

Mejora del proceso físico y administrativo del área de fundición en Industrias Inca S.A.S

Laury Alexandra Rojas Patiño (2204057)

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Industrial

Modalidad Practica Empresarial

Director

William Eduardo Vargas Ruiz

Máster en Dirección de Operaciones y Calidad

Tutor

Luisa Fernanda Sánchez Hernández

Coordinador Mejora Continua

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

Dedico este valioso proyecto, en primer lugar, a Dios, por su infinita sabiduría, salud y constante compañía a lo largo de este camino. A mis padres, por su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor incondicional, que han sido mi mayor fortaleza. A mi hermana, que siempre me recordó que era capaz y me dijo lo orgullosa que estaba de mí; su amor y palabras de aliento siguen siendo una fuente de inspiración, aunque ya no este físicamente con nosotros. A mi nona, tíos y familiares, por sus palabras de aliento, cariño sincero y por siempre creer en mí. A mi novio, por su amor, apoyo constante y aliento en los momentos difíciles, recordándome que no debo rendirme y creyendo en mí cuando yo misma lo dudaba.

A mi perrito Rocky, por estar a mi lado en los momentos difíciles, brindándome su compañía incondicional.

Y finalmente, me dedico este logro a mí misma, por la perseverancia, el esfuerzo diario, la dedicación y el sacrificio que han hecho posible alcanzar esta meta.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, quien ha llenado mi vida de bendiciones y experiencias a lo largo de este camino y en la construcción de este proyecto. Su fortaleza, perseverancia y sabiduría han sido esenciales para culminar esta etapa.

A mi madre, por enseñarme a enfrentar adversidades con carácter y por ser una mujer extraordinaria y virtuosa. Gracias por mostrarme que el amor y la nobleza llevan lejos y por tus constantes oraciones.

A mis hermanas de corazón, Tatiana, Marylight e Isabella, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles y felices, y por su apoyo en cada decisión importante.

A mi tío Luis José y Dora, por su amor inagotable y apoyo económico, que me permitió culminar mis estudios, y por su contribución significativa a la mujer que soy hoy.

A mi nona, por su apoyo, amor incondicional y enseñanzas a lo largo de la vida.

Agradezco a Industrias Inca por la oportunidad de realizar mi proyecto de grado, un espacio que no solo me permitió crecer profesionalmente, sino también conocer a personas excepcionales de gran corazón y ejemplo, como Kary Bobadilla cuyo liderazgo, dedicación y conocimiento fueron fundamentales para el éxito de mi proyecto. Extiendo mi agradecimiento a Luisa Sánchez, Nubia Piñeros, Jorge Bermúdez, Myriam Morales cada uno de ellos, con su ejemplo de profesionalismo y calidez humana, ha dejado una marca importante en mi vida, y por ello les estaré eternamente agradecido.

A mi director, William Vargas, por su paciencia, dedicación y tiempo y orientación a lo largo de todo este proyecto. Su apoyo constante me motivo a superarme y a enfrentar cada desafío con confianza y determinación.

Finalmente, agradezco a la Universidad Industrial de Santander por su formación de calidad, clave para mi crecimiento personal y profesional.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	17
1. Planteamiento del problema.....	18
1.1 Situación actual en el área de fundición Industrias Inca S.A.S .....	18
2. Objetivos .....	22
2.1 Objetivo General .....	22
2.2 Objetivos Específicos.....	22
3. Alcance .....	23
4. Generalidades de la Empresa .....	24
4.1 Aspectos generales de la empresa.....	25
4.1.1 Misión .....	25
4.1.2 Visión.....	25
4.1.3 Valores .....	25
4.1.4 Estructura Organizacional.....	28
5. Marco de referencia .....	28
5.1 Marco de antecedentes .....	28
5.2 Marco teórico .....	30
5.2.1 Distribución de frecuencias.....	30
5.2.2 <i>Histograma</i> .....	32
5.2.3 Diagrama de causa-efecto .....	32
5.2.4 Los cinco ¿Por qué?.....	33
5.2.5 Diagrama de flujo de proceso .....	33

5.2.6 Estudio de tiempos.....	35
5.2.7 Indicadores de gestión.....	35
5.2.8 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF) .....	35
5.2.9 Matriz DOFA.....	36
5.2.10 Caracterización de un proceso .....	36
6. Metodología .....	37
6.1 Pre-Diagnóstico.....	37
6.2 Diagnóstico de los procesos.....	37
6.3 Formulación de un plan de mejoramiento .....	38
6.4 Diseño de indicadores .....	39
6.5 Implementación de las propuestas .....	39
6.6 Control y Evaluación de Resultados.....	39
7. Diagnóstico inicial .....	40
7.1 Metodología del diagnóstico.....	40
7.1.1 Inmersión inicial .....	41
7.1.2 Recolección de información .....	41
7.1.3 Reconocimiento de la empresa y sus procesos .....	42
7.1.3.1 Descripción del proceso productivo.....	42
7.1.3.1.1 Recepción de orden de producción. ....	44
7.1.3.1.2 Verificación y preparación de moldes y materiales. ....	44
7.1.3.1.3 Operación y extracción de piezas .....	45
7.1.3.1.4 Manejo de material y consolidación de producto. ....	45
7.1.3.1.5 Recepción y registro en la línea de producción. ....	46

7.1.4 Organización de la información.....	46
7.1.5 Análisis de la información .....	48
7.1.5.1 Análisis cualitativo.....	48
7.1.5.1 Análisis cuantitativo del proceso de fundición. ....	50
7.1.6 Conclusiones del diagnóstico.....	57
8. Plan de Mejoramiento de los Procesos .....	57
8.1 Propuesta 1: Creación de una "Escuela de Fundidores", que divida el entrenamiento en módulos específicos. ....	60
8.2 Propuesta 2: Implementar un programa de capacitación en "5S" y "SISTEMATA" para mejorar la eficiencia y reducir desperdicios, y formar al personal en Six Sigma (cinturón blanco) para optimizar procesos y calidad.....	61
8.3 Propuesta 3: Implementar indicadores de eficiencia en Power BI para monitorear la proporción de piezas buenas frente a las defectuosas y ajustar el proceso según los defectos observados. ...	63
8.4 Propuesta 4: Implementar un sistema de código de barras para cada molde, que registre detalles clave y se integre con los módulos existentes para un seguimiento preciso.....	64
8.5 Propuesta 5: Automatizar reportes en Excel desde SID para crear indicadores en Power BI, mejorando la eficiencia y el análisis del proceso.....	66
9. Implementación de mejoras y resultados obtenidos .....	67
9.1 Implementación propuesta 1 .....	67
9.2 Capacitaciones de las “5 S” y Sistema “SISTEMATA” .....	75
9.3 Desarrollo de Indicadores y Uso de Power BI.....	77
9.4 Sistema de Código de Barras para Moldes .....	81

