permita visualizar el nivel de conocimiento y dominio del personal respecto a las actividades clave del proceso productivo.

Es importante señalar que esta matriz no representa un sistema definitivo ni obligatorio, ni pretende sustituir los mecanismos internos de capacitación de la organización. Su función principal es proporcionar una base metodológica que pueda ser utilizada, modificada o adaptada por la empresa de acuerdo con sus necesidades específicas, tipo de maquinaria, complejidad de los procesos y recursos disponibles.

La matriz propuesta contempla la evaluación de cuatro dimensiones principales: competencias técnicas, conocimientos, habilidades y nivel educativo, a las cuales se les asignó una ponderación porcentual con fines ilustrativos. Dichas ponderaciones tienen como único objetivo mostrar cómo podría estructurarse un esquema de evaluación integral del personal, sin que esto implique que deban adoptarse de manera literal por la organización.

Asimismo, los niveles de evaluación definidos (desde conocimiento básico hasta experto) permiten identificar de forma general las brechas de competencia existentes, facilitando la detección de áreas donde la capacitación resulta prioritaria. De esta manera, la matriz funciona como un instrumento diagnóstico inicial, útil para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la asignación de personal, la planificación de capacitaciones y la mejora continua del desempeño operativo.

En conclusión, la matriz de habilidades y competencias desarrollada en este proyecto se presenta como una propuesta referencial, cuyo valor radica en ofrecer a la organización una guía práctica sobre cómo estructurar y gestionar la capacitación del personal operativo, alineándose con los principios de la mejora continua y los requisitos de competencia establecidos por la norma ISO 9001:2015.

Los niveles de evaluación fueron definidos del 0 al 3, donde el nivel 0 corresponde a la ausencia de conocimiento del proceso; el nivel 1 representa un conocimiento básico; el nivel 2 indica un conocimiento intermedio; y el nivel 3 refleja

un dominio experto de la actividad. A su vez, se empleó una escala numérica del 4 al 10 con la finalidad de facilitar la valoración del desempeño, la cual posteriormente se agrupa en los niveles mencionados para simplificar su interpretación y análisis.

Cabe señalar que los rangos establecidos para cada nivel responden a un criterio práctico y funcional, orientado a la identificación de brechas de capacitación y áreas de oportunidad, y pueden ser ajustados o adaptados por la organización de acuerdo con sus propios lineamientos, necesidades operativas o políticas internas. En este sentido, la matriz se presenta como una propuesta de referencia que sirve como guía para el desarrollo y fortalecimiento del sistema de capacitación del personal (ver Figura 25).

MATRIZ REFERENCIAL DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS- ÁREA DE MAQUINADO CNC									JEFE DE ÁREA:																		
		PUNTOS																									
		0 No lo conoce <=4							0 No lo conoce								0 No cumple										
		1 Conocimiento Básico 5,6							1 Conocimiento Básico								1 Regular										
		2 Conocimiento Medio 7,8							2 Conocimiento Medio								2 Bueno										
		3 Conocimiento Experto 9,10							3 Conocimiento Experto								3 Excelente										
		COMPETENCIAS TÉCNICAS (40%)							CONOCIMIENTOS (30%)								HABILIDADES (20%)										
NOMBRE	PUESTO	Interpretación de Planos	Metrología	Fresadora CNC	Torno CNC	Maquinaria convencional	Calificación Promedio	Calificación Ponderada	Seguridad e Higiene	Uso de Equipo de Protección	Principios éticos	Política Calidad	Documentos del SGC	Calificación Promedio	Calificación Ponderada	Compromiso / Responsabilidad	Honestidad / Respeto	Trabajo en Equipo	Orden y Limpieza	Uso eficiente de recursos	Calificación Promedio	Calificación Ponderada	Calificación Total	CONCLUSIÓN	REQUIERE REFORSAR EN:		
Juanito Pérez (EJEMPLO)	Operador Fresadora CNC	2	1	3	1	2	1.20	16.00%	2	2	2	3	1	2.00	20.00%	3	1	1	3	2	2.00	13.33%	59.33%	no competente			
							0.00	0.00%						0.00	0.00%						0.00	0.00%	0.00%	no competente			
							#######	#¡VALOR!						0.00	0.00%						0.00	0.00%	######	#¡VALOR!			
							0.00	0.00%						0.00	0.00%						0.00	0.00%	0.00%	no competente			

Figura 25. Matriz de habilidades referencial propuesta.

Al tratarse de una propuesta referencial, estos rangos pueden ser ajustados por la organización según sus propios criterios de, niveles de exigencia o políticas internas.

Propuesta de mejora 2: Desorden en el área productiva

Derivado del diagnóstico realizado en la fase de análisis, se identificó que el desorden, la falta de estandarización visual y la ausencia de hábitos de orden y limpieza en el área productiva constituyen factores que influyen directamente en la ocurrencia de no conformidades, tiempos improductivos y errores operativos. En atención a esta problemática, se plantea como propuesta de mejora la implementación de la metodología 5S como herramienta de apoyo para el control visual, el orden y la disciplina operativa.

Con el propósito de documentar y dar seguimiento a las acciones implementadas bajo la metodología 5S, se diseñó un formato de registro de acciones 5S realizadas. Este formato tiene como finalidad evidenciar de manera visual y descriptiva las condiciones del área antes y después de la ejecución de cada acción de mejora, permitiendo evaluar el impacto de las actividades realizadas.

El formato contempla información relevante como el tipo de acción realizada, el responsable, el área intervenida, la fecha de ejecución y una breve descripción de la situación inicial y final. Asimismo, incluye un espacio destinado a evidencia fotográfica, lo cual facilita la comparación objetiva de las condiciones del área y refuerza el enfoque visual característico de la metodología 5S.

Cabe señalar que este formato fue diseñado como una herramienta de apoyo referencial, susceptible de ser adaptada o modificada por la organización de acuerdo con sus necesidades operativas y criterios internos. (Figura 26)

ACCIONES 5S REALIZADAS	
Acción:	
Responsable:	**Área:**
Situación antes e comenzar la acción	**Fecha: ___/___/___**
Fotografía Antes	
Situación después de realizar la acción	**Fecha: ___/___/____**
Fotografía Después	

Figura 26. Formato de registro de acciones 5S antes y después.

Adicionalmente, se diseñó un formato de planificación de acciones 5S con el objetivo de estructurar y organizar las actividades de mejora relacionadas con el orden, la limpieza y la estandarización en el área productiva. Este formato permite identificar de manera clara los problemas detectados, las acciones propuestas, la acción correctiva seleccionada, la etapa de la metodología 5S a la que corresponde,

así como los responsables y los tiempos estimados de ejecución fomentando la participación activa del personal involucrado.

La utilización de este formato busca fomentar una implementación más sistemática de la metodología, evitando que las acciones se realicen de manera aislada o reactiva. Asimismo, facilita el seguimiento de las actividades, la asignación de responsabilidades y la evaluación del cumplimiento de las acciones planteadas.

Al igual que los demás instrumentos desarrollados, este formato, representado en la Figura 27, se presenta como una propuesta referencial, diseñada para servir como guía inicial, quedando su adecuación y aplicación definitiva a criterio de la organización

PLANIFICACIÓN DE ACCIONES 5S						
Problemas planteados	Acciones propuestas	Acción correctora elegida	Nº de S	Responsable	Inicio de la acción	Finalización de la acción
					Prevista	Prevista
					Real	Real

Figura 27. Formato de planificación 5S.

Como complemento a la implementación de la metodología 5S, se elaboró y presentó una exposición dirigida a los operadores del área productiva, con la finalidad de sensibilizarlos sobre la importancia del orden, la limpieza y el control visual en sus actividades diarias. Esta presentación permitió explicar de manera clara los principios básicos de la metodología 5S, los beneficios esperados y las acciones que se estarían realizando dentro del área.

La presentación funcionó como una herramienta de apoyo para reforzar la comprensión de las acciones implementadas y fomentar la participación del personal, promoviendo una mayor apropiación de las mejoras realizadas y fortaleciendo la cultura de orden y disciplina operativa.

Es importante señalar que, debido a las limitaciones de tiempo, recursos y alcance del presente trabajo, la implementación de la metodología 5S se realizó a

nivel de simulación guiada y concientización, apoyada mediante material visual, formatos diseñados como referencia y evidencia fotográfica del estado inicial y posterior del área. Por lo tanto, los formatos desarrollados y las acciones propuestas tienen un carácter referencial, cuyo propósito es servir como guía para que la empresa pueda, en un futuro, realizar una implementación formal, completa y sostenida de la metodología.

La concientización del personal se consideró un elemento fundamental dentro de la propuesta, ya que la metodología 5S no se limita únicamente a cambios físicos en el área, sino que requiere la participación activa y el compromiso de los colaboradores. Sin una adecuada sensibilización, cualquier intento de orden o limpieza tiende a ser temporal. Por esta razón, se optó por el diseño y presentación de material explicativo que permitiera al personal comprender el propósito, beneficios y responsabilidades asociadas a cada una de las “S”.

Dicha presentación tuvo un enfoque participativo y visual, utilizando fotografías reales del área productiva previamente recolectadas, en las cuales se señalaban diversas situaciones de desorden, acumulación innecesaria de materiales, falta de organización y deficiencias en la limpieza. Estas imágenes fueron empleadas como herramienta didáctica para fomentar la reflexión y el análisis por parte de los operadores.

