



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTION DE PROYECTOS**

**TÍTULO**

“Implementación de un sistema de mejora continua basado en el ciclo PHVA y el análisis de vulnerabilidad de procesos (AVP) en una Fábrica Metal Mecánica - Ecuador”

**AUTOR(A)**

Ing. Rivadeneira Moreira Leonardo Arturo

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE**

**Magister en Gestión de Proyectos**

Modalidad: En Línea

**TUTOR:**

Phd. López Domínguez Abelardo

**Guayaquil, Ecuador**

22 de febrero del 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ing. Leonardo Arturo Rivadeneira Moreira, como requerimiento parcial para la obtención del Título de: Magister en Gestión de Proyectos.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
Lic. Abelardo López Domínguez, Ph.D.

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

f. \_\_\_\_\_  
Ing. Nicolas Elías Villavicencio Bermudes, Ph. D.

Guayaquil, 22 de febrero del 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTION DE PROYECTOS**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Ing. Leonardo Arturo Rivadeneira Moreira.

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: **“Implementación de un sistema de mejora continua basado en el ciclo PHVA y el análisis de vulnerabilidad de procesos (AVP) en una Fábrica Metal Mecánica - Ecuador”** previa a la obtención del Título de: Magister en Gestión de Proyectos., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 22 de febrero del 2026

---

Ing. Leonardo Arturo Rivadeneira Moreira



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTION DE PROYECTOS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Ing. Leonardo Arturo Rivadeneira Moreira

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación: **“Implementación de un sistema de mejora continua basado en el ciclo PHVA y el análisis de vulnerabilidad de procesos (AVP) en una Fábrica Metal Mecánica - Ecuador”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 22 de febrero del 2026

---

Ing. Leonardo Arturo Rivadeneira Moreira

## REPORTE COMPILATIO

The screenshot displays the 'Compilatio Magister+' interface. At the top, the document title is 'LEONARDO RIVADENEIRA CASO ESTUDIO terminado docx'. Below the title, there are four tabs: 'Resumen', 'Puntos de interés', 'Fuentes de similitudes', and 'Gramática y ortografía'. The main content area shows a bar chart for 'Textos sospechosos' with a value of 11%. Below this, there are two sections: 'Similitudes' with a value of 2% and 'Detección de IA' with a value of 5%. Each section includes a brief explanation and a 'Ver pasajes' button.

**TUTOR(A)**

f. \_\_\_\_\_

Lic. Abelardo López Domínguez, Ph.D.

## **Agradecimiento**

Agradezco de manera especial a mis tutores y profesores por su guía, acompañamiento y valioso asesoramiento durante el desarrollo de este trabajo de titulación, así como a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) y a su comunidad académica, por brindarme el respaldo institucional y las herramientas necesarias para hacer posible esta investigación. Asimismo, expreso mi gratitud a mis compañeros de estudio, quienes, con su colaboración, intercambio de ideas y apoyo constante, contribuyeron significativamente a este proceso formativo. A mis familiares y amigos, les agradezco profundamente por su comprensión, motivación y respaldo emocional, fundamentales para superar los desafíos académicos. Finalmente, extendo un agradecimiento especial a mis padres, esposa, hijo, hermanas y hermanos, quienes fueron muy importantes en mi vida, y cuyo apoyo incondicional y confianza en mí fueron un pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa de mi formación profesional. A mi familia, pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, apoyo constante y motivación permanente. A mis padres, ejemplo de sacrificio, responsabilidad y valores, quienes han sido mi mayor inspiración para alcanzar mis metas. A mi esposa e hijo, por su comprensión, paciencia y aliento en los momentos de mayor exigencia académica, siendo mi principal fuente de motivación. A mis hermanas y hermanos, por su respaldo y confianza en cada paso de este proceso. Este logro es el reflejo del esfuerzo compartido, la unión familiar y el compromiso con el crecimiento personal y profesional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Nicolas Elías Villavicencio Bermudes, Ph. D.**

**TUTOR(A)**

f. \_\_\_\_\_  
**Lic. Abelardo López Domínguez, Ph.D.  
REVISOR(A)**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Jesús Ramon Meléndez Rangel, Ph.D.**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
2.1	Problemas Identificados y Priorizados .....	4
2.2	Consecuencias Operacionales .....	5
2.3	Justificación de la Intervención .....	6
2.4	Alcances y Limitaciones del Estudio .....	7
<b>3</b>	<b>PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
<b>5</b>	<b>MARCO TEÓRICO. ....</b>	<b>10</b>
5.1	La industria metalmecánica en Ecuador y América Latina .....	10
5.2	Productividad y problemas recurrentes en talleres metalmecánicos....	11
5.3	Mejora continua (Kaizen) en procesos industriales.....	12
5.4	El ciclo PHVA como herramienta de mejora continua .....	12
5.5	Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP) .....	13
5.6	Matriz M4P para priorización de problemas.....	13
5.7	Lean Manufacturing en metalmecánica .....	14
5.8	Total Productive Maintenance (TPM).....	15
5.9	Six Sigma y control de variabilidad .....	15
5.10	5S como herramienta base de orden y disciplina.....	16
5.11	PMBOK 6ª y 7ª edición como soporte metodológico .....	16
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍA DEL CASO DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>17</b>
6.1	Enfoque Metodológico .....	17
6.2	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	18
6.3	Herramientas metodológicas utilizadas .....	21
6.4	Actores involucrados en el proceso de investigación .....	22
6.5	Procedimiento metodológico del caso. ....	23
<b>7</b>	<b>ANÁLISIS DEL CASO .....</b>	<b>24</b>
7.1	Descripción general de la empresa y su entorno operativo.....	24

7.2	Análisis estructurado de causas mediante herramientas de mejora continua. ....	26
8	<b>PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA BASADA EN PHVA Y AVP. ..</b>	<b>28</b>
8.1	Diseño del sistema de mejora continua. ....	29
8.2	Aplicación del ciclo PHVA en procesos críticos. ....	29
8.2.1	Planificar (P). ....	29
8.2.2	Hacer (H). ....	30
8.2.3	Verificar (V). ....	30
8.2.4	Actuar (A). ....	31
8.3	Orden y estandarización aplicando 5S .....	31
8.4	Fortalecimiento del mantenimiento (TPM). ....	31
8.5	Gestión de inventarios y flujo de materiales .....	32
8.6	Gobernanza, indicadores y sostenibilidad del sistema .....	32
8.7	Resultados esperados. ....	33
9	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>33</b>
10	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>35</b>
11	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> . ....	<b>36</b>

## **RESUMEN**

El presente Caso de Intervención tiene como objetivo implementar un sistema de mejora continua en una fábrica metalmecánica ubicada en Ecuador, utilizando dos metodologías fundamentales: el ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar) y el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP). La fábrica presenta problemas asociados a desorden operativo, reprocesos, mala gestión de inventarios, falta de procedimientos estandarizados, equipos sin mantenimiento preventivo y variabilidad en la calidad de los materiales.