9.5 Automatización de Registros y Reportes en Excel a través del Sistema Integral Dupree (SID)	
.....	83
10. Conclusiones .....	87
11. Recomendaciones .....	89
Referencias Bibliográficas .....	90

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tabla de cumplimiento de objetivos .....	20
Tabla 2. Simbolos estándares para los diagramas de flujo .....	34
Tabla 3. Información de operarios del área de fundición .....	43
Tabla 4. Matriz DOFA-Fortalezas y Debilidades .....	49
Tabla 5. Matriz DOFA- Oportunidades y Amenazas .....	50
Tabla 6. Indicador de Improductividad de Moldes: Comparativa Trimestral .....	51
Tabla 7. Indicador de Eficiencia de Moldes: Comparativa Trimestral .....	51
Tabla 8. Porcentaje de improductividad y eficiencia de los moldes por mes .....	52
Tabla 9. Porcentaje productividad según tiempo notificado VS disponibilidad.....	52
Tabla 10. Número de moldes que son útiles por jornada laboral y semanalmente.....	53
Tabla 11. Descripción general de las propuestas formuladas en el plan de mejoramiento .....	58
Tabla 12. Plan de implementación de la propuesta 1.....	60
Tabla 13. Plan de implementación de la propuesta 2.....	62
Tabla 14. Plan de implementación de la propuesta 3.....	63
Tabla 15. Plan de implementación de la propuesta 4.....	65
Tabla 16. Plan de implementación de la propuesta 5.....	66

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Logo de Industrias Inca S.A.S.....	25
Figura 2. Estructura Organizacional de Industrias Inca S.A.S.....	28
Figura 3. Etapas de la metodología del proyecto.....	37
Figura 4. Diagrama de etapas del proceso de diagnóstico.....	40
Figura 5. Niveles de polivalencia.....	44
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de fundición.....	47
Figura 7. Porcentaje promedio de eficiencia de los moldes.....	54
Figura 8. Diagrama causa-efecto para el problema de improductividad y eficiencia en el proceso de fundición.....	55
Figura 9. Formato de bienvenida para las prestaciones de Capacitación.....	67
Figura 10. Organización de temas por clases.....	69
Figura 11. Implementación de clases teóricas.....	70
Figura 12. Implementación de clases practicas.....	70
Figura 13. Promedio de calificaciones.....	71
Figura 14. Tendencias en Reproceso: Indicador Visual.....	72
Figura 15. Desempeño del Proceso: Indicador de Rechazo.....	73
Figura 16. Graduación Escuela de Fundidores.....	74
Figura 17. Evidencia de capacitaciones.....	75
Figura 18. Gráfica porcentaje de rechazo por mes.....	79
Figura 19. Gráfica unidades totales pedidas VS total rechazo por mes.....	79

Figura 20. Indicador Reporte Rechazos elaborado en Power BI .....	80
Figura 21. Pruebas de implementación de código de barras para moldes .....	82
Figura 22. Diseño de módulo de programación de Modelos de Fundición .....	84
Figura 23. Diseño de módulo Administración de moldes.....	85
Figura 24. Archivo de Excel exportado de módulo .....	85

### **Lista de Apéndices**

**Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS**

Apéndice A. Carta de la empresa Industrias Inca S.A.S

## Glosario

**Báscula:** dispositivo utilizado para pesar materiales o productos.

**Centrífuga:** máquina utilizada en procesos industriales para separar sustancias de diferente densidad mediante fuerza centrífuga.

**Cinturón blanco:** nivel inicial de formación en Six Sigma, enfocado en la comprensión básica de los principios de calidad y eliminación de desperdicios.

**Coordinador UEN:** responsable de gestionar, supervisar y optimizar las operaciones, estrategias y objetivos dentro de esa unidad, asegurando que se alineen con la visión y metas generales de la empresa.

**Despencar:** desmoldar y sacar piezas fundidas del molde para el siguiente proceso.

**Eficacia:** capacidad de lograr un resultado deseado o esperado.

**Eficiencia:** capacidad de lograr un objetivo con el menor uso de recursos.

**Estaño:** metal blando, maleable y resistente a la corrosión, utilizado en la fundición de piezas de joyería.

**Fundición:** proceso de fabricación donde un material, típicamente metal, es fundido y vertido en un molde para darle forma.

**Gaveta:** cajón o compartimiento utilizado para almacenar piezas, herramientas u otros materiales.

**Indicadores (KPI):** medidas clave de desempeño utilizadas para evaluar la eficiencia y eficacia de un proceso.

**Joyería:** establecimiento o negocio donde se fabrican, reparan o venden joyas.

**Líder de célula:** persona responsable de supervisar y coordinar un grupo de trabajo o proceso específico dentro de una planta.

**Lean Manufacturing:** filosofía de gestión enfocada en la reducción de desperdicios y mejora continua en los procesos de producción.

**Material sobrante:** restos de material que quedan después de completar un proceso de producción, los cuales pueden ser reciclados o desechados.

**Mejoramiento:** acción de mejorar o hacer algo más adecuado o perfecto.

**Moldes:** modelos huecos que sirven para dar forma a materiales líquidos o maleables.

**Optimización:** acción de mejorar al máximo los recursos o procesos para obtener los mejores resultados posibles.

**Pasadas:** número de veces que un molde es utilizado en el proceso de fundición antes de que sea necesario reemplazarlo o reprocesarlo.

**Rechazo:** piezas o productos que no cumplen con los estándares de calidad y son eliminados o reprocesados.

**Refundición:** proceso de fundir de nuevo algo, especialmente metales, para darle otra forma o uso.

**Reproceso:** acción de someter un producto defectuoso a uno o más procesos adicionales para corregir fallos o mejorar su calidad.

**Resultados:** consecuencias, efectos o productos de una acción o proceso.

**Six Sigma:** metodología de gestión que busca mejorar la calidad de los procesos eliminando defectos y variabilidad, utilizando herramientas estadísticas.

**SISTEMATA (Desperdicio):** concepto o metodología para identificar, mitigar y eliminar desperdicios en los procesos productivos.

**SID (sistema integral de Dupree):** es una plataforma de gestión diseñada para centralizar y optimizar la administración de información crítica en las operaciones de una empresa.

**Sobrecostos:** costes adicionales que surgen durante un proceso o proyecto, por encima de lo inicialmente presupuestado.