Durante la presentación, se realizó un ejercicio de identificación de oportunidades de mejora, en el cual los operadores fueron invitados a observar las imágenes y señalar, de manera activa, los errores o áreas de mejora que ellos mismos detectaban en relación con los principios de la metodología 5S. Este ejercicio permitió que el personal reconociera las problemáticas presentes en su propio entorno laboral, promoviendo una mayor conciencia y sentido de responsabilidad sobre el orden y la limpieza del área (Figura 28).

Figura 28. Concientización 5S.

Es importante destacar que esta actividad tuvo un carácter formativo y de sensibilización, más que de auditoría formal, y su finalidad fue introducir al personal en la filosofía de las 5S, facilitando la comprensión de sus beneficios y fomentando una participación activa en la mejora continua. La presentación y el ejercicio realizado constituyen una simulación guiada, que sirve como base para una futura implementación formal de la metodología dentro de la empresa.

Propuesta de mejora 3: Ausencia de trazabilidad en el proceso productivo.

A pesar de que la organización cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad certificado bajo la norma ISO 9001:2015, durante el desarrollo del diagnóstico se identificaron áreas de oportunidad relacionadas con la trazabilidad y el control documental en el área productiva. Específicamente, se observó que el registro de no conformidades, retrabajos, inspecciones y acciones correctivas no se realiza de manera sistemática ni homogénea, lo que limita el seguimiento efectivo de los procesos y la identificación de causas raíz.

La norma ISO 9001:2015 establece la importancia del control de la información documentada, así como del tratamiento adecuado de las salidas no conformes y la implementación de acciones correctivas que permitan prevenir su recurrencia. No obstante, la existencia de un sistema certificado no garantiza por sí misma su correcta aplicación en todos los niveles operativos, siendo necesario reforzar los mecanismos de control y registro para asegurar su eficacia.

En este contexto, se propone el fortalecimiento de la trazabilidad mediante la implementación de formatos de control y registro, los cuales permiten documentar de forma estructurada los eventos clave del proceso productivo. Estos formatos buscan apoyar la correcta aplicación de los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015, facilitando el seguimiento de no conformidades, retrabajos, inspecciones y acciones correctivas, y contribuyendo a la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

La propuesta no pretende sustituir los procedimientos existentes del Sistema de Gestión de la Calidad, sino reforzar su aplicación práctica en el área productiva, promoviendo una mayor disciplina documental y un mejor control de los procesos.

a) Formato de inspección en proceso

El formato de inspección en proceso fue diseñado con el objetivo de fortalecer el control operativo durante la fabricación del producto, asegurando que las características críticas, principalmente dimensionales, cumplan con las

especificaciones establecidas antes de que el producto avance a la siguiente etapa del proceso.

Si bien la organización cuenta con inspecciones, se identificó la necesidad de homogeneizar los criterios de medición y registro, así como de generar evidencia documental clara que permita una trazabilidad efectiva de los resultados de calidad

El formato contempla:

- Número de parte
- Número de tarjeta viajera
- Dimensiones críticas del producto
- Tolerancias permitidas
- Valores medidos
- Datos de seguimiento: Inspector y fecha

La finalidad de este formato (ver Figura 29) es detectar desviaciones de manera oportuna, evitando que productos fuera de especificación avancen a etapas posteriores del proceso productivo. Asimismo, proporciona evidencia objetiva del control operativo realizado durante la producción, contribuyendo al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015 relacionados con el control de la producción y la provisión del servicio, así como con la liberación del producto. Este registro permite, además, identificar tendencias en variaciones dimensionales y apoyar la toma de decisiones para la mejora continua del proceso.

NÚMERO DE PARTE		NÚMERO DE T.V		ACOTACIÓN		CLIENTE			
				FECHA					
				RESPONSABLE					
COTA	LOCALIZACIÓN	MAS (+)	MENOS (-)	VALORES	VALORES	VALORES	VALORES	VALORES	VALORES

Figura 29. Formato de inspección en proceso.

b) Formato de control de producto no conforme

Derivado de los resultados obtenidos durante la inspección en proceso, se diseñó el formato de control de producto no conforme con la finalidad de asegurar la correcta identificación, segregación y registro de los productos que no cumplen con los requisitos especificados. Este formato permite documentar información clave como la fecha de detección, el inspector, el operador, el diseño, el número de piezas afectadas, la máquina involucrada y el motivo de rechazo, así como el dictamen final del producto, ya sea scrap o retrabajo.

La implementación de este formato contribuye a evitar el uso no intencionado de producto no conforme dentro del proceso productivo, fortaleciendo la trazabilidad del producto y asegurando un control efectivo sobre las desviaciones detectadas. De igual manera, permite generar información histórica que facilita el análisis de las causas más frecuentes de rechazo y apoya el establecimiento de acciones correctivas y preventivas. Su uso se encuentra alineado con los requisitos de la norma ISO 9001:2015 referentes al control de las salidas no conforme (ver Figura 30).

MES _____ AÑO _____

FECHA	INSPECTOR	OPERADOR	DISEÑO	No. PIEZAS	No. MÁQUINA	MOTIVO DE RECHAZO	DICTAMEN	
							SCRAP	RETRABAJO

Figura 30. Formato de control de producto no conforme.

c) Reporte de producto no conforme

Con el fin de realizar un análisis más detallado de las no conformidades detectadas durante el proceso productivo, se diseñó el reporte de producto no conforme, representado en la Figura 31. Este formato permite documentar de manera estructurada la descripción de la no conformidad, el área donde fue detectada, el

origen de la desviación (interna, externa o cliente), la familia del defecto y el nivel de criticidad.

Asimismo, el formato contempla la definición del tipo de análisis requerido, ya sea mediante la metodología de los 5 Porqués o el análisis 8D, dependiendo del impacto y la recurrencia de la no conformidad. Este enfoque permite priorizar problemas críticos y asegurar que aquellos que representen un mayor riesgo para la calidad del producto o la satisfacción del cliente sean analizados con mayor profundidad. La implementación de este reporte fortalece la gestión sistemática de las no conformidades y promueve la mejora continua, en concordancia con los principios de la norma ISO 9001:2015.

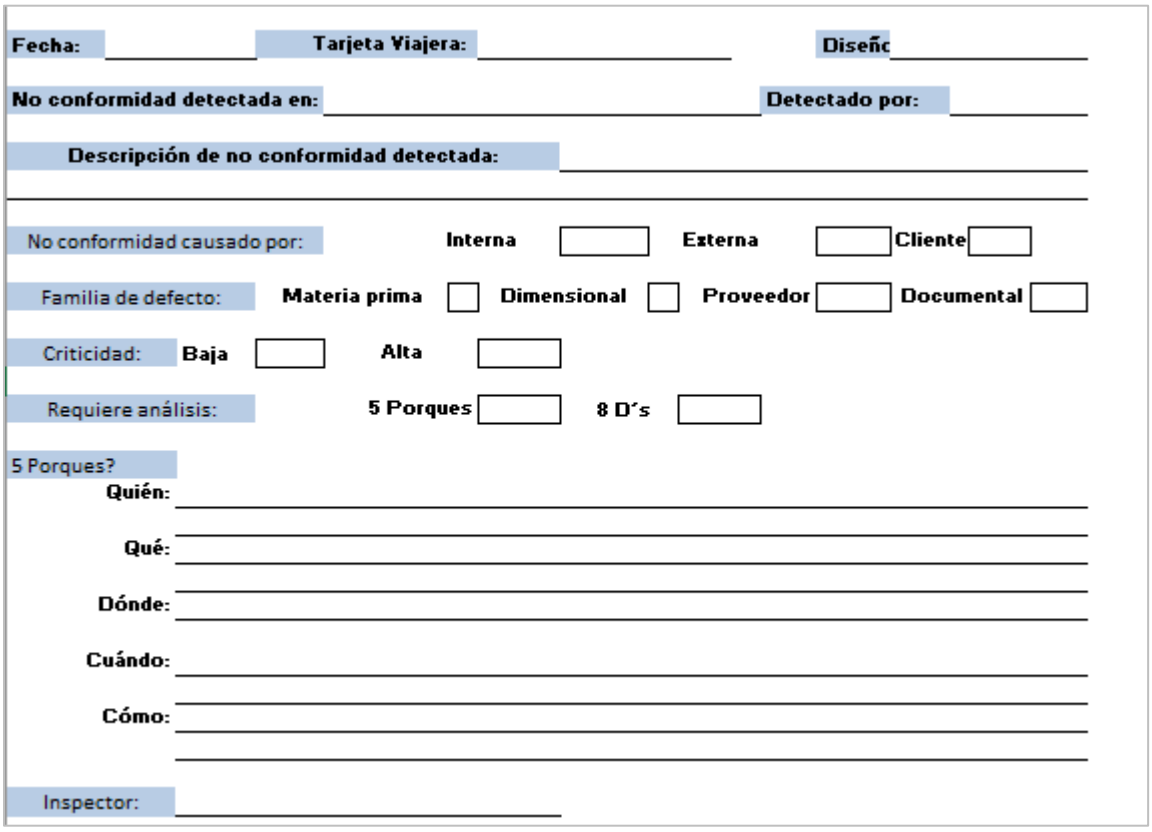


Figura 31. Reporte de producto no conforme.

En situaciones donde la criticidad del problema sea mayor, se recomienda la implementación de la metodología 8D, ya que su enfoque estructurado, sistemático y de amplio alcance permite un análisis profundo del problema, facilitando la

identificación precisa de las causas raíz y la prevención de su recurrencia. Para ello se diseñó un formato que dará seguimiento a dicha situación.

A continuación de forma breve se describe en qué consiste cada fase de la metodología y el impacto que tendrá el formato diseñado para su implementación

D1 Formar el equipo y D2 Descripción del problema

Corresponde a la etapa inicial de la metodología, donde se define, se contiene y se genera un análisis general de lo ocurrido, permitiendo a la organización contar con un enfoque estructurado. A continuación, en la Figura 32 se muestra esta fase del formato.