El análisis se sustenta en la evidencia científica presentada por Contreras y Pérez (2021), quienes demostraron que los talleres metalmecánicos enfrentan problemas similares: mudas (desperdicios), procesos desordenados, inventarios deficientes y ausencia de un sistema de gestión estructurado. Con base en esta referencia, se realizó un diagnóstico integral aplicando PHVA, AVP, M4P (Matriz de Priorización de Problemas), Diagrama de Pareto y herramientas de calidad.

Los resultados esperan mejorar la productividad, reducir tiempos improductivos, optimizar la calidad de los productos, establecer estándares operativos y fortalecer la cultura de mejora continua. Se plantea una propuesta de intervención con 5S, estandarización, control de inventarios, mantenimiento preventivo y capacitación técnica del personal.

**Palabras clave:** Mejora continua, PHVA, AVP, metalmecánica, procesos, calidad.

## 1 INTRODUCCIÓN.

La industria metalmecánica en Ecuador cumple un rol estratégico para el desarrollo industrial y la ejecución de proyectos de infraestructura. Sus productos – estructuras, piezas mecanizadas, componentes soldados y elementos metálicos diversos– son necesarios en sectores como la construcción, energía, manufactura, agua potable y transporte. Sin embargo, diversos estudios demuestran que las empresas metalmecánicas de la región enfrentan dificultades que limitan su competitividad. Entre estas se incluyen la falta de estandarización, el desorden operativo, los reprocesos, las fallas de calidad y la ausencia de sistemas de control formalizados.

El desarrollo de esta investigación se justifica por la necesidad de intervenir en los procesos productivos de una fábrica metalmecánica ecuatoriana específica que manifiesta las deficiencias previamente descritas. El objetivo central es doble: primero, establecer la raíz de las fallas operativas y la priorización de sus impactos; y segundo, estructurar una propuesta integral enfocada en la optimización del desempeño. Para lograr este cometido, se ha optado por un enfoque metodológico riguroso basado en los principios de la mejora continua. Se implementa el **Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)**, una herramienta sistemática e iterativa que permite el análisis profundo de los problemas. Dicha estrategia se complementa con el **Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP)**, el cual facilita la organización y clasificación de las problemáticas según su nivel de afectación. Finalmente, la metodología se robustece mediante la incorporación de la Matriz M4P, el Diagrama de Pareto, el análisis de las 5M y la integración de elementos de las ediciones 6ª y 7ª del PMBOK, asegurando un **abordaje integral y holístico** del caso de estudio.

La presente intervención trasciende la mera identificación de problemas para proponer soluciones concretas mediante un plan de mejoramiento continuo fundamentado en orden, estandarización, mantenimiento, capacitación y control de inventarios. Los resultados proyectados contemplan una reducción significativa de desperdicios, una mejora sustancial en la calidad final y un aumento directo en la eficiencia productiva de la planta.

El documento se estructura para desarrollar un análisis integral de la situación actual y la propuesta de intervención. Se inicia con el diagnóstico preliminar que delimita las principales deficiencias operativas que comprometen la productividad y la calidad. Sigue la articulación de los objetivos, las interrogantes de investigación y un marco teórico que sustenta conceptualmente la aplicación del Ciclo PHVA y el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP). Posteriormente, se detalla la metodología de recolección y análisis de información, la cual se complementa con herramientas como la Matriz M4P, el Diagrama de Pareto, el análisis 5M y el PMBOK. La sección central corresponde al análisis del caso, donde se identifican las causas raíz y se priorizan las problemáticas. Con base en esta evidencia, se elabora la propuesta de solución. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del estudio junto con las recomendaciones orientadas a la sostenibilidad del sistema implementado.

## **2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La metalmecánica en estudio es altamente variable e ineficiente en sus procesos productivos clave, al no contar con un sistema estructurado de mejora continua y estandarización de procesos. Esto afecta la productividad, la calidad y los plazos de entrega, deteriorando la competitividad y sostenibilidad operativa de la empresa.

La forma en que opera la planta todos los días revela una serie de problemas sistémicos que dan como resultado áreas de trabajo desordenadas, variación en la manera en que se hacen las cosas, dependencia de la experiencia de los trabajadores, control deficiente de inventarios, materiales variables, averías repetitivas en la

maquinaria y altos niveles de reproceso. Estas condiciones dan como resultado un ambiente productivo poco predecible, con mucho desperdicio y largos tiempos improductivos.

El diagnóstico inicial revela que la organización no cuenta con procedimientos operativos estandarizados ni herramientas formales de gestión para medir el desempeño de los procesos. Por lo tanto, la realización de las actividades depende más del criterio empírico del personal, lo que genera mayor variabilidad en los resultados y dificulta la identificación de las causas raíz de los problemas. Además, la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo y el desorden en planta generan paros no programados, errores de ensamble y retrasos constantes en la entrega de los proyectos.

En ese sentido, los problemas que se enfrentan en el día a día no son fallas aisladas, sino síntomas interconectados de un solo problema sistémico: la falta de un sistema formal de mejora continua y control de procesos. Por lo cual es de vital importancia reconocer y jerarquizar estas manifestaciones para establecer una intervención metodológica que logre disminuir la variabilidad operativa, mejorar los procesos productivos y fortalecer la gestión interna de la fábrica metalmecánica.

## **2.1 Problemas Identificados y Priorizados.**

El levantamiento de información, a través de la observación directa, entrevistas estructuradas y revisión documental, arrojó como resultado las siguientes problemáticas críticas:

Organización y lugar de trabajo: desorden generalizado y permanente en las zonas de soldadura, pintura, mecanizado y bodega.

Inventario: control deficiente de stocks, falta de clasificación ABC, registros

desactualizados y extravío de materiales.

Calidad de materiales: fluctuación en la calidad de las materias primas que se reciben, provocando fallas en soldadura, ajustes no programados y retrabajos constantes.

Documentación de procesos: falta de procedimientos operativos estandarizados para las principales actividades del proceso productivo.

Tasa de reprocesos: altos índices de retrabajos por fallas humanas, inspecciones deficientes y falta de criterios técnicos unificados.

Mantenimiento: operación de equipos en modo reactivo, fallas inesperadas, tiempos muertos no programados.

Planificación y plazos: retrasos constantes en la producción por falta de planificación y ausencia de estándares de tiempo.

Control de gestión: falta de indicadores de desempeño para medir la eficiencia real de los procesos.

Capacitación: poco entrenamiento técnico del personal; aumenta la variabilidad en la ejecución de las operaciones.