**Talco:** polvo utilizado en la fundición para facilitar el desmolde de piezas y evitar que se adhieran al molde.

**Valor agregado:** incremento en el valor de un producto o servicio como resultado de un proceso específico, mejorando su calidad o eficiencia.

**UV:** unidades de venta.

**Zamak:** material altamente utilizado en la joyería y la bisutería fina, por su versatilidad, apariencia, acabado, calidad y durabilidad.

**5S:** metodología japonesa de gestión que se enfoca en la organización, limpieza y estandarización en el lugar de trabajo para mejorar la eficiencia y seguridad.

## Resumen

**Título:** Mejora del proceso físico y administrativo del área de fundición en Industrias Inca S.A.S\*

**Autor:** Laury Alexandra Rojas Patiño\*\*

**Palabras Clave:** Despencar, Refundición, Moldes, Eficiencia, Sobrecostos, Optimización, Joyería, Mejoramiento.

**Descripción:** Este proyecto de grado tiene como objetivo mejorar los procesos físicos y administrativos del área de fundición de la empresa Inca S.A.S., incrementando su eficiencia operativa. Para lograrlo, se realizó un diagnóstico exhaustivo del estado actual de la fundición, identificando deficiencias y oportunidades de mejora. Con base en este análisis, se diseñó un plan de mejora específico, enfocado en optimizar las operaciones y reducir ineficiencias. Entre las acciones implementadas destacan las mejoras tecnológicas y la reestructuración del flujo de trabajo en los procesos de fundición, con el propósito de minimizar rechazos y reprocesos, aumentando así la productividad. Además, se desarrolló un sistema de indicadores de gestión para monitorear el impacto de las mejoras y asegurar la comunicación efectiva de los cambios implementados en los procesos físicos y administrativos. En conjunto, estas iniciativas no solo mejoran la eficiencia del área de fundición, sino que también alinean sus operaciones con los objetivos estratégicos de Industrias Inca S.A.S., contribuyendo a su competitividad en el mercado.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: William Eduardo Vargas Ruiz. Máster en Dirección de Operaciones y Calidad

### Abstract

**Title:** Improvement of the physical and administrative process of the foundry area at Industrias Inca S.A. S \*

**Author(s):** Laury Alexandra Rojas Patiño \*\*

**Key Words:** Untapping, Recasting, Molds, Efficiency, Cost Overruns, Optimization, Jewelry, Improvement.

**Description:** This thesis project aims to improve the physical and administrative processes in the company's foundry area of Inca S.A.S., increasing its operational efficiency. To achieve this, an exhaustive diagnosis of the current state of the foundry was conducted, identifying deficiencies and areas for improvement. Based on this analysis, a specific improvement plan was designed, focused on optimizing operations and reducing inefficiencies. Key actions included technological upgrades and restructuring the workflow in the foundry processes to minimize rejections and rework, thereby increasing productivity. Additionally, a management indicator system was developed to monitor the impact of the improvements and ensure effective communication of the changes implemented in the physical and administrative processes. Together, these initiatives not only enhance the efficiency of the foundry area but also align its operations with the strategic objectives of Industrias Inca S.A.S., contributing to the company's competitiveness in the market.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director: William Eduardo Vargas Ruiz. Master in Operations and Quality Management

## **Introducción**

En el dinámico panorama empresarial actual, la eficiencia operativa y la calidad del producto son imperativos fundamentales para el éxito sostenido de cualquier organización. Dentro del sector manufacturero metalmecánico, áreas como la fundición de metales desempeñan un papel vital en la creación de una amplia variedad de productos, desde componentes industriales hasta artículos de consumo cotidiano. En este contexto, Industrias Inca S.A.S, una empresa líder en el ámbito manufacturero, se enfrenta al desafío constante de optimizar sus procesos para mantener su posición competitiva en el mercado. El área de fundición del Zamak, siendo un eslabón crucial en la cadena de producción de la empresa, no es ajena a este imperativo de mejora continua. Como parte esencial en la fabricación de componentes de precisión, la fundición de este material, altamente utilizado en la producción de joyería y bisutería fina, requiere un control riguroso de procesos para asegurar la calidad y eficiencia en la producción.

El presente trabajo se enfoca en analizar y mejorar el proceso físico y administrativo del área de fundición de Industrias Inca S.A.S. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un diagnóstico pormenorizado que permitió identificar áreas de oportunidad y proponer soluciones efectivas para optimizar el rendimiento y la gestión de los moldes, los cuales son fundamentales en el proceso de fundición. En estos moldes, se funde el material Zamak, dando forma a las piezas que luego pasarán a las siguientes etapas de producción. La calidad y precisión de los moldes son esenciales para garantizar que las piezas resultantes cumplan con los estándares requeridos, por lo que su correcta gestión es vital para la eficiencia del proceso global. El proceso de diagnóstico se fundamentó en un análisis detallado que abarcó tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. Se emplearon diversas herramientas y metodologías, tales como observaciones directas, entrevistas

con el personal especializado, revisión de datos y elaboración de diagramas de flujo, entre otras, con el fin de obtener una comprensión integral del estado actual del área de fundición.

El enfoque central de este plan de mejora consiste en optimizar el uso de recursos y tiempos, mediante la implementación de cambios y mejoras significativas. Las acciones propuestas serán implementadas, seguidas de una evaluación objetiva que permite medir el impacto de las mejoras en la eficiencia y productividad del área de fundición.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Situación actual en el área de fundición Industrias Inca S.A.S**

La fundición, como parte esencial del proceso de manufactura, representa un pilar fundamental en Industrias Inca S.A.S, empresa líder en el sector industrial con una amplia trayectoria en la fabricación de diversos productos. Sin embargo, el área de fundición enfrenta una serie de desafíos que limitan su eficiencia operativa y la calidad del producto final, lo que afecta directamente la competitividad y la rentabilidad de la empresa.

Antes de 2023, el área de fundición de Industrias Inca S.A.S. no contaba con un sistema formal para registrar y controlar el uso de los moldes en el proceso de producción. La ausencia de un registro adecuado sobre cuántas veces un molde era utilizado generaba varios problemas significativos. En primer lugar, muchos moldes se utilizaban más allá de su vida útil óptima, lo que provocaba un desgaste excesivo y fallos en los productos. Además, la falta de información confiable hacía imposible planificar de manera preventiva el mantenimiento o el reemplazo de los moldes defectuosos. Esta gestión deficiente dependía, en gran medida, del conocimiento tácito

delo personal operativo, lo que aumentaba la posibilidad de errores y exponía al sistema a fallos por rotación de personal o simples omisiones.