FECHA INICIO		CLIENTE / OTRO		REF.	ACCION NO.
AUDITORIA INTERNA		AUDITORIA EXTERNA		ACCION CORRECTIVA	ACCION PREVENTIVA

D1 EQUIPO RESPONSABLE		D2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA (Detalle del problema)	
ÁREA	NOMBRE	¿Quién encontró el problema? (nombre y puesto)	
		¿Cuál es el problema? (Descripción del sintoma)	
		¿Dónde aparece/se origina el problema? (Localización)	
		¿Cuándo ocurre el problema? (tiempo, frecuencia, hr.)	
		¿Por qué es problema? (Impacto en KPI)	
		¿Cómo se presenta el problema? (Evidencia del efecto)	
		¡Cuantos defectos, objetos, paros a causa de este problema)	

Figura 32. Formato 8DS correspondientes a D1 y D2.

D3 Acciones de contención y D4 Análisis de causa raíz

En esta fase el formato (Figura 33), contempla la etapa D3 mediante el registro de las acciones de contención, especificando el responsable, la acción a realizar, el momento de implementación y su estado de seguimiento. Asimismo, en la etapa 4 se incorpora un análisis de causa raíz a través de un diagrama de Ishikawa

permitiendo identificar de manera estructurada los factores que originaron la no conformidad, facilitando la definición de acciones correctivas efectivas.

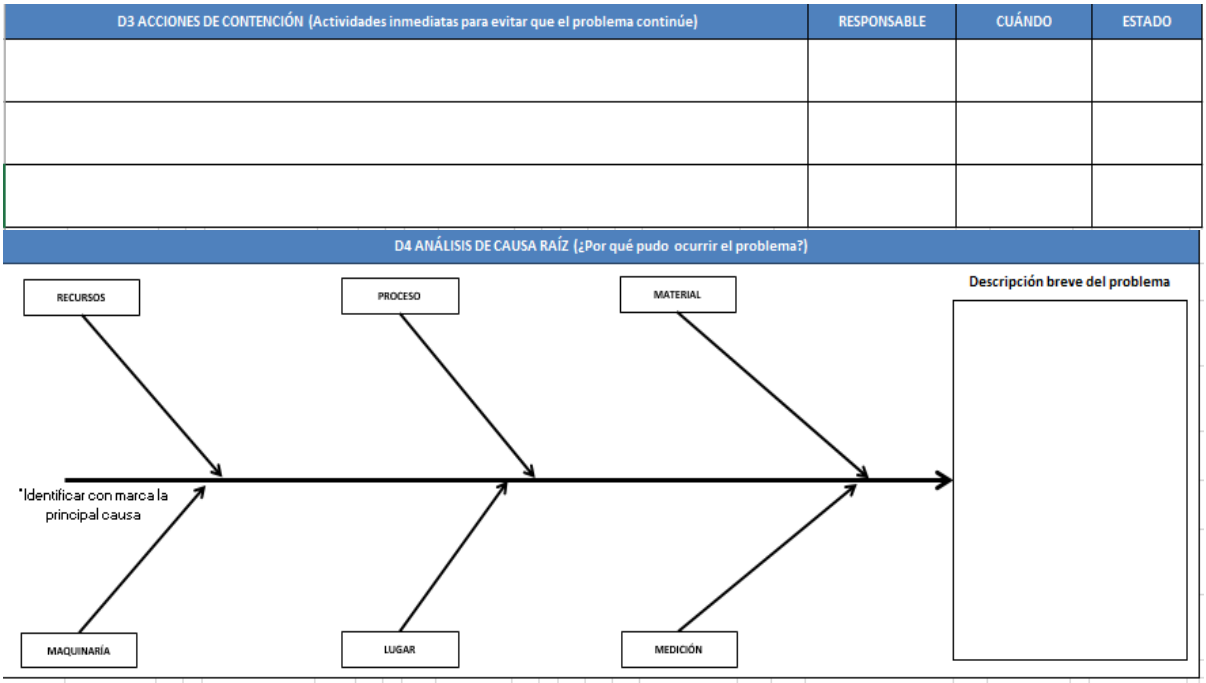


Figura 33. Formato 8DS correspondientes a D3 y D4.

D5 Acciones correctivas y D6 Validación de acciones correctivas

En esta fase, el formato aborda la etapa D5 mediante la definición de acciones correctivas orientadas a eliminar la causa raíz identificada, estableciendo responsables y fechas tentativas de cumplimiento. Posteriormente en la etapa D6 registra la implementación de dichas acciones y la verificación de su eficacia, asegurando que las medidas adoptadas contribuyan a la solución permanente de la no conformidad (Figura 34).

D5 ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES (En base a la causa marcada que realmente ocasiono el problema)	RESPONSABLE	CUANDO	ESTADO
D6 EFECTIVIDAD DE ACCIONES CORRECTIVAS (Implementación y validación de acciones correctivas permanentes)	**RESPONSABLE**	**FECHA DE TERMINO DE EVALUACIÓN**	**ESTADO**

Figura 34. Formato 8DS correspondientes a D5 y D6.

D7 Prevención de reincidencias y D8 Reconocimiento al equipo

En la etapa D7, el formato se orienta a la prevención de la recurrencia de la no conformidad mediante la estandarización de las acciones correctivas implementadas. Esta fase permitirá que las mejoras realizadas se integren de forma permanente en los procesos de la organización, a través de la actualización de prácticas operativas, controles y criterios de trabajo, reduciendo la probabilidad de que el problema vuelva a presentarse.

Por su parte, la etapa D8 corresponde al cierre formal del análisis, en la cual se documentará la conclusión del caso y se validará que las acciones implementadas hayan sido completadas y resulten efectivas. La incorporación de esta etapa en el formato contribuirá a fortalecer la trazabilidad, el aprendizaje organizacional y la cultura de mejora continua, al asegurar que cada no conformidad atendida deje evidencia documentada y conocimiento útil para futuros procesos (Figura 35)

D7 PREVENCIÓN DE REINCIDENCIAS (Eviten que el problema vuelva a ocurrir)	RESPONSABLE	CUÁNDO	ESTADO
D8 RECONOCIMIENTO AL EQUIPO			

Figura 35. Formato 8DS correspondientes a D7 y D8.

d) Formato de Reporte de retrabajo

El formato de Reporte de Retrabajo fue diseñado con la finalidad de controlar, documentar y dar trazabilidad completa a las piezas que requieren una o más intervenciones adicionales después de haber sido detectadas con alguna no conformidad durante el proceso productivo o en la inspección de calidad.

El diseño del formato integra tres áreas clave: calidad, producción y ventas, lo cual permite un enfoque integral del retrabajo. En la primera sección, correspondiente a inspección (calidad), se registra la información general del reporte, como número de orden, número de tarjeta viajera, número de parte, cantidad del lote y cantidad de piezas retrabajadas, así como el motivo del retrabajo y la confirmación de que producción ha sido enterada. Esta sección asegura la trazabilidad del producto no conforme desde su detección y evita que el retrabajo se realice sin una autorización formal.

La segunda sección, correspondiente a retrabajo (producción), permite documentar hasta tres eventos de retrabajo, registrando fechas, tiempo invertido, máquina utilizada y personal responsable. Este diseño responde a la necesidad de evidenciar la repetitividad del retrabajo, identificar operaciones críticas y evaluar el

impacto operativo que genera la corrección de defectos dentro del proceso productivo.

Posteriormente, la sección de reinspección (calidad) valida si el retrabajo fue efectivo, registrando las cantidades aceptadas, las que requieren un nuevo retrabajo o las que resultan en rechazo. Esta parte del formato refuerza el control del producto y asegura que ninguna pieza avance al siguiente proceso o al cliente sin cumplir los requisitos de calidad establecidos.

Finalmente, el formato incorpora un análisis de costo de retrabajo, donde se cuantifica el impacto económico mediante el registro del costo por minuto y el costo total del retrabajo. Esta sección es clave, ya que transforma el retrabajo de un problema operativo invisible en un indicador económico medible, facilitando la toma de decisiones por parte de la organización.

En conjunto, este formato (Figura 36) cubre la necesidad de controlar el retrabajo de manera estructurada, mejora la comunicación entre áreas, fortalece la trazabilidad del producto y proporciona información objetiva para el análisis de causas raíz y la mejora continua. Su implementación contribuye directamente a la reducción de costos de no calidad, al aumento de la eficiencia del proceso productivo y al fortalecimiento del sistema de gestión de la calidad de la empresa.

INSPECCIÓN (CALIDAD)			
NÚMERO DE REPORTE:	REPORTÓ:	NÚMERO DE TV:	FECHA:
NÚMERO DE PARTE:	NOMBRE DE LA PIEZA:	CANTIDAD DEL LOTE:	CANTIDAD PIEZAS RETRABAJO:
MOTIVO PARA RETRABAJO:			
NOMBRE Y FIRMA DE ENTERADO POR PARTE DE PRODUCCIÓN:			

RETRABAJO (PRODUCCIÓN)			
	1er RETRABAJO	2do RETRABAJO	3er RETRABAJO
FECHA:			
TIEMPO DE RETRABAJO:			
MAQUINA UTILIZADA:			
RETRABAJADAS POR:			
OBSERVACIONES:			

REINSPECCIÓN (CALIDAD)			
	1ra REINSPECCIÓN	2da REINSPECCIÓN	3ra REINSPECCIÓN
FECHA:			
CANTIDAD:			
ACEPTADAS:			
RETRABAJO:			
RECHAZO:			
INSPECCIONADAS POR:			
OBSERVACIONES:			

ANALISIS DE COSTO DE RETRABAJO (VENTAS)			
	1ra REINSPECCIÓN	2da REINSPECCIÓN	3ra REINSPECCIÓN
PRECIO POR MINUTO:			
COSTO RETRABAJO:			
GRAN TOTAL:			
EVALUADO POR:			
OBSERVACIONES:			

Figura 36. Formato de reporte de retrabajo

e) Instrucciones de control de estándares (ayudas visuales)

Con base en el análisis de las principales causas de error detectadas en el proceso productivo, se optó por la implementación de instrucciones de control de estándares, también denominadas ayudas visuales, directamente en las máquinas involucradas en la operación. Esta decisión respondió a la necesidad de reforzar el cumplimiento de los parámetros establecidos y reducir la variabilidad en la ejecución de las actividades operativas (Figura 37).