## **2.2 Consecuencias Operacionales**

La persistencia de las problemáticas detalladas impacta significativamente en el desempeño global de la fábrica, manifestándose en los siguientes efectos:

- **Tiempos y Costos:** Incremento en los tiempos y costos operativos debido a interrupciones no programadas, desorden, la necesidad de correcciones y una gestión ineficiente de materiales.
- **Riesgos:** Elevación de los riesgos laborales a causa de las condiciones desordenadas del entorno de trabajo y el estado subóptimo de los equipos.
- **Competitividad y Clientes:** Pérdida progresiva de competitividad en el mercado y un incumplimiento recurrente de los plazos de entrega, lo que se traduce en insatisfacción de clientes y pérdida potencial de contratos.
- **Calidad:** Alta variabilidad en la calidad del producto final, lo que socava la confiabilidad técnica de la empresa ante sus clientes.

### 2.3 Justificación de la Intervención

La realización de esta intervención se justifica por la necesidad crítica de garantizar la viabilidad operativa y comercial de la empresa. La continuidad de estas deficiencias compromete su capacidad productiva y competitiva a largo plazo. Dado que actualmente no existe un sistema estructurado para la detección, análisis y resolución de problemas, la gestión se basa en decisiones reactivas e inconsistentes.

La implementación de metodologías de mejora continua como el ciclo PHVA y el AVP permitirá una identificación sistemática y la priorización de los problemas en función de su impacto, sentando las bases para acciones correctivas sostenibles. Adicionalmente, la estandarización de procesos, la organización del área de trabajo y el fortalecimiento de la capacitación son factores que contribuirán directamente a reducir los reprocesos, optimizar los tiempos de producción y consolidar una cultura organizacional orientada a la eficiencia y la calidad.

## **2.4 Alcances y Limitaciones del Estudio**

### **Alcances**

- Evaluación integral y detallada de los procesos productivos principales de la fábrica metalmecánica.
- Identificación de las causas raíz mediante la aplicación rigurosa de herramientas de calidad.
- Priorización objetiva de los problemas críticos mediante el uso combinado del AVP, la matriz M4P y el Diagrama de Pareto.
- Diseño formal de una propuesta de mejora basada en el ciclo PHVA, enfocada en los pilares de estandarización, organización, mantenimiento y control de inventarios.

### **Limitaciones**

- El alcance del estudio no incluye la ejecución de un análisis financiero detallado para determinar el costo-beneficio de la implementación.
- No se contempla la realización de ensayos destructivos o pruebas avanzadas de calidad de los materiales utilizados.
- La materialización y la efectividad a largo plazo del plan propuesto dependen crucialmente del compromiso y la voluntad de adopción del nuevo sistema por parte del personal operativo y la dirección administrativa.

### **3 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

- **¿Cuáles son los procesos productivos que presentan mayores niveles de vulnerabilidad operativa dentro de la fábrica metalmecánica?**
- **¿Qué causas raíz generan la variabilidad, los reprocesos y los defectos de calidad en los procesos productivos críticos de la planta?**
- **¿Cómo el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP) permite identificar, clasificar y priorizar las problemáticas operativas según su impacto y criticidad?**
- **¿De qué manera la aplicación del ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar) facilita el diseño, implementación y evaluación de acciones de mejora en los procesos críticos?**
- **¿Qué indicadores clave de desempeño (KPIs) permiten medir la reducción de la variabilidad operativa, la mejora en la calidad y el incremento de la productividad después de la implementación del sistema de mejora continua?**

## **4 OBJETIVOS.**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Establecer un sistema de mejora continua en la fábrica metalmecánica, utilizando el ciclo PHVA y el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP), en solución a la alta variabilidad e ineficiencia de los procesos productivos para mejorar la productividad, disminuir los reprocesos y mejorar la calidad del producto final.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos productivos de la fábrica metalmecánica a través de la observación, entrevistas y revisión de la documentación interna para determinar los procesos con mayor vulnerabilidad operativa.
- Identificar y analizar las causas raíz de la variabilidad, reprocesos y defectos de calidad en los procesos productivos críticos de la planta.
- Jerarquizar las fallas operacionales identificadas usando el AVP, la matriz M4P y el diagrama de Pareto en función de su impacto y criticidad.
- Elaborar e implementar un plan de mejora continua según el ciclo PHVA para disminuir la variabilidad en los procesos, estandarizar procesos y mejorar el desempeño productivo.
- Definir KPIs para medir la efectividad del sistema de mejora continua implementado y su impacto en la productividad, la calidad y los tiempos de ciclo.

## **5 MARCO TEÓRICO.**

La industria metalmecánica constituye uno de los sectores fundamentales para el desarrollo industrial de América Latina, debido a su rol como proveedor de insumos estructurales para sectores como la construcción, energía, manufactura, minería y transporte. En países como Colombia, Ecuador y Perú, la mayor parte de empresas metalmecánicas operan bajo sistemas de producción por órdenes, caracterizados por alta variabilidad y dependencia del trabajo manual especializado (Contreras & Pérez, 2021).

En el contexto ecuatoriano, las empresas metalmecánicas presentan problemáticas similares a las identificadas en el estudio de Contreras & Pérez, tales como falta de estandarización, desorden operativo, inventarios deficientes, reprocesos y ausencia de procedimientos técnico-operativos. Estas fallas generan cuellos de botella que afectan la productividad, la calidad final del producto y el cumplimiento de plazos, factores decisivos para la competitividad industrial.

### **5.1 La industria metalmecánica en Ecuador y América Latina**

La industria metalmecánica constituye uno de los sectores fundamentales para el desarrollo industrial de América Latina, debido a su rol como proveedor de insumos estructurales para sectores como la construcción, energía, manufactura, minería y transporte. En países como Colombia, Ecuador y Perú, la mayor parte de empresas metalmecánicas operan bajo sistemas de producción por órdenes, caracterizados por alta variabilidad y dependencia del trabajo manual especializado (Contreras & Pérez, 2021).

En el contexto ecuatoriano, las empresas metalmecánicas presentan problemáticas similares a las identificadas en el estudio de Contreras & Pérez, tales como falta de estandarización, desorden operativo, inventarios deficientes, reprocesos y ausencia de procedimientos técnico-operativos. Estas fallas generan cuellos de botella que afectan la

productividad, la calidad final del producto y el cumplimiento de plazos, factores decisivos para la competitividad industrial.

## **5.2 Productividad y problemas recurrentes en talleres metalmecánicos.**

Los talleres metalmecánicos suelen enfrentar problemas estructurales derivados de la falta de control de procesos y de la ausencia de metodologías de mejora continua. En estudios recientes se reportan problemas como:

- Desorden en planta,
- Fallas en soldadura,
- Errores en corte y mecanizado,
- Mala gestión de inventarios,
- Tiempos muertos,
- Retrabajos,
- Mantenimiento reactivo,
- Variabilidad en materiales (Contreras & Pérez, 2021).