En un intento por mejorar esta situación, en 2023 se implemento un formulario para registrar la fecha en que cada molde fue pasado por el proceso de fundición a través de la maquina centrífuga, el numero del molde y las pasadas que tuvo en el día. Sin embargo, esta iniciativa ha resultado insuficiente para abordar de manera efectiva el problema subyacente. El principal desafío radica en que, en caso de que el auxiliar operativo olvide registrar la pasada del molde por el proceso, no se está descontando correctamente la vida útil del molde. Esto puede ocasionar una serie de problemas en las próximas pasadas, como falta de llenado, diversas fallas de calidad en la pieza o defectos en la producción.

La falta de un sistema adecuado para el seguimiento y control de la vida útil de los moldes resulta en la producción de piezas defectuosas, prolongados tiempos de inactividad y una disminución en la productividad general del área. Además, la falta de estandarización en los procesos y la escasa utilización de tecnologías modernas de gestión de datos dificultan la toma de decisiones informadas y la identificación de áreas de mejora.

Esta situación se ve agravada por la complejidad inherente al proceso de fundición y la diversidad de variables involucradas, lo que requiere un enfoque multidisciplinario y sistemático para abordar los desafíos existentes en el área de fundición. Es necesario identificar de manera precisa las causas subyacentes de los problemas actuales y proponer soluciones efectivas que permitan mejorar la gestión de los moldes, optimizar los procesos operativos y aumentar la eficiencia y calidad del producto final, es esencial determinar la cantidad de unidades perfectas y las que necesitan ser refundidas. Además, se requiere conocer la cantidad de cavidades del molde

(espacios vacíos diseñados dentro de un molde para dar forma a la pieza cuando es vertido el material), para garantizar que todas las referencias salgan completas.

La situación descrita conduce a la producción de piezas con imperfecciones cuando el molde ha superado su vida útil. Esto presenta un desafío que involucra la evaluación de la eficiencia y productividad de los operarios en llenado del molde. Dado lo anterior se plantea este proyecto de trabajo de grado en el área de fundición para mejorar la gestión de los moldes. En la fundición, la administración eficiente de los moldes es crucial para garantizar la calidad del producto final y aumentar la productividad. Igualmente, la falta de un sistema adecuado de seguimiento y control conlleva problemas como tiempos de inactividad prolongados y baja productividad. La mayoría de las empresas de fundición dependen de métodos manuales, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y la evaluación precisa de la eficiencia y calidad del producto. Dada la magnitud de la compañía, es fundamental que se actualicen los procesos en esta área y se implemente la tecnología de manera efectiva para mejorar y proporcionar datos que faciliten el análisis.

### **Tabla 1**

Tabla de cumplimiento de Objetivos

<b>Objetivo</b>	<b>Cumplimiento</b>
Realizar un diagnóstico del estado actual del área de fundición con el fin de analizar y detectar áreas de oportunidad en los procesos físicos y administrativos de la fundición en Industrias Inca S.A.S.	Capítulo 7 Página 37
Elaborar un plan de mejora basado en las deficiencias y oportunidades identificadas	Capítulo 8 Página 55

Objetivo	Cumplimiento
durante el diagnóstico de Industrias Inca S.A.S.	
Implementar propuestas de mejoras tecnológicas y de flujo de trabajo en los procesos de fundición aprobadas por los directivos de Industrias Inca S.A.S para aumentar la eficiencia y calidad de los productos.	Capítulo 9 Página 64
Diseñar e implementar un sistema de indicadores de gestión que evalúe las mejoras implementadas en el proceso de fundición.	Capítulo 9 Página 74
Comunicar las mejoras implementadas y los cambios propuestos en los procesos físicos y administrativos del área de fundición de Industrias Inca S.A.S.	Capítulo 9

*Nota.* Datos de cumplimiento de objetivos. Elaboración propia

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en los procesos físicos y administrativos del área de fundición de Industrias Inca S.A.S, con el fin de aumentar su eficiencia y eficacia operativa.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Realizar un diagnóstico del estado actual del área de fundición con el fin de analizar y detectar áreas de oportunidad en los procesos físicos y administrativos de la fundición en Industrias Inca S.A.S.

Elaborar un plan de mejora basado en las deficiencias y oportunidades identificadas durante el diagnóstico de Industrias Inca S.A.S.

Implementar propuestas de mejoras tecnológicas y de flujo de trabajo en los procesos de fundición aprobadas por los directivos de Industrias Inca S.A.S para aumentar la eficiencia y calidad de los productos.

Diseñar e implementar un sistema de indicadores de gestión que evalúe las mejoras implementadas en el proceso de fundición.

Comunicar las mejoras implementadas y los cambios propuestos en los procesos físicos y administrativos del área de fundición de Industrias Inca S.A.S.

### **3. Alcance**

La centralización y organización eficiente de la información en el área de fundición es fundamental para mejorar la gestión de los moldes y la efectividad de los procesos operativos en la planta de joyería de Industrias Inca S.A.S., ubicada en Bogotá, Cundinamarca. Al implementar herramientas de gestión de información, como gráficos y tableros de control, se facilitará la toma de decisiones ágiles, asegurando que todo el equipo de trabajo acceda a datos actualizados y coherentes.

Una gestión centralizada de la información minimizará la duplicidad de datos, mejorará la coordinación entre los operarios y proporcionará una visión clara y completa de los procesos de fundición. Esto permitirá reducir los reprocesos y mejorar la calidad del producto final, asegurando una toma de decisiones más efectiva. Además, la capacidad de monitorear y controlar la vida útil de los moldes en tiempo real ayudará a disminuir el riesgo operativo y a mantener la productividad.

En el contexto de la fundición, donde la precisión y la coordinación son esenciales, la centralización de la información garantizará que los procesos operativos sean más efectivos y que los resultados sean consistentes y de alta calidad. También se logrará una mejor colaboración entre los operarios, se eliminarán los errores recurrentes y se mejorará la seguridad y control de la producción.

Los resultados esperados incluyen un diagnóstico detallado de los procesos actuales en el área de fundición, la identificación de oportunidades de mejora, y la implementación de un plan de mejora aprobado por la gerencia. Con un modelo de gestión de la información definido y la socialización de los cambios implementados, la empresa podrá fortalecer sus operaciones y mejorar la eficiencia y calidad en la producción.