Figura 37. Ayudas visuales.

Las ayudas visuales fueron diseñadas en un formato práctico y accesible, en el cual se integraron los efectos más recurrentes que afectan la calidad del producto, así como las acciones preventivas necesarias para evitarlos. La información presentada permite que el operador identifique de manera inmediata las posibles desviaciones, comprendiendo qué condiciones, prácticas o errores operativos generan fallas en la producción.

La colocación de estas instrucciones directamente en los puntos de operación tiene como finalidad funcionar como un recordatorio constante, facilitando la correcta toma de decisiones durante la ejecución del proceso y disminuyendo la dependencia de la memoria individual o de la experiencia previa del operador. Asimismo, estas ayudas visuales contribuyen a la estandarización del trabajo,

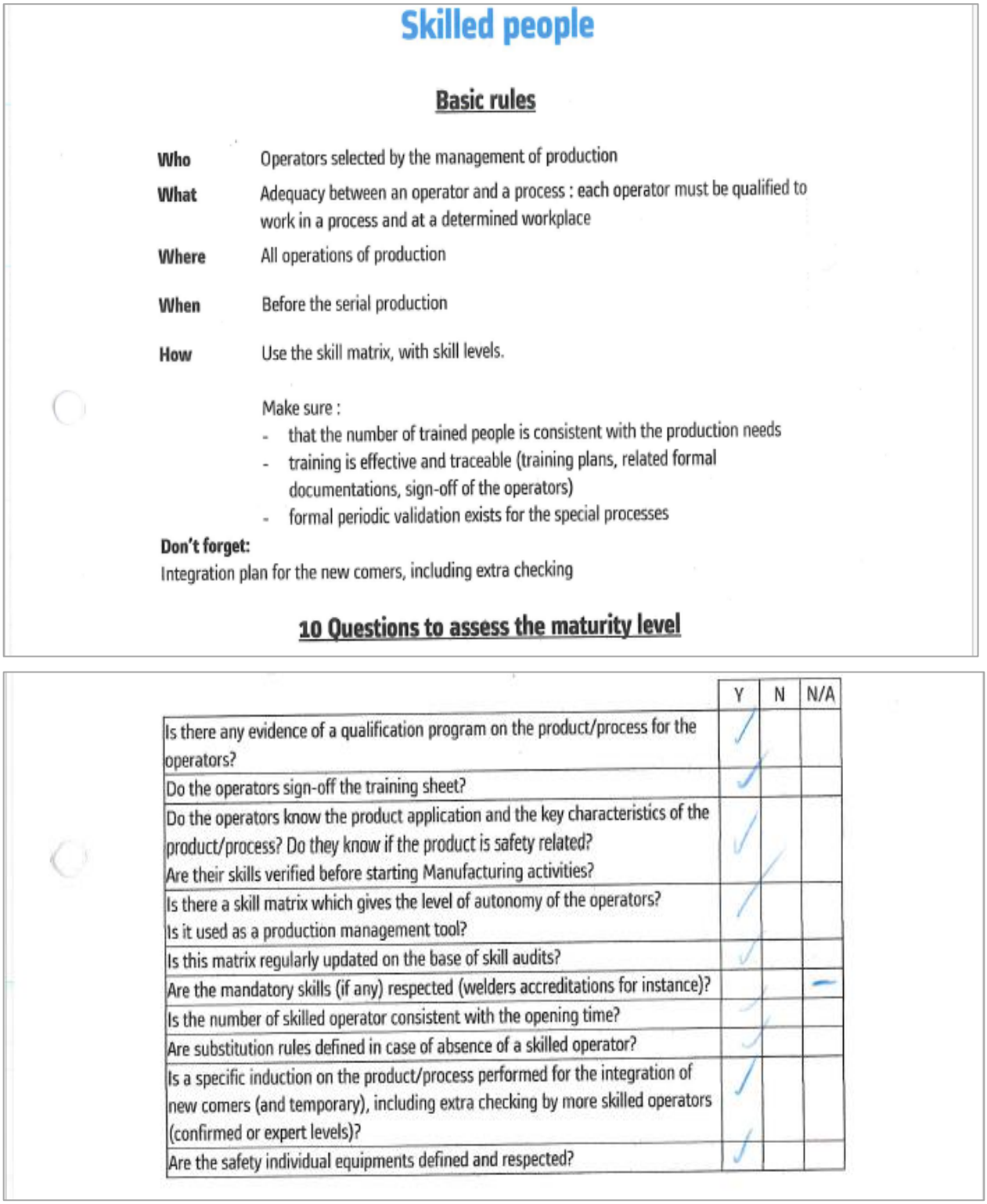
fortalecen la disciplina operativa y promueven una mayor conciencia sobre la importancia del control de los estándares de calidad.

4.6 Análisis de cumplimiento de los objetivos específicos

Objetivo específico 1

En cumplimiento del objetivo específico 1, se diseñó y aplicó una matriz de habilidades para identificar el nivel de competencia del personal operativo por operación. La aplicación de esta herramienta permitió obtener un registro estructurado del conocimiento técnico del personal, evidenciando diferencias en los niveles de dominio entre operadores y la ausencia de capacitación formal en ciertas operaciones críticas del proceso.

La matriz de habilidades fue utilizada como evidencia durante una auditoría externa realizada por un cliente potencial, permitiendo el cierre satisfactorio de los criterios relacionados con competencia y capacitación del personal. En la Figura 38 se presenta el cierre satisfactorio de los puntos auditados con respecto al criterio evaluado: Personal Cualificado.



Skilled people

Basic rules

Who Operators selected by the management of production

What Adequacy between an operator and a process : each operator must be qualified to work in a process and at a determined workplace

Where All operations of production

When Before the serial production

How Use the skill matrix, with skill levels.

Make sure :
- that the number of trained people is consistent with the production needs
- training is effective and traceable (training plans, related formal documentations, sign-off of the operators)
- formal periodic validation exists for the special processes

Don't forget:
Integration plan for the new comers, including extra checking

10 Questions to assess the maturity level

	Y	N	N/A
Is there any evidence of a qualification program on the product/process for the operators?	✓		
Do the operators sign-off the training sheet?	✓		
Do the operators know the product application and the key characteristics of the product/process? Do they know if the product is safety related? Are their skills verified before starting Manufacturing activities?	✓		
Is there a skill matrix which gives the level of autonomy of the operators? Is it used as a production management tool?	✓		
Is this matrix regularly updated on the base of skill audits?	✓		
Are the mandatory skills (if any) respected (welders accreditations for instance)?			–
Is the number of skilled operator consistent with the opening time?	✓		
Are substitution rules defined in case of absence of a skilled operator?	✓		
Is a specific induction on the product/process performed for the integration of new comers (and temporary), including extra checking by more skilled operators (confirmed or expert levels)?	✓		
Are the safety individual equipments defined and respected?	✓		

Figura 38. Checklist de auditoría.

Objetivo específico 2

Se diseñaron y aplicaron dos formatos complementarios para el control de las no conformidades: el Reporte de Producto No Conforme y el Formato de Registro de Producto No Conforme. El primero fue utilizado en el momento en que se identificaba una no conformidad, permitiendo documentar de manera inmediata el tipo de defecto, el proceso involucrado y las condiciones en las que se generó. El segundo formato se empleó como un registro acumulativo, con el fin de concentrar la información de las no conformidades ocurridas durante un periodo determinado y facilitar posteriormente el análisis estadístico y la generación de indicadores de desempeño.

La aplicación conjunta de ambos formatos permitió mejorar la trazabilidad de los rechazos internos y externos, así como la identificación de patrones recurrentes asociados a determinadas operaciones o procesos. Asimismo, esta información sirvió como base para el seguimiento de acciones de contención y correctivas, fortaleciendo el control del proceso productivo.

De manera adicional, la implementación de estos formatos contribuyó al cierre de un punto de auditoría enfocado en la gestión de las no conformidades, en el cual se evaluaba la existencia y aplicación de un mecanismo formal para su identificación, registro y seguimiento. La evidencia generada a través de dichos formatos permitió demostrar que la organización cuenta con una metodología documentada para la gestión de no conformidades, alineada con los requerimientos del sistema de gestión de la calidad, sin que ello implique sustituir los procedimientos internos establecidos por la empresa.

Objetivo específico 3

El diseño e implementación del formato de inspección en proceso permitió registrar de manera sistemática las variaciones dimensionales presentadas en cada etapa de fabricación. Este formato fue utilizado por el personal de inspección para documentar los valores correspondientes a las cotas críticas del producto, así como los ajustes o cambios realizados durante el proceso productivo.