De acuerdo con Juran (1999), la falta de estandarización es uno de los principales factores que incrementa los defectos y accidentes en industrias metalmecánicas. Asimismo, Womack y Jones (2003) señalan que procesos desordenados tienden a generar altos niveles de desperdicio dentro del flujo de producción.

Estos problemas afectan la productividad global, elevan los costos operativos y reducen la competitividad de las empresas en mercados industriales cada vez más exigentes.

### **5.3 Mejora continua (Kaizen) en procesos industriales.**

La filosofía Kaizen constituye la base conceptual para los sistemas modernos de mejora continua. Para Imai (1997), Kaizen implica que todas las actividades de una organización pueden perfeccionarse mediante pequeños cambios incrementales y sostenidos en el tiempo. Esta filosofía se fundamenta en:

- la reducción de desperdicios,
- el análisis constante de procesos,
- la estandarización,
- la disciplina operativa,
- la participación del personal.

En ambientes metalmecánicos —caracterizados por alta variabilidad operacional— la aplicación del Kaizen permite reducir errores, mejorar la organización, incrementar la seguridad y aumentar la eficiencia del flujo productivo.

### **5.4 El ciclo PHVA como herramienta de mejora continua**

El ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar), desarrollado inicialmente por Shewhart y difundido por Deming (1986), es una de las metodologías más utilizadas a nivel mundial para la gestión y mejora de procesos. El PHVA permite identificar problemas, analizar causas, implementar soluciones y verificar resultados de manera iterativa y sistemática.

En el estudio de Contreras & Pérez (2021), el PHVA fue utilizado como marco estructural para analizar los problemas de talleres metalmecánicos y diseñar acciones correctivas. Según los autores, el PHVA garantiza que las mejoras no sean acciones aisladas, sino intervenciones controladas, medibles y repetibles.

El ciclo funciona así:

- **Planear:** identificación de causas raíz mediante Ishikawa y análisis 5M.
- **Hacer:** ejecución de mejoras como 5S, capacitación y estandarización.
- **Verificar:** contraste entre indicadores antes/después.
- **Actuar:** estandarización de las mejoras y preparación del siguiente ciclo.

Deming (1986) sostiene que este enfoque es indispensable para sostener la calidad en industrias de manufactura.

### 5.5 Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP)

El Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP) es una herramienta que permite identificar fallas críticas dentro del proceso y clasificarlas según su nivel de vulnerabilidad. Contreras & Pérez (2021) aplicaron el AVP en el sector metalmeccánico colombiano, demostrando que esta metodología facilita la comprensión profunda de problemas complejos en talleres donde convergen múltiples variables.

El AVP se estructura en cuatro etapas:

1. Conciencia del problema
2. Clasificación según el enfoque de las 5M (Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Métodos, Medio ambiente)
3. Agrupación de causas raíz
4. Priorización de vulnerabilidades

Esta herramienta es especialmente útil en industrias metalmeccánicas, dado que permite visualizar problemas que no son evidentes a simple vista y que afectan la productividad global del sistema.

### 5.6 Matriz M4P para priorización de problemas

La matriz M4P, desarrollada por Pérez, coautor del estudio base, permite priorizar problemas utilizando dos criterios principales:

- **IP:** Intensidad del Problema
- **IEP:** Impacto en el Proceso

La multiplicación  $IP \times IEP$  permite determinar el nivel de criticidad. Según Contreras & Pérez (2021), este método evita decisiones subjetivas y permite seleccionar el “problema vital” que debe ser intervenido prioritariamente.

La M4P resulta de gran utilidad en talleres metalmecánicos donde suelen coexistir múltiples fallas simultáneas.

## **5.7 Lean Manufacturing en metalmecánica**

Lean Manufacturing es una filosofía orientada a la eliminación de desperdicios y optimización del flujo de valor. Según Womack y Jones (2003), Lean se centra en la reducción de actividades que no agregan valor, como:

- Movimientos innecesarios,
- Transporte excesivo,
- Tiempos de espera,
- Inventarios elevados,
- Defectos,
- Sobreprocesamiento.

Estudios recientes en pequeñas y medianas empresas metalmecánicas confirman que Lean reduce desperdicios y mejora productividad (Machinometrics, 2024).

Lean es especialmente útil para mejorar:

- La disposición de planta,
- El flujo de materiales,
- La eficiencia en soldadura y mecanizado,
- La seguridad laboral,
- El rendimiento operacional.

## **5.8 Total Productive Maintenance (TPM):**

El TPM, propuesto por Nakajima (1988), busca maximizar la disponibilidad de los equipos mediante:

- mantenimiento autónomo,
- mantenimiento planificado,
- mejora enfocada,
- capacitación operativa.

En talleres metalmeccánicos, donde la maquinaria es crítica (soldadoras, tornos, fresadoras, compresores), el TPM reduce paros inesperados y aumenta la vida útil del equipo.

Un estudio reciente muestra que Lean + TPM aumentan significativamente la productividad en empresas metalmeccánicas latinoamericanas (ResearchGate, 2024).

## **5.9 Six Sigma y control de variabilidad**

Six Sigma es una metodología estadística que reduce variabilidad en procesos y mejora la calidad a través de análisis cuantitativo (George, 2003). En metalmeccánica se aplica en:

- Control dimensional,
- Calidad de soldadura,
- Repetitividad en mecanizado,
- Control estadístico de procesos (SPC),
- Evaluación de tolerancias.

Un estudio latinoamericano (SciELO, 2023) demuestra que Six Sigma mejora significativamente la estabilidad de procesos metalmeccánicos.

## **5.10 5S como herramienta base de orden y disciplina**

Las 5S, desarrolladas por Hirano (1996), buscan crear entornos de trabajo seguros, limpios y organizados mediante:

1. Clasificar
2. Ordenar
3. Limpiar
4. Estandarizar
5. Mantener

En metalmecánica, la aplicación de 5S reduce tiempos de búsqueda, accidentes y defectos generados por desorden.

## **5.11 PMBOK 6ª y 7ª edición como soporte metodológico**

El PMBOK 6ª edición (PMI, 2017) aporta estructura y procesos para:

- Gestión de calidad,
- recursos,
- riesgos,
- interesados,
- control del cronograma.

Por su parte, el PMBOK 7ª edición (PMI, 2021) incorpora enfoques basados en principios, valor, adaptabilidad y pensamiento sistémico, totalmente alineados con Kaizen y PHVA.

La integración de PMBOK con mejora continua fortalece la planificación, ejecución y control de las intervenciones en talleres metalmecánicos.

## **6 METODOLOGÍA DEL CASO DE INTERVENCIÓN.**

La presente investigación se desarrolla bajo la modalidad de **caso de intervención**, lo que implica que el análisis se realiza dentro de un contexto real, en el cual se estudian los procesos productivos de una fábrica metalmecánica con el objetivo de identificar problemas, comprender sus causas y aplicar un sistema estructurado de mejora continua. Esta modalidad es especialmente adecuada para entornos industriales, ya que permite observar directamente las actividades, las condiciones operativas, el comportamiento del personal y la interacción entre equipos, materiales y métodos de trabajo.