#### **4. Generalidades de la Empresa**

INDUSTRIAS INCA S.A.S. comenzó en 1954 como una empresa dedicada exclusivamente a la fabricación de joyería de fantasía fina. A lo largo de los años, la compañía ha ampliado su portafolio de productos para incluir ropa, accesorios, fragancias y artículos para el hogar, consolidándose como un actor destacado en el mercado de consumo masivo en la región.

En Colombia, la empresa opera con tres sedes principales: una planta de joyería ubicada en Bogotá, un centro de distribución (CEDI) en Funza, y una planta de fabricación de ropa en Medellín. Además de su expansión en el país, ha extendido su presencia a otros mercados de América Latina, incluyendo Perú, Guatemala, Ecuador y Bolivia.

La compañía cuenta con una fuerza laboral de 1,835 empleados y una vasta red de 2,495,310 vendedores independientes en Colombia, lo que refleja su gran escala y complejidad operativa. Gracias a su diversificación de productos y expansión regional, Industrias Inca S.A.S. alcanzó ventas de 6.8 billones de pesos en 2022, consolidándose como un actor clave en el mercado. La empresa opera a través de 28 empresas afiliadas, que contribuyen a su sólida presencia en la industria. Cada mes, se comercializan en promedio 37,420 unidades de joyería de fantasía fina, lo que subraya la capacidad productiva y la demanda de sus productos. Para mantener esta dinámica, la compañía lanza dos campañas mensuales, cada una acompañada de una revista exclusiva, que permite a sus vendedores independientes ofrecer una amplia variedad de productos y mantener el interés de los consumidores en un mercado altamente competitivo. Este enfoque integral demuestra la magnitud y sofisticación de las operaciones de Industrias Inca S.A.S., posicionándola como líder en su sector. A continuación, en la figura 1, se detalla el logo de Industrias Inca S.A.S

**Figura 1**

*Logo de Industrias Inca S.A.S*



*Nota.* Tomado de (Industrias Inca S.A.S s.f.)

**4.1 Aspectos generales de la empresa****4.1.1 Misión**

Respaldar el crecimiento de la compañía, logrando eficiencia y excelencia operacional en nuestros procesos, apoyados en la filosofía lean para alcanzar la mejora continua y la satisfacción de nuestros clientes.

**4.1.2 Visión**

Queremos ser reconocidos como líderes de venta directa en Latinoamérica, ofreciendo productos accesibles y novedosos, creando experiencias geniales por medio de procesos simples, impulsando a que más mujeres apuesten por ellas mismas.

**4.1.3 Valores**

Estos valores fundamentales forman la base de nuestra identidad como grupo empresarial, sustentando tanto nuestras formas de trabajo como la manera en que llevamos a cabo nuestras actividades. Cada uno de estos principios está profundamente arraigado en nuestros estándares y procedimientos organizacionales, aplicados con rigor técnico y con un enfoque colaborativo que reconoce y valora las capacidades de cada individuo. Al integrar a todos los miembros del equipo

en la construcción de nuestra cultura, fomentamos un entorno donde se genera un valor agregado que fortalece y enriquece a la compañía. Estos valores son el pilar sobre el que se construye nuestro éxito y nuestra capacidad para enfrentar desafíos, avanzar con integridad y pasión, y alcanzar la excelencia operativa. Ellos son:

- *Sentido de urgencia*: Es la determinación de mantenernos concentrados en los resultados y sus plazos fijados hasta lograr nuestros propósitos, impulsando el cambio y movilizándolo a otros para contribuir a alcanzar los objetivos de nuestra visión.

Se distingue por entregar resultados de calidad antes del tiempo esperado, sorprendiendo con su velocidad. Ante cualquier obstáculo, no se detiene ni da excusas; en su lugar, busca soluciones, hace preguntas y encuentra la información necesaria. En lugar de llevar problemas, siempre presenta propuestas concretas. Además, enfatiza la importancia de imprimir velocidad con calidad en todos los entregables.

- *Cultura de Alto Desempeño*: Es creer en Azzorti y hacer que nuestra empresa alcance la Excelencia Operacional. Compartimos una filosofía de negocio, la hacemos nuestra y la asumimos, sabiendo que así cada tarea personal contribuirá a su mejor marcha y desarrollo.

Tiene claros sus objetivos y, si su jefe no se los proporciona, los propone por sí mismo, reconociendo que "lo que se mide, se mejora". Lleva un control detallado de su progreso en el desempeño de sus actividades principales, midiendo mejoras concretas como la reducción de errores o la optimización de tiempos. Ofrece sugerencias, observaciones y críticas de manera constructiva, con el propósito de ayudar a los demás a elevar su nivel de rendimiento, sin intención de desmotivar. Además, comprende y comunica los beneficios de los cambios, prefiriendo la evolución y mejora continua sobre mantener el statu quo.

*-Integridad:* Es actuar con altos niveles de rectitud, comportamiento ético y carácter moral en nuestras relaciones, en las actividades analíticas, económicas y humanas en general. Es cuidar nuestra imagen y contribuir con el prestigio de nuestra empresa.

Admite cuando comete un error, asumiendo la responsabilidad de corregirlo y enfrentando las consecuencias. Desafía a otros a actuar con honestidad y rectitud, sin permanecer callado ante situaciones que puedan afectar el bienestar de las personas y la empresa. Su comportamiento es siempre congruente con lo que dice y defiende, y se asegura de brindar a todos un trato justo y equitativo.

*-Pasión:* Es la alegría, el dinamismo, la energía y el entusiasmo que nace de disfrutar nuestro trabajo y que nos impulsa a desarrollar nuestro máximo potencial, rompiendo paradigmas y haciendo que las cosas sean posibles, procurando así el éxito.

Mantiene una sonrisa al hacer contacto visual con las personas, mostrando una actitud positiva y accesible. Se implica profundamente en su labor, dedicando tiempo y esfuerzo para lograr el mejor resultado posible, no conformándose con solo "cumplir". Ante las dificultades, se muestra optimista, ofreciendo palabras de aliento o utilizando el sentido del humor cuando es necesario para sostener el esfuerzo y mantener un buen ánimo. Además, está siempre dispuesto a colaborar cuando se lo solicitan, siempre que esto no afecte el cumplimiento de sus propias responsabilidades.

#### 4.1.4 Estructura Organizacional

En la figura 2, se puede visualizar como está constituida la estructura organizacional en Industrias Inca S.A.S.

**Figura 2**

*Estructura Organizacional de Industrias Inca S.A.S*



*Nota.* Tomado de (Industrias Inca S.A.S s.f.)