La aplicación de este formato facilitó el seguimiento del comportamiento del proceso en tiempo real, permitiendo identificar desviaciones desde etapas tempranas de fabricación. A partir de la información registrada, fue posible reconocer en qué operación o ajuste se presentaban variaciones respecto a las especificaciones técnicas, proporcionando datos objetivos para la toma de decisiones inmediatas y evitando la propagación de defectos hacia etapas posteriores del proceso.

Los registros obtenidos mediante el formato de inspección en proceso constituyeron una fuente de información verificable para el control de calidad, contribuyendo a una mayor trazabilidad de los cambios realizados sobre cada pieza y fortaleciendo el monitoreo continuo del proceso productivo. Adicionalmente, los registros generados sirvieron como base para el establecimiento de medidas preventivas en aquellas etapas del proceso donde se detectaron mayores variaciones. Dichas medidas se orientaron tanto al fortalecimiento de las competencias del personal, cuando fue necesario, como a la incorporación de ayudas visuales que contribuyan a estandarizar las prácticas operativas y reducir la repetición de errores.

Objetivo específico 4

Con el fin de mejorar las condiciones del entorno productivo, se realizó un diagnóstico visual basado en los principios de la metodología 5S, enfocado en identificar áreas de oportunidad relacionadas con el orden, la limpieza y la organización del área de trabajo

Se implementaron acciones alineadas a las primeras etapas de la metodología 5S, tales como la eliminación de elementos innecesarios, la definición de ubicaciones específicas para herramientas y materiales, así como la limpieza y reorganización del área. Como resultado, se logró un entorno de trabajo más ordenado, visualmente controlado y funcional, facilitando la ejecución de las actividades operativas.

Figura 39. Pasillos delimitados y libres de obstrucciones.

Figura 40. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiri

Figura 41. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiso.

Figura 42. Estado antes y después de la organización en el área de trabajo: Seiton

Conforme los formatos diseñados fueron implementados y utilizados de manera sistemática dentro de la organización, se logró establecer un esquema de registro estructurado que permitió generar trazabilidad a lo largo del proceso productivo. Dicha trazabilidad hizo posible la recopilación de información confiable y verificable, la cual previamente no era documentada ni analizada de forma formal por la empresa.

Los datos obtenidos a partir de estos registros sirvieron como base para la elaboración de indicadores clave de desempeño (Key Performance Indicators, KPIs) de carácter mensual, los cuales no existían anteriormente dentro del sistema de gestión de la organización. La implementación de estas métricas permitió evaluar de manera objetiva el comportamiento del proceso, identificar desviaciones recurrentes, detectar áreas críticas y reconocer aquellas etapas que requieren mayor control y atención.

Bajo el principio de que aquello que no se mide no puede ser controlado ni mejorado, el desarrollo de estos indicadores representó un avance significativo en la gestión de la calidad, al proporcionar información cuantitativa para la toma de decisiones, el seguimiento del desempeño del proceso y la mejora continua.

Entre los principales KPIs desarrollados a partir de la información generada por los formatos implementados se encuentran los siguientes:

a) Piezas liberadas vs piezas rechazadas

Durante el año 2024, si bien el porcentaje de piezas aceptadas se mantuvo en niveles elevados (cercanos al 99.9%), el comportamiento del indicador presentó variaciones mensuales en la cantidad de piezas rechazadas, registrándose rechazos de manera recurrente a lo largo del año. Asimismo, la organización no contaba con un sistema formal que permitiera dar seguimiento estructurado a las causas de dichos rechazos, lo que limitaba el análisis profundo del desempeño del proceso.

En contraste, para el año 2025, posterior a la implementación de los formatos de inspección en proceso, reporte y registro de producto no conforme, así como de la matriz de habilidades, se observó una mejora significativa en la estabilidad del indicador. Los porcentajes de aceptación se mantuvieron de forma más consistente en valores cercanos o iguales al 100%, destacando además la presencia de meses con rechazo nulo, situación que no se presentó de manera sostenida en el periodo anterior.

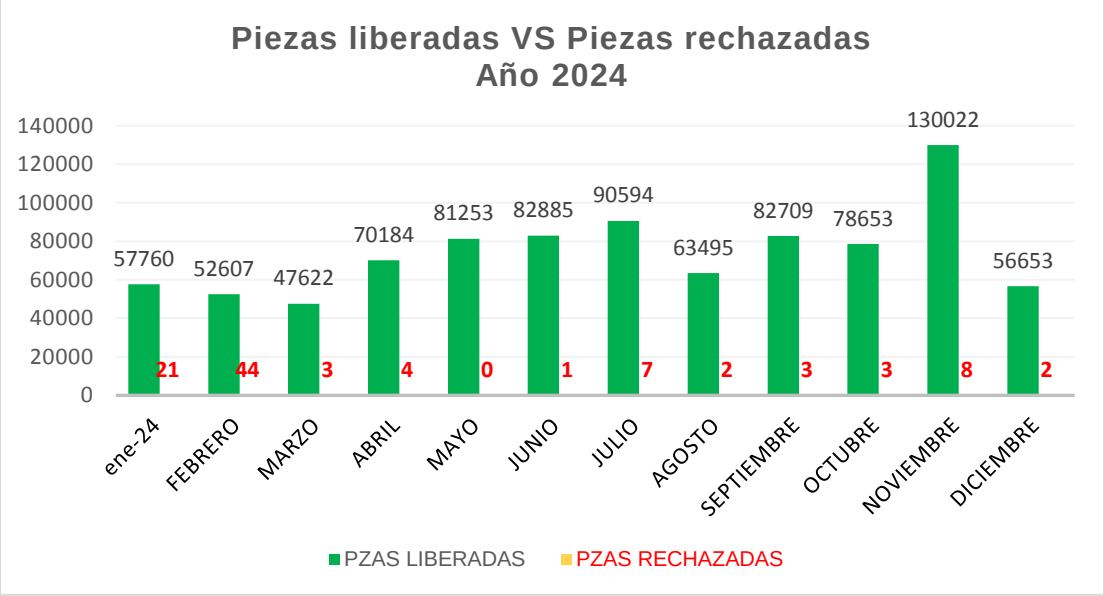


Figura 43. Piezas liberadas vs piezas rechazadas 2024.

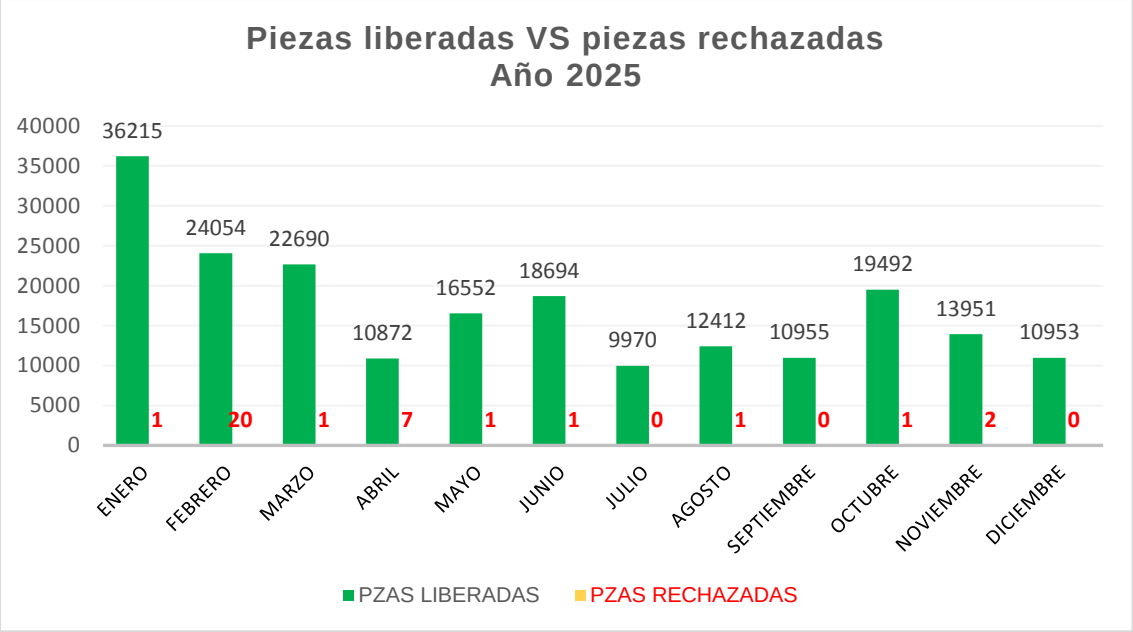


Figura 44. Piezas liberadas vs piezas rechazadas 2025.

Adicionalmente, la cantidad de piezas rechazadas por mes mostró una reducción y mayor control, evidenciando un proceso más estable y con menor variabilidad. Este comportamiento refleja no solo una mejora en el resultado final del producto, sino también un mayor control durante las etapas intermedias del proceso, derivado del uso sistemático de los formatos implementados.

La mejora observada en 2025 está directamente asociada a la disponibilidad de información trazable y oportuna generada mediante:

- El reporte de Producto No Conforme, para la atención inmediata de desviaciones.
- Registro de Producto No Conforme, para el análisis histórico de rechazos.
- Formato de Inspección en Proceso, para el control de cotas críticas,
- Matriz de Habilidades, que permitió asignar personal competente a las operaciones clave.

b) Índice de piezas retrabajadas por mes

El indicador Piezas retrabajadas por mes fue utilizado para evaluar el comportamiento del reproceso dentro del sistema productivo y medir el efecto de los mecanismos de control implementados tras la aplicación de las propuestas de mejora.