El estudio es de tipo no experimental, puesto que los procesos no son manipulados externamente ni alterados de manera controlada; por el contrario, se analizan tal como ocurren en la práctica diaria. Además, se considera un estudio descriptivo, ya que busca caracterizar detalladamente el funcionamiento actual de la planta, identificar fallas operativas, documentar desperdicios y evidenciar problemas relacionados con calidad, tiempos y productividad. Del mismo modo, es un estudio aplicado, dado que el propósito no es únicamente describir los problemas, sino también diseñar e implementar soluciones que generen impactos directos en el desempeño de la empresa. Finalmente, se clasifica como transversal, porque la recolección y análisis de información se realiza dentro de un periodo determinado.

### **6.1 Enfoque Metodológico**

El estudio adopta un enfoque mixto, integrando perspectivas cualitativas y cuantitativas para lograr un análisis completo y riguroso. Desde el enfoque

cualitativo, se recurre a la observación directa en planta (Gemba Walk), a entrevistas semiestructuradas con operarios, supervisores y jefatura, y al análisis de las prácticas reales de trabajo, lo cual permite comprender no solo cómo funcionan los procesos, sino también por qué ocurren ciertas fallas o comportamientos operativos. Este componente cualitativo es fundamental para captar elementos que no suelen aparecer en la documentación formal, como hábitos de trabajo, improvisaciones, dificultades diarias y factores humanos que influyen en la ejecución.

Por otra parte, el enfoque cuantitativo permite evaluar los problemas mediante datos numéricos, índices e indicadores. Herramientas como el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP), la matriz de priorización M4P, el diagrama de Pareto, los conteos de defectos, la medición de tiempos de ciclo y el análisis de indicadores operativos permiten cuantificar la gravedad de los problemas, priorizarlos objetivamente y evaluar el impacto de las acciones implementadas. Esta integración de enfoques garantiza un análisis balanceado, capaz de sostener decisiones con evidencia cualitativa y respaldo numérico, tal como lo promueven metodologías modernas de mejora continua en la industria metalmecánica (Contreras & Pérez, 2021).

## **6.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información.**

La recolección de datos se realizó utilizando técnicas e instrumentos tanto cualitativos como cuantitativos, elegidos en coherencia con el caso de intervención y los objetivos de la investigación. La selección de estas herramientas se basó en la necesidad de recolectar información confiable y representativa del estado actual de

los procesos productivos de la fábrica metalmecánica y las causas de su variabilidad, reprocesos y mala calidad.

Los instrumentos se administraron de forma escalonada, de acuerdo con el papel de los actores principales en los procesos, lo que permitió triangular la información recogida desde diferentes fuentes y perspectivas. Esta triangulación fortaleció la validez del diagnóstico, disminuyó el sesgo de las percepciones individuales y garantizó la comprensión integral del problema estudiado.

La observación directa (Gemba Walk) fue una de las principales técnicas de recolección de información. Esta técnica se utilizó principalmente en los trabajadores de las áreas de corte, soldadura, ensamble, maquinado, pintura y bodega, para visualizar cómo se desempeñaban realmente las actividades productivas en el área donde suceden. A través de la observación se evaluaron el flujo de trabajo, el orden y la limpieza de las áreas, la disposición de materiales y herramientas, el cumplimiento de procedimientos, los desperdicios, los tiempos muertos y las condiciones de seguridad. La información recogida con esta técnica permitió detectar errores no siempre visibles en los registros documentales, siendo esencial para la mejora continua con la que trabaja la técnica.

Adicionalmente, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a los principales actores involucrados en la gestión y ejecución de los procesos productivos: gerente general, jefe de producción, supervisores de área y personal operativo. Estas entrevistas aportaron información cualitativa sobre la manera en que los actores

involucrados perciben los problemas más comunes, las causas que consideran más importantes, las dificultades técnicas y organizativas que enfrentan en el día a día y las oportunidades de mejora que reconocen desde la práctica. El carácter semiestructurado de las entrevistas permitió recoger información comparable entre los actores y, a la vez, profundizar en los temas cuando fue necesario.

Además, se realizó una revisión documental exhaustiva, analizando información histórica y operativa de la empresa. Esta revisión abarcó órdenes de trabajo, informes de producción, registros de defectos y retrabajos, inventarios de materiales, hojas de mantenimiento preventivo y correctivo, cualquier documentación técnica disponible sobre los procesos productivos. La información documental la facilitó principalmente la jefatura, bodega y personal de mantención, y con ella se pudieron triangularizar los datos recogidos en la observación y entrevistas, reconociendo tendencias, patrones y repeticiones de fallas en el tiempo.

El análisis fotográfico se usó como una herramienta complementaria para apoyar el diagnóstico inicial. A través del registro fotográfico del estado de las áreas productivas, equipos, materiales y condiciones de trabajo, se pudo evidenciar de manera objetiva situaciones de desorden, materiales apilados innecesariamente, maquinaria en mal estado y prácticas inseguras. Estas evidencias fotográficas permitieron verificar la información recolectada por otros medios y sirvieron como evidencia comparativa de los resultados posteriores a las acciones de mejora.

En su totalidad, la combinación de la observación directa, las entrevistas

semiestructuradas, la revisión documental y el análisis fotográfico posibilitó elaborar un diagnóstico certero y confiable de la situación actual de la fábrica metalmecánica. La asociación clara entre instrumentos y actores clave aseguró la coherencia metodológica del estudio y permitió establecer la base para el uso del Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP) y el ciclo PHVA, para priorizar problemas y diseñar la propuesta de mejora continua de manera objetiva.

### **6.3 Herramientas metodológicas utilizadas**

El análisis y la intervención se apoyaron en un conjunto de herramientas reconocidas en la literatura de ingeniería industrial y mejora continua. El **ciclo PHVA**, también denominado ciclo de Deming, sirvió como estructura general de trabajo, permitiendo organizar la intervención en cuatro fases secuenciales: planificar la identificación de problemas y causas raíz; ejecutar acciones de mejora piloto; verificar los efectos generados mediante indicadores; y actuar mediante la estandarización de los nuevos métodos implementados.

El **Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP)** desempeñó un rol central en la priorización de problemas, ya que permite evaluar cada dificultad según criterios como impacto, intensidad, frecuencia y detectabilidad. Esta herramienta, ampliamente utilizada en estudios de manufactura metalmecánica (Contreras & Pérez, 2021), permite ordenar y jerarquizar los problemas de acuerdo con su criticidad y orientar los recursos hacia las áreas donde se obtiene el mayor beneficio operativo.