## 5. Marco de referencia

### 5.1 Marco de antecedentes

Granados y Puentes (2016) en su trabajo de grado “Sistema de gestión de operaciones en el área de fundición de la siderúrgica METALMEC S.A.S” de la ciudad de Bogotá, la finalidad del estudio fue un plan de mejora que incluya la transformación de los procesos y operaciones mediante la implementación de un sistema de gestión de operaciones. Este sistema establecerá estándares para los procesos de fundición, desarrollara una política de gestión, definirá estructuras

jerárquicas y llevara a cabo una ingeniería de métodos para mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas. Se desarrollará una distribución de planta y se ofrecerá una solución para eliminar los cuellos de botella en el proceso productivo.

Como resultado del trabajo se concluye el análisis costo-beneficio indica que la estandarización y la integración de tecnología son las opciones más rentables para la organización. Sin embargo, todas las alternativas tienen el potencial de generar cambios positivos significativos, dada la situación empírica de la empresa y la cantidad considerable de variables no controladas. Por lo tanto, cualquiera de las alternativas propuestas puede llevar una transformación importante con ventajas sustanciales, ya que no hay diferencias significativas entre ellas en términos de los beneficios que aportarían a lo organización (Granado & Puentes Ávila, 2016).

Palmira, Valencia (2015) realizo un trabajo de grado titulado “Diseño y documentación metodológica para la mejora productiva del área de fundición en una empresa del sector metalmeccánica en el Valle del Cauca” se utiliza la mejora mediante la aplicación de un enfoque metodológico basado en la filosofía Lean. Permitió a la planta de producción comenzar a eliminar las mudas más críticas y así identificar qué identificar qué herramientas seguir aplicando con el objetivo de mejorar la eficacia global de la empresa. Se concluyó que, a pesar de que se encontraban muchos equipos dentro de una planta de producción, no todos estaban en funcionamiento y terminaban ocupaban espacio valioso, pues se utilizaban para ubicar aquellas herramientas que los operarios en su momento dejaban de usar, generando desorden y aumentando la probabilidad de un accidente de trabajo (Gil Valencia, 2015).

Jurica (2022) concluye la importancia de la automatización de procesos como un factor clave para asegurar el éxito de las iniciativas empresariales. Según su investigación, es fundamental la colaboración de una amplia variedad de actores dentro de la organización,

trabajando en conjunto para implementar soluciones automatizadas de manera efectiva. La automatización mediante plataformas de código bajo/sin código permite una implementación rápida y sencilla, lo que resulta especialmente útil en procesos como la entrada de datos, la gestión documental y la programación, entre otros. Esta tecnología reduce tanto el tiempo como los costos de desarrollo, permitiendo una implementación ágil y un retorno de inversión más rápido. Además, posibilita que empleados sin conocimientos técnicos, lo que permite que estos puedan automatizar procesos de manera autónoma, mejorando así la eficiencia y la productividad (Djurica, 2020).

## **5.2 Marco teórico**

De acuerdo con Hero camp, una plataforma especializada en formación y capacitación para el desarrollo de habilidades digitales y empresariales, la eficiencia y el uso de herramientas de diseño de trabajo son fundamentales para el éxito empresarial en la era digital. Estas herramientas contribuyen a incrementar la productividad, optimizar la gestión del talento, facilitar la toma de decisiones, fomentar la innovación y reducir los costos operativos. En este contexto, las principales técnicas de ingeniería industrial que se aplicarán, tanto directa como indirectamente, en el desarrollo del proyecto de grado en la planta de joyería serán las siguientes.

### ***5.2.1 Distribución de frecuencias***

La distribución de frecuencias es una técnica estadística esencial que se emplea para organizar y resumir datos. La frecuencia absoluta es el número de veces que ocurre un evento, mientras que la frecuencia relativa es la proporción de la frecuencia absoluta en relación con el total. La distribución de frecuencias de una variable muestra las frecuencias correspondientes a cada uno de sus valores o categorías.

Para describir los rasgos principales de una distribución de frecuencias, es necesario resumir los datos de manera más concisa. Para ello, se pueden utilizar tablas, gráficos y medidas

numéricas que resumen las magnitudes de la variable (medidas de posición) o su variabilidad (medidas de dispersión). Las opciones varían según si la variable de interés es cuantitativa (registrada en una escala numérica) o cualitativa (registrada en un conjunto de clases o categorías). (Batista,2012).

Es crucial tener en cuenta que la construcción de la distribución de frecuencias depende de si las variables son discretas o continuas, ya que el proceso varía según el tipo de variable. Además, es necesario realizar las adecuadas consideraciones para categorizar los datos, de modo que se cuente con la cantidad correcta de datos para cada una de las categorías. (Triola,2023)

***Distribución de frecuencia:*** Conjunto de datos se divide en varias categorías o clases, al alistar todas las categorías junto con el número de datos, se define frecuencia como el número de elementos que cumplen la condición de la categoría que se propone. (Triola,2023)

Para poder realizar la construcción de una tabla de frecuencias, se deben seguir los pasos siguientes:

1. Establezca la cantidad de clases deseadas, idealmente entre 5 y 20, considerando que este número influirá en el manejo de cifras enteras (Triola,2023)

2. Determine la amplitud de cada clase utilizando la siguiente fórmula (Triola,2023):

$$A_c = \frac{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}{\text{número de clases}}$$

3. Elija un valor que represente el límite inferior de cada clase. Este valor puede ser igual o menor que el valor mínimo de los datos (Triola,2023).

4. Con base el límite inferior y la amplitud de cada clase, genere todas las clases necesarias sumando el ancho de la clase al límite inferior de cada una de ellas (Triola,2023).

5. Registre las clases en una tabla para comenzar el recuento (Triola,2023).

### **5.2.2 Histograma**

Es una herramienta gráfica clave, simplifica y analiza datos de manera efectiva. Facilita la detección de patrones difíciles de percibir en tablas numéricas y visualiza la frecuencia de valores de una variable en un conjunto de datos, donde la frecuencia es la cantidad de veces que ocurre un evento y la variable es una característica cuantitativa susceptible de medición. se sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos al interpretar el histograma (Domenech, 2018):

- La forma de campana o distribución normal es simétrica, con su pico ubicado en el centro del rango de datos. Aunque es la distribución más común en los datos de un proceso, su presencia no garantiza que el funcionamiento del proceso sea correcto.
- La meseta o distribución rectangular se caracteriza por ser uniforme, con altibajos alternados y sin picos claramente definidos. Esta distribución sugiere la presencia de datos de varios procesos diferentes o errores de medición.
- La distribución sesgada se caracteriza por su forma asimétrica, con el pico descentrado con respecto al rango de datos y la curva que termina bruscamente en un lado y suavemente en el otro. Este tipo de distribución puede deberse a un proceso que se ha ajustado demasiado hacia uno de los extremos del rango permitido (Domenech Roldán, 2019).