Durante el año 2024, los resultados mostraron una alta variabilidad en la cantidad de piezas retrabajadas, evidenciando la falta de controles preventivos y de registros sistemáticos que permitieran identificar oportunamente las desviaciones del proceso. Destaca particularmente el mes de mayo, en el cual se registraron 117 piezas retrabajadas, representando un evento crítico que refleja la ausencia de herramientas formales para la detección temprana de fallas y la gestión estructurada de las no conformidades (Figura 45 Índice de piezas retrabajadas en 2024).

Figura 45. Índice de piezas retrabajadas por mes en el año 2024

En contraste, la Figura 46 muestra los resultados correspondientes al año 2025 evidencian una reducción significativa y sostenida del retrabajo, manteniéndose en valores cercanos a cero durante la mayor parte del periodo analizado, con únicamente tres meses que presentaron un máximo de dos piezas retrabajadas. A diferencia del año anterior, no se identificaron picos atípicos ni concentraciones relevantes de reprocesos.

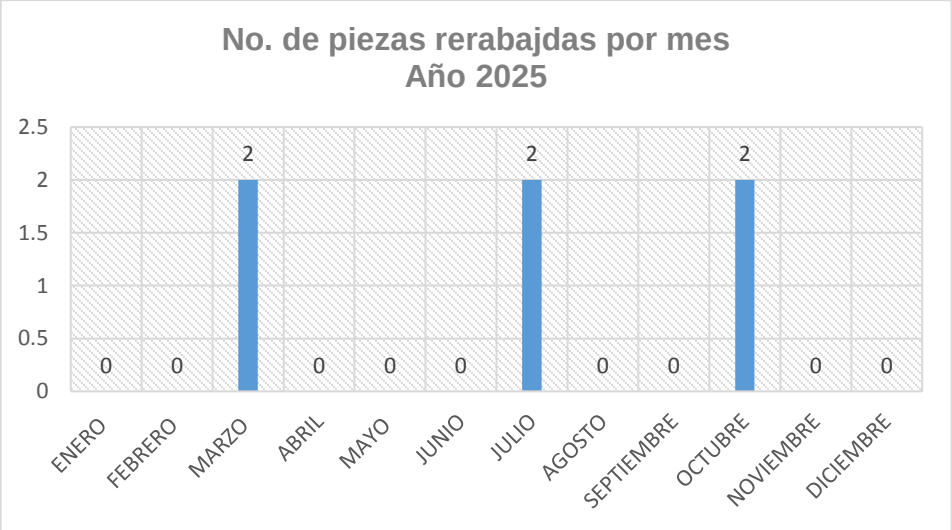


Figura 46. Piezas liberadas vs piezas rechazadas 2025.

Esta mejora se encuentra directamente asociada a la implementación de los formatos diseñados durante el desarrollo del proyecto, entre los que destacan el reporte de producto no conforme, el registro de producto no conforme, el formato de inspección en proceso y la matriz de habilidades del personal. Dichos instrumentos permitieron documentar las desviaciones en el momento de su identificación, controlar las variaciones en las características críticas del proceso y asegurar la correcta asignación del personal conforme a sus competencias técnicas.

Como resultado, el proceso transitó de un enfoque reactivo centrado en la corrección del defecto a un enfoque preventivo, basado en el control del proceso y el uso sistemático de información para la toma de decisiones. La reducción del retrabajo observada impactó de manera directa en la estabilidad del proceso, el aprovechamiento de los recursos y la eficiencia operativa de la organización.

c) Análisis de Scrap interno

A partir de la información registrada en los formatos de control implementados, se realizó un análisis del Scrap interno generado durante el periodo de estudio. Este análisis permitió concentrar y evaluar de manera objetiva los rechazos internos del proceso, identificando tendencias y comportamientos relevantes que se presentan en los indicadores mostrados a continuación.

- **Diseño con mayor afectación**

Con el objetivo de identificar la recurrencia de no conformidades asociadas a productos específicos, se realizó un análisis mensual de los diseños con mayor afectación por scrap interno. La Figura 46, muestra el análisis que se construyó a partir de la información registrada en los formatos de producto no conforme, inspección en proceso y reporte de retrabajo, los cuales permitieron clasificar los rechazos por tipo de diseño.

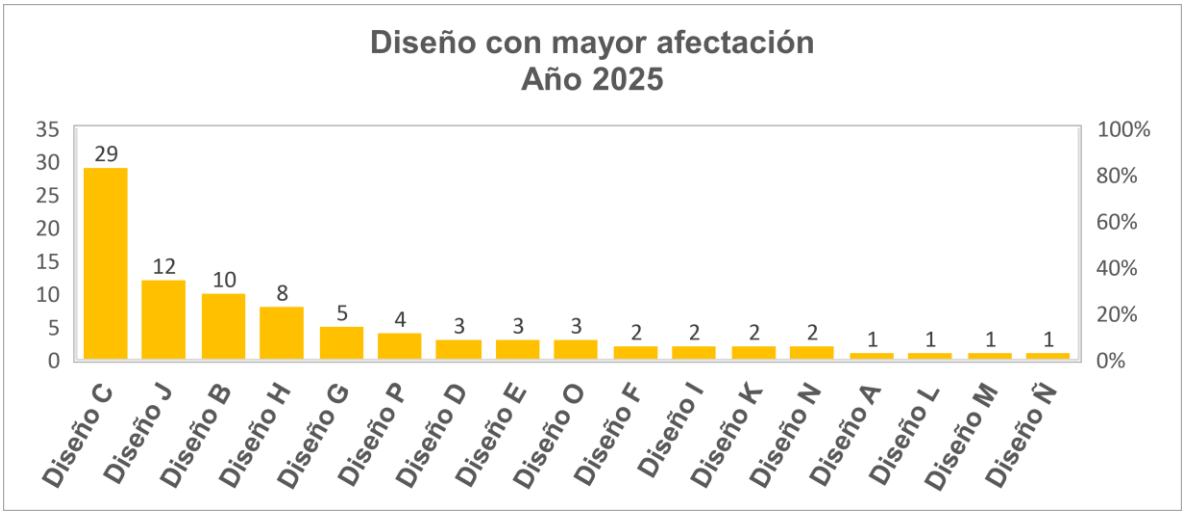


Figura 47. Diseño con mayor afectación en el año 2025.

Para efectos de confidencialidad, los diseños fueron codificados, manteniendo la consistencia del análisis y permitiendo visualizar la concentración de rechazos a lo largo del periodo evaluado.

- **Número de piezas rechazadas por mes**

A partir de los registros sistemáticos generados durante la operación, se elaboró un indicador que muestra el número de piezas rechazadas por mes como consecuencia de Scrap interno. Este gráfico permite observar el comportamiento mensual de los rechazos y su variabilidad a lo largo del periodo de estudio (ver Figura 48).

Figura 48. Número de piezas rechazadas por mes del año 2025.

La información presentada fue obtenida directamente de los formatos de control de calidad implementados, lo que facilitó la cuantificación y seguimiento de los rechazos de manera estructurada y trazable.

- **Análisis de principales causas de Scrap**

Con base en los reportes de producto no conforme y los registros de inspección en proceso, se realizó una clasificación de las principales causas asociadas al Scrap interno. Este análisis permitió agrupar los rechazos de acuerdo con su origen, facilitando la identificación de las causas más frecuentes dentro del proceso productivo. (Figura 49).

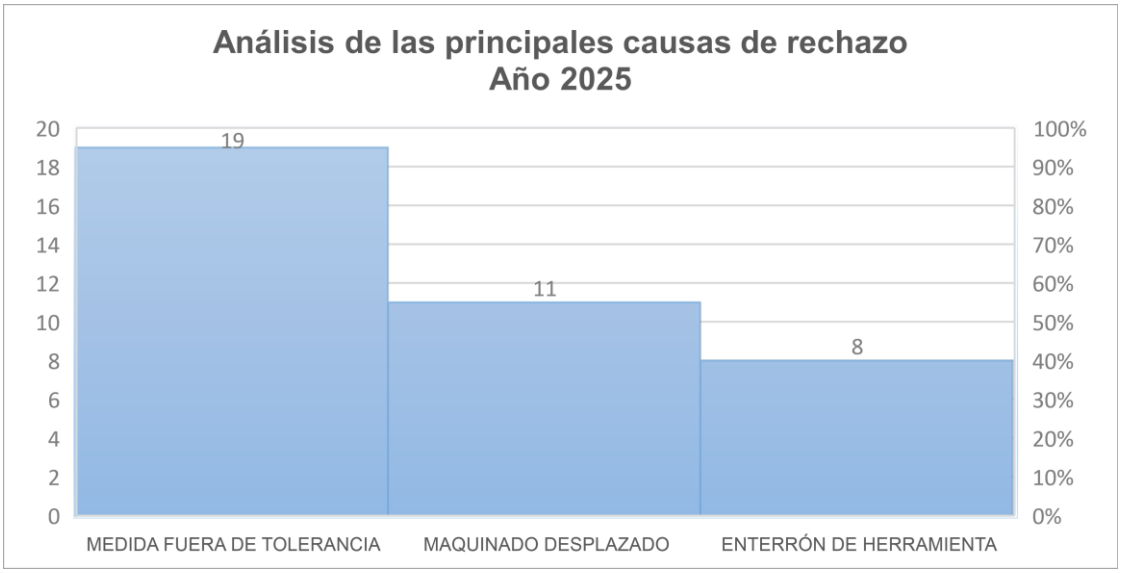


Figura 49. Análisis de causa de Scrap.

La representación gráfica de estas causas permite visualizar su distribución relativa y proporciona una base objetiva para el análisis del comportamiento del proceso durante el periodo evaluado.