Para identificar causas raíz se empleó el diagrama de Ishikawa, estructurado en torno a las categorías de las 5M o 6M (mano de obra, máquina, método, material, medio ambiente y medición). Esta herramienta facilita una comprensión más profunda de los factores que originan los problemas observados. Además, se utilizó la matriz de priorización M4P, que cuantifica la criticidad mediante la multiplicación de la intensidad del problema por su impacto en el proceso ( $IP \times IEP$ ). La priorización obtenida mediante esta matriz se validó utilizando el diagrama de Pareto, el cual permite identificar el pequeño grupo de causas que generan la mayor proporción de fallas, siguiendo el principio 80/20 (Juran, 1954).

Asimismo, se aplicaron metodologías Lean Manufacturing, especialmente el método 5S, la eliminación de desperdicios (*muda*), la mejora del flujo de trabajo y la estandarización. En los casos en que los problemas estuvieron asociados a maquinaria crítica, se aplicaron conceptos de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para comprender el origen de fallas relacionadas con disponibilidad, desgaste y falta de mantenimiento preventivo.

#### **6.4 Actores involucrados en el proceso de investigación**

El caso de intervención involucra a diferentes actores que desempeñan roles fundamentales para garantizar la validez del análisis y la sostenibilidad de las mejoras propuestas. El gerente general facilita la autorización de cambios y la asignación de recursos; el jefe de producción tiene la responsabilidad de coordinar la intervención y asegurar el acceso a la información; los supervisores de área permiten

comprender el funcionamiento operativo diario; los operarios representan la fuente principal de conocimiento práctico y ejecución directa de los procesos; el personal de bodega influye de manera significativa en la disponibilidad de materiales; y el equipo de mantenimiento determina la confiabilidad de la maquinaria. La articulación de estos actores es esencial para asegurar que la intervención no solo sea técnicamente viable, sino también organizacionalmente sostenible (PMI, 2021).

## **6.5 Procedimiento metodológico del caso.**

El procedimiento metodológico seguido se organiza en cinco etapas que integran el método científico, la lógica de intervención y el ciclo PHVA.

La primera etapa corresponde al diagnóstico inicial, donde se analizan los procesos en su estado actual mediante observación directa, entrevistas, revisión documental, elaboración de SIPOC y registro fotográfico. Esta etapa permite identificar fallas, cuellos de botella, desperdicios y oportunidades de mejora.

La segunda etapa, de análisis estructurado, consiste en la identificación de causas raíz mediante diagramas de Ishikawa, la clasificación de problemas utilizando AVP, la priorización mediante la matriz M4P y la validación con el diagrama de Pareto. Esta etapa permite seleccionar los procesos más críticos y comprender las causas que los afectan.

La tercera etapa es la intervención, donde se diseñan y ejecutan acciones de mejora basadas en el ciclo PHVA. Estas acciones incluyen la implementación de 5S,

el ajuste de parámetros operativos, la estandarización de métodos, la capacitación del personal y el diseño de nuevos procedimientos operativos.

La cuarta etapa corresponde a la evaluación de resultados, en la que se miden indicadores antes y después de la intervención, se analiza la variación generada por las mejoras, se valida el impacto con el personal involucrado y se identifican brechas pendientes.

Finalmente, la quinta etapa es la estandarización y cierre, que incluye la elaboración de POE, el diseño de tableros visuales de indicadores, la planificación de auditorías periódicas y la documentación de lecciones aprendidas, lo que consolidará la sostenibilidad del sistema de mejora continua.

## **7 ANÁLISIS DEL CASO.**

### **7.1 Descripción general de la empresa y su entorno operativo.**

La fábrica metalmecánica analizada se encuentra ubicada en Quito y se dedica a la elaboración de estructuras metálicas, componentes soldados, piezas mecanizadas y elementos utilizados en proyectos industriales y de construcción. Opera bajo un esquema de producción por lotes, con maquinaria semi-industrial y una fuerte participación manual en los procesos, lo que hace que la calidad del producto dependa en gran medida de la destreza del operario y del control de los parámetros de proceso. Sus principales áreas de trabajo son: corte, soldadura, mecanizado, ensamble, pintura y despacho.

El punto de partida del análisis fue un diagnóstico situacional, construido mediante observación directa en planta, entrevistas semiestructuradas al personal, revisión documental de registros históricos y un análisis fotográfico del estado inicial. Este diagnóstico permitió identificar problemas que afectan directamente la eficiencia, la calidad del producto y la estabilidad del proceso.

En el área de corte se observaron fallas recurrentes como variaciones excesivas en las dimensiones de las piezas, uso de consumibles desgastados, errores en la preparación de materiales y ausencia de procedimientos estandarizados. Estas deficiencias generaban retrasos y obligaban a realizar ajustes posteriores, afectando las siguientes etapas del proceso.

El proceso de soldadura presentó aún mayores niveles de variabilidad. Se evidenció que los parámetros de operación no estaban definidos ni controlados, la selección de electrodos era inconsistente, no existían WPS (procedimientos de soldadura) y la técnica variaba ampliamente entre operarios. Como resultado, se producían cordones irregulares, falta de penetración, deformaciones y retrabajos frecuentes, que no solo incrementaban los tiempos de ciclo, sino que también comprometían la calidad estructural del producto final.

En la etapa de ensamble se constató que las piezas provenientes de corte y soldadura no siempre cumplían las tolerancias requeridas, lo que obligaba a ajustes manuales improductivos. Estos problemas acumulados prolongaban los tiempos de armado y generaban desviaciones respecto a los planos originales.

El área de mecanizado mostró capacidades técnicas adecuadas, pero presentaba problemas organizativos como falta de planificación, cambios de prioridades, interrupciones frecuentes y desorden en la disposición de herramientas y materiales. Por su parte, la etapa de pintura evidenció fallas derivadas de una preparación deficiente de superficies, contaminación por polvo, ausencia de controles ambientales y variabilidad en la aplicación del recubrimiento.

Adicionalmente, se detectaron problemas importantes en la gestión de inventarios y bodega. La falta de ubicación asignada para materiales, la ausencia de inventarios actualizados, la manipulación inadecuada de insumos y la desorganización general afectaban la disponibilidad de recursos e incrementaban los tiempos de espera, generando improductividad que se reflejaba en atrasos en la producción.

En conjunto, el diagnóstico reveló un sistema operativo con alta dependencia del criterio individual, pocas prácticas de estandarización y un nivel significativo de variabilidad en actividades críticas.

## **7.2 Análisis estructurado de causas mediante herramientas de mejora continua.**

Para profundizar en el entendimiento de los problemas detectados, se aplicaron herramientas de análisis ampliamente utilizadas en ingeniería industrial. El Diagrama de Ishikawa, aplicado a los procesos críticos de corte, soldadura y ensamble, permitió agrupar las causas raíz en las categorías de mano de obra, máquina, método, material, medio ambiente y medición. Este análisis evidenció que

la falta de procedimientos formales, la deficiente calibración de equipos, la variabilidad en métodos de trabajo y la carencia de controles sistemáticos eran factores comunes en las diferentes áreas productivas.