### **5.2.3 Diagrama de causa-efecto**

Conocido también como diagrama de Ishikawa, es una representación gráfica que ilustra la relación cualitativa e hipotética entre los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. Su impacto visual se refleja en la capacidad de mostrar de manera ordenada, clara y precisa las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas, permitiendo una comprensión instantánea y completa del fenómeno en cuestión. Además, su capacidad de comunicación facilita la comprensión de las posibles interacciones causa-efecto, incluso en

situaciones de alta complejidad, lo que ayuda a abordar de manera efectiva el problema en estudio. Para la construcción se sugieren seguir los siguientes pasos (Fundibeq, 2019).

- Definir el efecto cuyas causas deben identificarse y trazar el eje central. Colocar el efecto dentro de un rectángulo en el extremo derecho del eje.
- Determinar las posibles causas que influyen en el efecto o fenómeno en análisis.
- Identificar las causas principales e incorporarlas en el diagrama, agregando causas adicionales para cada rama principal.
- Incorporar causas secundarias para las subcausas identificadas y validar la coherencia lógica de cada cadena causal, realizando ajustes necesarios según sea necesario.
- Verificar la coherencia e integración del diagrama.

#### ***5.2.4 Los cinco ¿Por qué?***

Método sistemático de cuestionamiento utilizado en la fase de análisis de problemas para identificar posibles causas raíz de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo deben intentar identificar las causas principales más probables del problema, también los miembros pueden creer que tienen suficientes respuestas a sus preguntas, lo que podría llevar a no identificar las causas raíz más probables debido a una falta de profundidad en la investigación. Esta técnica requiere que el equipo pregunte “¿Por qué?” al menos cinco veces o que explore cinco niveles de detalle (Sociedad Latinoamericana para la calidad,2000).


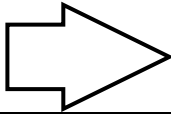
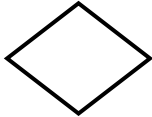


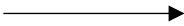

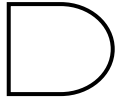

#### ***5.2.5 Diagrama de flujo de proceso***

Es una herramienta que representa gráficamente un algoritmo ya que todas las tareas llevan un orden. Para crear diagramas de flujo efectivos, se debe utilizar simbología y reglas estándar, lo que permite que los diagramas sean fáciles de leer. Se debe establecer quien participa en cada paso

y establecer bandas de responsabilidades, todo diagrama debe tener un inicio y un fin. Los símbolos más utilizados se encuentran en la tabla 1. (UANL, 2014).

**Tabla 2**

*Símbolos estándares para los diagramas de flujo*

Símbolo	Significado
	Operación: Se utiliza para denotar cualquier clase de actividad.
	Movimiento/Transporte: Indica el movimiento de output en las localizaciones.
	Punto de decisión: Punto dónde se requiere la toma de una decisión.
	Conector: se utiliza para conectar un diagrama con otro.
	Documentación: Indica que en una actividad fue incluida información registrada en papel.
	Dirección de flujo: Denota la dirección y orden de los pasos del proceso.
	Límites: Indica el inicio y fin del diagrama.
	Espera: Se utiliza cuando se debe esperar antes de proceder con la siguiente actividad.
	Proceso predefinido: Indica la secuencia de pasos establecidos en otro proceso.

*Nota.* Adaptada de Mejoramiento de los procesos de la empresa. (p. 26), por Harrington, J, 1993, McGraw-Hill Interamericana, S.A.S

### ***5.2.6 Estudio de tiempos***

El estudio de tiempos es un método utilizado para registrar los tiempos y la tasa de trabajo de los elementos de una tarea específica realizada bajo condiciones determinadas, con el objetivo de obtener el tiempo requerido para completar la tarea a un nivel de rendimiento definido. Este proceso se desarrolla en tres pasos: primero, observar y medir el tiempo necesario para realizar cada elemento de la tarea; segundo, ajustar o "normalizar" cada tiempo observado; y tercero, promediar los tiempos ajustados para derivar el tiempo básico de cada elemento (Caballero, 2021).

### ***5.2.7 Indicadores de gestión***

Un indicador de gestión es una medida cuantitativa que refleja el comportamiento y desempeño de un proceso. Su valor, al compararse con un nivel de referencia, puede revelar una desviación que requiere acciones correctivas o preventivas. Para trabajar con indicadores, es necesario establecer un sistema integral que abarque desde la comprensión adecuada del hecho o las características evaluadas hasta la toma de decisiones informadas para mantener, mejorar e innovar el proceso correspondiente (Pérez Jaramillo, 2021).

### ***5.2.8 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)***

Es una técnica preventiva empleada para detectar de manera anticipada los posibles modos de falla, con el objetivo de establecer controles adecuados que eviten la aparición de defectos. Su propósito principal es identificar los modos de falla potenciales y evaluar la severidad de sus efectos, analizar objetivamente la probabilidad de ocurrencia de las causas y la capacidad de los controles para detectarlas cuando suceden, clasificar el orden de prioridad de las deficiencias del

producto y del proceso, y finalmente, enfocarse en la prevención y eliminación de problemas tanto en el producto como en el proceso (EAN, 2021).

### ***5.2.9 Matriz DOFA***

La matriz DOFA es una herramienta que facilita la identificación y análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, lo que da origen a su nombre. Esta metodología permite al estratega o responsable de la toma de decisiones obtener una visión integral, facilitando la creación de estrategias enfocadas en potenciar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, minimizar el impacto de las amenazas y reducir las debilidades de la organización. De esta manera, contribuye a incrementar el nivel de madurez organizacional. Su base teórica se apoya en las matrices previamente explicadas: el perfil de capacidad interna y el perfil de oportunidades y amenazas. (Serna, 2014)