Capítulo V. Discusión

El análisis e interpretación de los hallazgos obtenidos en la empresa MTYS permitió estructurar un plan de acción orientado a la mejora del desempeño del sistema productivo. Dicho análisis se sustentó en cinco pilares fundamentales: personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones, los cuales surgieron del diagnóstico y la observación sistemática del problema central identificado en la organización.

Inicialmente, la problemática se percibía como una deficiencia general en la calidad del producto; sin embargo, el desarrollo de la investigación permitió descomponer esta percepción en diversos factores interrelacionados que, en conjunto, explicaban la generación de no conformidades. Se concluyó que estos cinco pilares están presentes en cualquier organización productiva y que la deficiencia en uno de ellos impacta progresivamente a los demás, debido a su estrecha interdependencia.

El pilar personas, enfocado principalmente en el área productiva, evidenció que la falta de claridad en funciones, responsabilidades y criterios de calidad, así como la ausencia de capacitación y adiestramiento formal, incrementa la probabilidad de errores operativos. El fortalecimiento de estos aspectos contribuyó directamente a la reducción de rechazos y retrabajos.

Respecto al pilar productos, se identificó que la calidad no se limita al cumplimiento de las especificaciones finales, sino que depende de la correcta definición, comunicación y comprensión de los requisitos técnicos en cada etapa del proceso productivo. La falta de alineación entre las áreas involucradas generaba variabilidad e inconsistencias en el resultado final.

El pilar procesos se relaciona con la necesidad de contar con procesos documentados, estandarizados y alineados a los requisitos de trazabilidad establecidos en la norma ISO 9001:2015. La ausencia de registros y controles impedía el seguimiento de las variaciones del proceso y dificultaba la identificación de causas raíz, limitando la mejora continua.

En cuanto a los procedimientos, se confirmó su papel fundamental dentro del sistema de gestión de la calidad. De acuerdo con la norma ISO 9001:2015, los procedimientos funcionan como una guía estandarizada de trabajo; sin ellos, la ejecución consistente de las actividades se vuelve improbable. Estos deben ser claros, alcanzables y comprendidos por el personal para garantizar su correcta aplicación.

El pilar instalaciones abarca el entorno físico de trabajo, incluyendo el orden, la limpieza, las buenas prácticas, la calibración de equipos y la cultura organizacional asociada. Se identificó que un entorno organizado y seguro favorece el desempeño operativo y repercute positivamente en la calidad del producto.

Como parte del diagnóstico, se aplicaron cuestionarios oficiales al personal del área productiva, logrando una cobertura del 95 % de los colaboradores mediante el uso de Google Forms. Los principales hallazgos identificaron como causas relevantes la falta de capacitación formal y motivación del personal operativo, la ausencia de procedimientos definidos, deficiencias en la trazabilidad del proceso, inexistencia de formatos de control estandarizados y una débil cultura de orden y limpieza.

Al intervenir sobre estos factores mediante el diseño e implementación de formatos de control y herramientas de apoyo, se observaron mejoras en el desempeño de las actividades, en la concientización del personal, en el entorno organizacional y en la reducción de rechazos, así como una mayor estabilidad del proceso productivo. Los resultados obtenidos guardan coherencia con investigaciones previas relacionadas con modelos de mejora continua basados en la norma ISO 9001:2015, las cuales señalan que la gestión de la calidad debe abordarse de manera integral y no limitarse únicamente a la conformidad del producto, destacando la importancia de la trazabilidad y el uso de indicadores de desempeño.

Asimismo, se puede afirmar que los objetivos planteados fueron alcanzados, ya que la implementación de los formatos permitió cerrar un punto de auditoría relacionado con la trazabilidad y el cumplimiento de diversas cláusulas de la norma ISO 9001:2015. La matriz de habilidades permitió identificar brechas de

competencias en el personal operativo, evidenciando la necesidad de fortalecer la capacitación y la estandarización de procedimientos.

Entre las principales limitaciones del estudio se identificaron el periodo de análisis de seis meses, la no participación del 5 % de la plantilla y la resistencia al cambio cultural observada en algunos colaboradores, principalmente mayores de 35 años, lo cual coincide con lo señalado por Hernández (2023).

A pesar de ello, la investigación aportó el diseño e integración de un sistema básico pero funcional de control y trazabilidad alineado a la norma ISO 9001:2015, adaptado a las condiciones reales del área productiva, que incluyó una matriz de habilidades, formatos de control, soporte en la metodología 5S y la conversión de registros operativos en indicadores clave de desempeño. Finalmente, este trabajo abrió la posibilidad de fortalecer la trazabilidad, la toma de decisiones basada en datos, la estandarización de la gestión de no conformidades, la identificación de necesidades de capacitación y la mejora del entorno de trabajo.

Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo de investigación permitió cumplir con el objetivo general de estandarizar procesos clave dentro de la cadena de producción de una empresa del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de partes ferroviarias, atendiendo una problemática relacionada con la variabilidad del proceso, la falta de trazabilidad y la gestión limitada de la información de calidad. A través del diseño e implementación de herramientas documentales y de control, fue posible generar información confiable que sirvió como base para la toma de decisiones y la mejora continua.

La implementación de formatos como el reporte de producto no conforme, el registro de no conformidades, el reporte de inspección en proceso y las ayudas visuales de control permitió fortalecer la gestión de la calidad, al proporcionar mecanismos claros para la identificación, documentación y análisis de desviaciones tanto internas como externas. Estas herramientas contribuyeron a una mayor disciplina operativa, al estandarizar la forma en que se registra la información y se atienden las no conformidades, reduciendo la dependencia del conocimiento empírico y promoviendo prácticas más consistentes.

Asimismo, la información generada a partir de estos formatos hizo posible el desarrollo de indicadores clave de desempeño (KPIs), los cuales anteriormente no existían en la organización. Estos indicadores permitieron evaluar el comportamiento del proceso productivo a lo largo del tiempo, identificar tendencias, detectar áreas críticas y priorizar acciones correctivas y preventivas. De esta manera, se fortaleció el principio fundamental de la mejora continua, al confirmar que aquello que no se mide no puede evaluarse ni mejorarse de manera efectiva.

Los resultados obtenidos reflejan una mejora en el control del proceso productivo, evidenciada en la reducción de piezas retrabajadas, una mejor gestión del scrap interno y una mayor claridad sobre las principales causas de rechazo. Esto permitió a la organización enfocar esfuerzos en etapas específicas del proceso, así como en el fortalecimiento de la capacitación del personal y el uso de apoyos visuales como herramientas preventivas para evitar la reincidencia de errores.

Es importante destacar que la calidad, dentro del contexto industrial, no debe entenderse únicamente como el cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto final. La calidad es un concepto integral que involucra múltiples factores interrelacionados, tales como las personas que ejecutan los procesos, los procedimientos establecidos, las condiciones de las instalaciones, la disponibilidad de información clara y accesible, así como la disciplina operativa en la ejecución de cada actividad. En este sentido, la estandarización de procesos no solo impacta directamente en el producto, sino que fortalece el sistema productivo en su conjunto, promoviendo una cultura de calidad sostenible y orientada a la prevención de errores más que a su corrección.

Desde el enfoque de la Ingeniería Industrial, este trabajo aporta una metodología práctica y replicable para el control y análisis de procesos productivos en entornos donde la estandarización es limitada o inexistente. La integración de herramientas sencillas, pero estructuradas, demuestra que no siempre es necesaria la implementación de sistemas complejos para lograr mejoras significativas, sino que el aprovechamiento adecuado de la información y la disciplina en su uso pueden generar impactos relevantes en la estabilidad del proceso y la calidad del producto.

Finalmente, esta investigación abre la posibilidad de futuras mejoras, tales como la digitalización de los formatos implementados, la ampliación del sistema de indicadores y la integración de herramientas de análisis estadístico más avanzadas. Asimismo, sienta las bases para continuar fortaleciendo una cultura de calidad dentro de la organización, donde la mejora continua sea entendida como un proceso permanente y transversal a todas las áreas involucradas en la producción.

Referencias

- Abu-Hassan, S., Rahman, N., & Tajul-Arifin, K. (2023). Quality Culture, Quality Management and Organizational Performance: A Structural Model for the Manufacturing Sector. Procedia Economics and Business, 49(2), 85–97.
- Ahrens, M., Nagel, L., & Schneider, K. (2024). What you see is what you trace: A two-stage interview study on traceability practices and eye tracking potential. Requirements Engineering, 29, 329–355.
- Alarcón, F. J., Fernández, A., & Torres, M. L. (2024). An integrated Lean and Six Sigma framework to identify and reduce sources of variability occurring in the final product composition of a Spanish SME fertilizer manufacturer. Applied Sciences, 14(23), 10894.
- Alcaraz, G., García, C., & López, J. (2023). Gestión integral de la calidad en la industria manufacturera mexicana: retos y estrategias de implementación. Journal of Industrial Engineering and Management, 16(3), 115–128.
- Allauca, F., & Mosquera, J. (2022). Aplicación de la metodología 5S en las pymes dedicadas a la fabricación estructural. Revista Científica Aplicación Industrial, 7(2), 45-58.
- American Society for Quality (ASQ). (2020). Quality Glossary: Process. https://asq.org/quality-resources/process
- American Society for Quality (ASQ). (2023). 5 Whys: Root Cause Analysis Tool. https://asq.org/quality-resources/five-whys
- Arango, J. y Mosquera, L. (2023). Aplicación de herramientas Kaizen para la reducción de desperdicios en plantas metalmecánicas. Revista Ingenieria y Desarrollo, 41(1), 77-90.
- Bakhtiar, A., Nugraha, A., Suliantoro, H., & Pujotomo, D. (2023). The effect of quality management system (ISO 9001) on the company's operational performance. Cogent Business & Management, 10(2), 2203304.
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2022). Smart factory performance and Industry 4.0. Journal of Manufacturing Technology Management, 33(3), 475–495.