A continuación, se aplicó el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP). Esta herramienta permitió evaluar cada problema según su impacto, intensidad, frecuencia y detectabilidad, generando una escala de criticidad. Los resultados mostraron que los procesos más vulnerables eran soldadura y corte, debido a la combinación de múltiples causas raíz y a su alta influencia en la calidad y tiempos de producción. El proceso de ensamble, aunque menos crítico en términos aislados, se veía afectado directamente por las inconsistencias generadas en las etapas previas.

La priorización obtenida mediante AVP fue corroborada a través de la Matriz de Priorización M4P, donde los problemas asociados con parámetros de soldadura, precisión del corte y orden en planta obtuvieron los mayores puntajes de criticidad. Esto permitió seleccionar objetivamente los problemas que debían ser abordados con mayor urgencia.

Finalmente, se utilizó el diagrama de Pareto, que confirmó que aproximadamente el 80 % de los defectos y retrasos estaban concentrados en un grupo reducido de causas: variabilidad en parámetros de soldadura, cortes imprecisos, prácticas deficientes de manejo de materiales y ausencia de estándares para la preparación de piezas. Este hallazgo validó que los esfuerzos de mejora debían centrarse en los procesos con mayores niveles de vulnerabilidad e impacto.

El análisis del caso pone en evidencia que la empresa enfrenta una combinación de factores técnicos, organizacionales y operativos que afectan directamente su desempeño. La ausencia de estandarización, la dependencia de la experiencia empírica y el limitado control de parámetros críticos generan un entorno con alta variabilidad y baja estabilidad. Esta situación justifica la necesidad de implementar un sistema de mejora continua basado en PHVA y AVP, capaz de reducir la variabilidad, fortalecer los procesos, estandarizar operaciones y mejorar la competitividad de la fábrica.

## **8 PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA BASADA EN PHVA Y AVP.**

La propuesta de solución se estructura como un **sistema de mejora continua** diseñado específicamente para reducir la variabilidad operativa, disminuir los defectos, optimizar tiempos de ciclo y fortalecer la estandarización de los procesos productivos de la fábrica metalmecánica analizada. La propuesta se fundamenta en dos pilares metodológicos centrales: el ciclo PHVA, como marco estructural para la mejora operacional, y el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP), como herramienta para priorizar problemas y orientar las acciones hacia los procesos de mayor impacto. Este sistema integra además principios de Lean Manufacturing, TPM, gestión estandarizada, y elementos de la dirección de proyectos según el PMBOK.

La propuesta se desarrolla en cuatro componentes principales: (1) fortalecimiento del diagnóstico y priorización de problemas mediante AVP, (2) diseño e implementación del ciclo PHVA en procesos críticos, (3) ordenamiento y

estandarización operativa a través de metodologías Lean, y (4) establecimiento de indicadores, gobernanza y sostenibilidad para mantener la mejora continua en el largo plazo.

### **8.1 Diseño del sistema de mejora continua.**

El sistema propuesto inicia con la definición de un **marco estructural de intervención**, orientado a consolidar prácticas sistemáticas de mejora dentro de la organización. Este sistema se articula mediante el ciclo PHVA, que permite intervenir procesos de manera ordenada y repetible, asegurando que las mejoras no se limiten a acciones aisladas, sino que formen parte de un mecanismo permanente.

El diseño contempla la creación de un Comité de Mejora Continua, conformado por el jefe de producción, un supervisor por área, representantes de calidad y mantenimiento, y un delegado del gerente general. Este comité será responsable de coordinar, monitorear y evaluar las mejoras planteadas, así como de garantizar el cumplimiento de los estándares definidos.

### **8.2 Aplicación del ciclo PHVA en procesos críticos.**

La intervención se concentra en los procesos considerados más vulnerables según el AVP: corte, soldadura y ensamble. A continuación, se describe la aplicación del ciclo PHVA como eje central de la propuesta.

#### **8.2.1 Planificar (P).**

Se identifican problemas críticos, causas raíz y vulnerabilidades mediante AVP.

Se elaboran parámetros operativos preliminares (pre-WPS), procedimientos simples para corte y soldadura, y se definen indicadores de control.

### **8.2.2 Hacer (H).**

Se ejecuta un piloto en procesos de corte y soldadura:

- Calibración de equipos,
- Sustitución de consumibles,
- Aplicación de parámetros estándar,
- Uso de checklists de verificación,
- Capacitación breve al personal.

En ensamble se aplican guías básicas para verificación dimensional y orden de herramientas.

### **8.2.3 Verificar (V).**

Se evalúan resultados comparando:

- Defectos antes/después,
- Tiempos de ciclo,
- Retrabajos,
- Cumplimiento de parámetros definidos.

Se valida si las nuevas prácticas reducen la vulnerabilidad del proceso.

#### **8.2.4 Actuar (A).**

Si el piloto es exitoso, se estandarizan los nuevos métodos:

- Elaboración formal de WPS,
- Instructivas visuales.
- Capacitación estructurada,
- Integración al sistema de calidad.

#### **8.3 Orden y estandarización aplicando 5S.**

Para garantizar que las mejoras se mantengan en el tiempo, se implementa 5S en las áreas críticas, con ordenamiento visual, eliminación de elementos innecesarios y rutinas de limpieza programadas. Esto permite reducir tiempos perdidos y facilitar la ejecución del proceso bajo condiciones controladas.

#### **8.4 Fortalecimiento del mantenimiento (TPM).**

Se propone un plan básico de mantenimiento productivo total (TPM):

- inspecciones diarias por operarios,
- mantenimiento preventivo mensual,
- registros simples de fallas,
- señalización de equipos críticos.

Esto reduce tiempos muertos y mejora la confiabilidad de los equipos utilizados en corte y soldadura.

## **8.5 Gestión de inventarios y flujo de materiales**

La propuesta incorpora un rediseño simple del sistema de inventarios mediante:

- Ubicación definida por áreas y codificación visual.
- Control de mínimos y reposición programada.
- Hoja de control rápido para operarios.
- Eliminación de acumulaciones innecesarias.

Esto permite reducir tiempos de espera y asegurar la disponibilidad de materiales críticos.

## **8.6 Gobernanza, indicadores y sostenibilidad del sistema**

El sistema se sostiene mediante un esquema de gobernanza interno alineado con el PMBOK. Se definen indicadores clave para evaluar el desempeño:

- % de defectos reducidos
- % de retrabajo
- Tiempo de ciclo por proceso
- Nivel de cumplimiento 5S
- Disponibilidad de equipos críticos

El Comité de Mejora Continua será el responsable de monitorear estos indicadores, reportar avances y tomar decisiones correctivas.

## **8.7 Resultados esperados.**

La implementación del sistema de mejora continua permitirá:

- Reducir la variabilidad en corte y soldadura.
- Estandarizar procesos críticos.
- Mejorar la calidad final del producto.
- Disminuir tiempos improductivos y reprocesos.
- Mejorar la organización y la seguridad industrial.
- Generar una cultura de trabajo basada en evidencia y control operacional.

La propuesta se convierte así en una solución integral, sostenible y adaptable al crecimiento futuro de la empresa.

## **9 CONCLUSIONES.**

La presente investigación permitió analizar de forma estructurada la situación operativa de una fábrica metalmecánica de Quito y demostrar que la falta de estandarización, el desorden en planta y la variabilidad de parámetros en procesos críticos son las principales causas de defectos, retrabajos y pérdidas de productividad. El diagnóstico evidenció que los procesos de corte, soldadura y ensamble presentan altos niveles de vulnerabilidad, lo cual afecta la calidad del producto final y genera tiempos de ciclo mayores a los requeridos.

La aplicación integrada del Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP) y el ciclo PHVA demostró ser un enfoque efectivo para priorizar problemas y diseñar acciones concretas de mejora. El uso de herramientas como Ishikawa, Pareto, 5S, M4P y elementos de Lean Manufacturing permitió comprender la naturaleza de los problemas y orientar la intervención hacia actividades de alto impacto.

Los resultados del piloto indicaron mejoras significativas en el control de parámetros de corte y soldadura, reducción de errores dimensionales, disminución del retrabajo y mayor claridad en los métodos de trabajo. Asimismo, la implementación de rutinas básicas de TPM contribuyó a reducir fallas inesperadas en la maquinaria.

En conclusión, el sistema de mejora continua propuesto no solo aborda los problemas actuales, sino que sienta las bases para un modelo sostenible de operación industrial, alineado a los principios de calidad, eficiencia y gestión moderna de procesos recomendados por el PMBOK. La empresa cuenta ahora con una ruta clara para fortalecer su competitividad y consolidar una cultura organizacional orientada a la mejora permanente.

## 10 RECOMENDACIONES.

1. **Formalizar y mantener el Comité de Mejora Continua** como órgano responsable de coordinar actividades, evaluar resultados y asegurar la continuidad del sistema propuesto.
2. **Estandarizar los procesos críticos** mediante la creación, registro y actualización periódica de procedimientos (WPS, instructivos de corte y ensamble), asegurando su difusión a todo el personal operativo.
3. **Fortalecer la capacitación interna**, especialmente en el uso de parámetros de soldadura, técnicas de corte, interpretación de planos y buenas prácticas de manufactura.
4. **Consolidar la implementación de 5S** en las áreas productivas y auditar mensualmente su cumplimiento para evitar el retorno al desorden.
5. **Ampliar el programa de TPM** incorporando rutinas diarias, hojas de inspección y mantenimientos preventivos calendarizados para asegurar la confiabilidad de los equipos críticos.
6. **Digitalizar parcialmente los registros básicos** (defectos, retrabajos, tiempos de ciclo) para facilitar el análisis de datos y la toma de decisiones basada en evidencia.
7. **Revisar periódicamente los indicadores clave** de desempeño (KPIs) y establecer metas trimestrales que permitan medir avances, corregir desviaciones y mantener la disciplina operativa.
8. **Extender el sistema PHVA** a otros procesos de la planta (bodega, mecanizado, pintura), una vez concluidos los pilotos en corte y soldadura.

Estas recomendaciones permitirán sostener la mejora lograda, expandirla a toda la fábrica y fortalecer la competitividad del negocio a mediano plazo.

## 11 BIBLIOGRAFÍA.

Contreras, L., & Pérez, J. (2021). Metodologías de mejora continua aplicadas en la industria metalmecánica. *Revista de Ingeniería Industrial*, 12(3), 45–58.

Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.

Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. McGraw-Hill.

Juran, J. M. (1954). *Quality control handbook*. McGraw-Hill.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Productivity Press.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.)*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. Project Management Institute.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Rivadeneira Moreira Leonardo Arturo, con C.C: # 1305100859 autor del trabajo de titulación: ***Implementación de un sistema de mejora continua basado en el ciclo PHVA y el análisis de vulnerabilidad de procesos (AVP) en una Fábrica Metal Mecánica - Ecuador***, previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 22 de febrero del 2026

---

Nombre: Rivadeneira Moreira Leonardo

C.C: 1305100859

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Implementación de un sistema de mejora continua basado en el ciclo PHVA y el análisis de vulnerabilidad de procesos (AVP) en una Fábrica Metal Mecánica - Ecuador		
<b>AUTOR:</b>	Ing. Rivadeneira Moreira Leonardo		
<b>REVISOR/TUTOR:</b>	Lic. López Domínguez Abelardo, Ph.D.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Subsistema de Posgrado		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>	Maestría en Gestión de Proyectos		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Magister en Gestión de Proyectos		
<b>FECHA PUBLICACIÓN:</b>	22 de febrero del 2026	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	36
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Administración		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Mejora Continua, Gestión de Proyectos, Procesos AVP, Ciclo PHVA.		
<p><b>RESUMEN/ABSTRACT</b> El presente Caso de Intervención tiene como objetivo implementar un sistema de mejora continua en una fábrica metalmeccánica ubicada en Ecuador, utilizando dos metodologías fundamentales: el ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar) y el Análisis de Vulnerabilidad de Procesos (AVP). La fábrica presenta problemas asociados a desorden operativo, reprocesos, mala gestión de inventarios, falta de procedimientos estandarizados, equipos sin mantenimiento preventivo y variabilidad en la calidad de los materiales. El análisis se sustenta en la evidencia científica presentada por Contreras y Pérez (2021), quienes demostraron que los talleres metalmeccánicos enfrentan problemas similares: mudas (desperdicios), procesos desordenados, inventarios deficientes y ausencia de un sistema de gestión estructurado. Con base en esta referencia, se realizó un diagnóstico integral aplicando PHVA, AVP, M4P (Matriz de Priorización de Problemas), Diagrama de Pareto y herramientas de calidad. Los resultados esperan mejorar la productividad, reducir tiempos improductivos, optimizar la calidad de los productos, establecer estándares operativos y fortalecer la cultura de mejora continua. Se plantea una propuesta de intervención con 5S, estandarización, control de inventarios, mantenimiento preventivo y capacitación técnica del personal.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> 0994911619	<b>E-mail:</b> leonardo.rivadeneira01@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Nicolas Elías Villavicencio Bermudes, Ph.D.		
	<b>Teléfono:</b> +593-962871723		
	<b>E-mail:</b> nicolas.villavicencio@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			