- Camango, C. (2023). ISO 9001 maintenance, decertification and recertification. TQM Journal.
- Carrillo, R. (2021). Evaluación del sistema de Gestión de calidad en empresas metalmecánicas mexicanas certificadas bajo ISO 9001:2015. Ingenieria Industrial Actual, 12(3),88-99
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2025). Ley Federal del Trabajo. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFT.pdf
- Córdova Verdugo, S. V., Aillón Albán, J. C., & Maldonado Palacios, I. A. (2025). La capacitación continua en la productividad laboral. Revista InveCom, 5(3), 115–130.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). SAGE Publications.
- Crosby, P. B. (1979). Quality is Free: The Art of Making Quality Certain. New York, NY: McGraw-Hill.
- Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis: Quality, Productivity, and Competitive Position. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Deming, W.E. (1989). Out of the Crisis. Cambridge, MA: Massachussetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2020). Managing for Quality and Performance Excellence (11th ed.). Cengage Learning.
- Feigenbaum, A.V. (1991). Total Quality Control (3rd ed). Mew York, NY; McGraw-Hill.
- Fernández, P., Martínez, G., & López, M. (2024). Process Standardization and Human Factors in Metalworking Industries: A Systemic Review. International Journal of Industrial Engineering & Operations Management, 21(1), 102–119.
- Forbes Mexico. 2020, enero,10). Sólo 11% de las empresas dieron capacitación a empleados en 2019: OCCMundial. https://forbes.com.mx/solo-11-de-las-empresas-dieron-capacitacion-a-empleados-en-2019-occmundial/
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. Management Decisión, 46(4), 565–579.

- García, A., & Soto, E. (2023). La capacitación del personal operativo y su relación con la productividad. UNACH Repositorio Institucional.
- Gupta, A., Singh, P., & Verma, K. (2023). Process standardization as a driver for sustainable manufacturing performance. Journal of Cleaner Production, 419, 137–146.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2020). Control estadístico de la calidad y seis sigma. McGraw-Hill Interamericana.
- Harrington, H. J. (1991). Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness. McGraw-Hill
- Harry, M., & Schroeder, R. (2020). Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. Doubleday
- Hays Mexico. (2019). 6 de cada 10 empresas en México no invierte en la capacitación de sus empleados: Reporte Laboral México 2019. PR Newswire. https://www.prnewswire.com/news-releases/6-de-c
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2022). Metodología de la investigación (7.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- INEGI. (2024). Encuesta industrial anual 2024: Industria metálica básica y metalmecanica. Instituto Nacional de Estadistica y Geografia. https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/949/related-materials.
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). ISO 9001:2015-Quality management systems. - Requirements. ISO.
- Ishikawa, K. (1985). What is total quality control? The Japanese way. Prentice Hall.
- Ji, R. (2024). Analysis and optimization of industrial engineering and management operating environment based on human factors engineering. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9 (1).
- Juran, J. M. (1981). Quality Control Handbook (4th ed.). McGraw-Hill.
- Juran, J. M. (1990). Juran y el liderazgo para la calidad: Un manual para directivos. Ediciones Díaz de Santos.
- Kotter, J. (2002). Business Minds: Managment Wisdom, Direct from the World's Greatest Thinkers. EU: Pearson.

- Lestyánszka Škůrková, K., Fidlerová, H., Niciejewska, M., & Idzikowski, A. (2023). Quality improvement of the forging process using Pareto analysis and 8D methodology in automotive manufacturing: A case study. Standards, 3(1), 84–94.
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill.
- Liu, H.-C., Liu, R., Gu, X., & Yang, M. (2023). From total quality management to Quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. Frontiers of Engineering Management, 10, 191–205.
- Martínez, L., & Reyes, P. (2023). Herramientas de gestión Kaizen para no conformidades. Revista Tecnología y Gestión Industrial, 14(2), 45–58.
- Mazur, J. R. (2024). Standardization practices for process optimization in metalworking industries. Procedia Manufacturing, 72, 95–104.
- Medyński, D. (2023). Digital standardization of lean manufacturing tools and methodologies applied for process sustainability. Applied Sciences, 13(10), 6259.
- Mendieta Almeida, C. J., & Parra Tenesaca, E. G. (2020). Diseño del proceso de evaluación del desempeño para los colaboradores de la Unidad Educativa Kennedy, período mayo-noviembre 2020 [Trabajo de intervención, Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19595
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organization. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 24(2), 211-214.
- Molina, S. (2017). La información continia como factor de sostenibilidad en la gestión de calidad. Revista de Innovación Industrial, 6(1), 12-23.
- Mon, A., Del Giorgio, H. R., Roark, G. Y., Saavedra Sueldo, C., Pérez Colo, I., & De Paula, M. (2025). SME users in Industry 4.0: Study of the metalworking industry in Argentina. CLEI Electronic Journal, 28(1), Article 2.
- Mondal, S. (2023). Reinforcing the significance of human factor in achieving supply chain quality management practices. The TQM Journal, 35(1), 183-200

- Montgomery, D. C. (2021). Introduction to Statistical Quality Control (9th ed.). Wiley
- Moreno, G. (1985). La importancia del control de calidad en la producción. Recuperado de https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/pmig2018/0032609/0032609.pdf
- Muotka, S. (2023). A Design Thinking Approach: Applying 5S methodology to organize a laboratory space and enhance productivity toward a green university. Engineering Proceedings, 114(1), 12.
- Muotka, S. (2023). A Design Thinking Approach: Applying 5S methodology to organize a laboratory space and enhance productivity toward a green university. Engineering Proceedings, 114(1), 12.
- Navarro Silva, O., Ferrer Reyes, W., & Burgos Bencomo, O. (2020). La calidad como factor estratégico en el desarrollo competitivo de las pequeñas y medianas empresas. Revista Universidad y Sociedad, 12(2), 171–180.
- Navarro, E., & Naranjo. A. (2025). Integración de modelos Lean y TQM para la gestión de la calidad total en entornos manufactureros. Ingeniería Industrial, 37(2), 130-145
- Ogu, S. J. (2024). Employee participation in decision-making and organizational commitment: A study of modern organizations. Journal of Commerce, Management and Tourism Studies, 3(1), 55-64.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press.
- Osada, T. (1991). The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment. Asian Productivity Organization.
- Parra, V. (2015). La medición y control de procesos industriales como base de la mejora continua. Revista de Ingeniería Industrial Latinoamericana, 12(1), 33–47.
- Pawlak, S., Nowacki, K., & Kania, H. (2023). Analysis of the impact of the 5S tool and standardization on the duration of the production process – case study. Production Engineering Archives, 29(4), 421–427.

- Ramírez Lozano, D.I. (2024). Process Optimization in Metalworking Industry SMEs by Lean Manufacturing.Proceedings of IEOM Society International.
- Ramírez, H. M. M., y Castro, O. J. A. (2014). Perspective of traceability in the food supply chain: An approach from system dynamics. Ingeniería, 19(2), 63–84.
- Ramírez-Ramírez, A. G., & Rojas-Solórzano, L. A. (2023). Aplicación de una matriz de habilidades para la gestión por competencias en sistemas de calidad industrial. Revista Latinoamericana de Ingeniería y Gestión Industrial, 10(2), 53–61.
- Ramos Carrillo, M. E. (2021). Implementación del sistema de calidad en una microempresa [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente].
- Rani, P., & Singh, S. (2022). Impact of 5S Implementation on Productivity and Quality in Metalworking SMEs. International Journal of Lean Six Sigma, 13(3), 612–628.
- Reinoso Avecillas, MB, Juca Juca, MH, Condo Aguirre, BF, & Zambrano Heras, LE. (2024). Integration of management systems in the metalworking industry. ConcienciaDigital, 7(2), 67-90.
- Reyes Chacón, D. A., Cadena López, A., & Rivera González, G. (2022). El Sistema de Gestión de Calidad y su relación con la innovación. Inter disciplina, 10(26), 217-240.
- Schuitemaker, R., & Xu, X. (2020). Product traceability in manufacturing: A technical review. Procedia CIRP, 93, 700-705.
- Silva Aguilera, R., Garay Díaz, J., Figueroa Ibarra, G., Guirette-Barbosa, O., Cruz-Domínguez, O., Ortiz-Sánchez, L., & Vera-Ponce, S. (2024). Optimización en la producción de alimentos mediante el sistema ISO 9001:2015. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 16(32), 7–11.
- Sugiura, K. (2020). Lean Foundations: Sustaining Continuous Improvement through 5S. Springer.
- Vargas Rodríguez, H. (2004). Manual de implementación programa 5S. Corporación Autónoma Regional de Santander.

- Vera, G. (2019). Propuesta de un plan de implementación de la metodología 5S en el Taller Industrial Vera (Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil).
- Villasur Gallego, E. (2021). Propuesta de un sistema de trazabilidad de productos en la cadena de suministro industrial [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid].
- Zebra Technologies Corporation. (2024). Zebra study: only 16 % of manufacturers have real-time visibility into manufacturing production.
- Zen en la organización. (2009). Las 5 S's la primera: SEIRI o clasificación. Zen Empresarial. Recuperado de https://zenempresarial.wordpress.com/2009/12/09/las-5-s%C2%B4s-la-primera-seiri-o-clasificacion/.
- Zheng, P., Wang, Z., & Xu, X. (2022). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Concepts and implementation. Computers & Industrial Engineering, 170, 108239.