### ***5.2.10 Caracterización de un proceso***

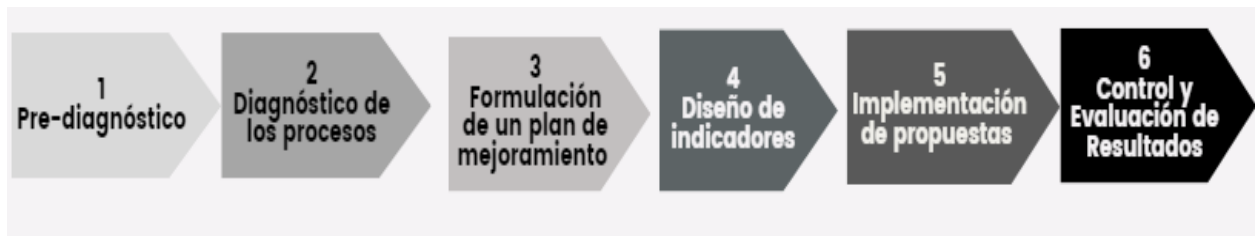
La ficha de caracterización es un documento de apoyo cuyo propósito es describir en detalle los elementos de un proceso, facilitando su comprensión para todas las partes interesadas. Aunque la organización define los componentes de la ficha, estos deben garantizar una correcta interpretación, ejecución y control del proceso, promoviendo la mejora continua. Normalmente, las fichas incluyen información sobre el objetivo, alcance, proveedores, entradas, actividades de transformación, salidas, beneficiarios, recursos empleados y mecanismos de control. Este documento se elabora tanto para los procesos principales como para los subprocesos que los integran. (Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas & Tejedor, 2002)

## 6. Metodología

Este proyecto se basa en un enfoque de investigación de campo, dado que se realizaron mediciones directas dentro del proceso en la planta de joyería, seguidas del análisis de los datos obtenidos. A continuación, en la figura 3, se describen las etapas de la investigación que incluyeron las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto.

### Figura 3

*Etapas de la metodología del proyecto*



### 6.1 Pre-Diagnóstico

En esta etapa, se realizó una recopilación inicial de información sobre los procesos, complementada con una revisión preliminar de los datos disponibles y observaciones directas en el campo. Las actividades desarrolladas incluyeron:

- Entrevistas con los coordinadores de área y auxiliares operativos involucrados en el proceso.
- Observación directa del proceso global de fundición.
- Recolección de datos e información relevante.

### 6.2 Diagnóstico de los procesos

Durante esta fase, se llevó a cabo un análisis profundo y detallado de los procesos previamente identificados durante la etapa de prediagnóstico. Se realizó una recopilación integral

de datos e información relacionada con dichos procesos, utilizando diversas herramientas para garantizar una comprensión completa de los problemas presentes. El enfoque estuvo en descubrir las causas subyacentes que afectaban la eficiencia y desempeño del proceso, permitiendo así la propuesta de acciones de mejora específicas y bien fundamentadas para resolver dichas dificultades. Las actividades por desarrollar fueron:

- Evaluación detallada del proceso de recolección de datos, utilizando un análisis estadístico preliminar para identificar patrones o anomalías y aplicando herramientas de control como el diagrama de Ishikawa para detectar las causas raíz de los problemas.
- Inspección visual exhaustiva del área de fundición, con el objetivo de identificar posibles fallos operativos o ineficiencias en los procedimientos actuales.
- Identificación y análisis de los factores clave vinculados a las dificultades detectadas en el proceso de fundición, con el fin de priorizar las áreas de intervención y plantear soluciones efectivas que incrementen la eficiencia del proceso.

### **6.3 Formulación de un plan de mejoramiento**

Con base en los resultados obtenidos en la etapa anterior, se formularon propuestas de mejora para abordar las problemáticas detectadas, trabajando en conjunto con la Coordinadora de la planta de joyería para determinar cuáles de estas propuestas serían implementadas durante el período de prácticas. Antes de su implementación, las mejoras fueron evaluadas y ajustadas en función de su viabilidad y el impacto esperado en los procesos de la planta. Para ello, se revisaron y evaluaron los datos recolectados previamente, se analizaron las causas subyacentes de los problemas en el proceso de fundición y se propusieron acciones de mejora, además de diseñar indicadores de desempeño que permitieran medir el impacto de dichas mejoras. Finalmente, las actividades de mejora fueron presentadas a la Coordinadora para su evaluación y posible

implementación, con el objetivo de optimizar los procesos relacionados con las dificultades identificadas.

#### **6.4 Diseño de indicadores**

Para dar seguimiento al progreso de las propuestas, se creó un sistema de indicadores que facilitó la recopilación de datos cuantitativos, permitiendo evaluar el impacto de su implementación en la empresa. Para ello, es necesario medir estos indicadores tanto antes como después de la ejecución de las mejoras. Además, los indicadores deben ser aprobados tanto por el director del proyecto como por la tutora.

#### **6.5 Implementación de las propuestas**

A partir de las etapas previas, se implementaron las propuestas de mejora aprobadas por la Coordinadora de la planta de joyería, incluyendo la introducción de nuevos indicadores para el seguimiento y control del proceso, así como la capacitación del personal encargado. Estas acciones permitieron monitorear y evaluar el impacto de las mejoras realizadas. Tras la ejecución del plan, se evaluó el estado del proceso de fundición para verificar la efectividad de los cambios implementados.

#### **6.6 Control y Evaluación de Resultados**

Al concluir la implementación de las propuestas de mejora, se llevó a cabo una evaluación y seguimiento exhaustivo tanto de las mejoras aplicadas como del sistema de indicadores. Este proceso incluyó inspecciones en el campo de los procesos intervenidos y una evaluación comparativa del proceso antes y después de la implementación del plan de mejora. El objetivo era analizar el impacto de las propuestas en el proceso productivo y comunicar los resultados obtenidos al personal y a la Coordinadora del área, facilitando así la comprensión de los cambios y su efectividad.

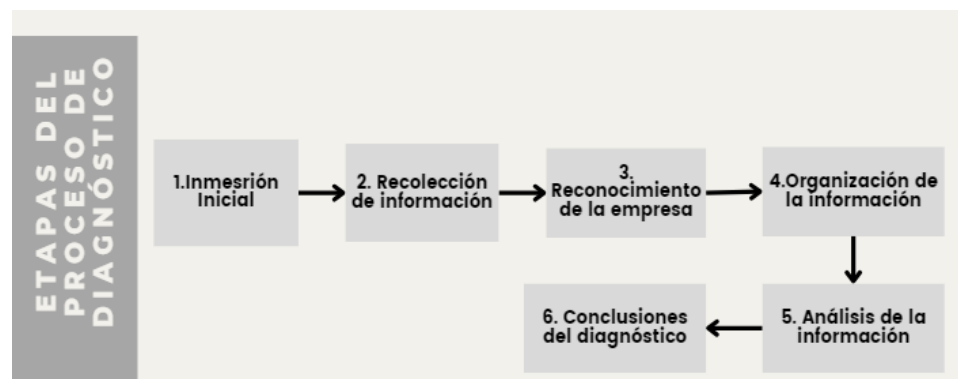
## 7. Diagnóstico inicial

### 7.1 Metodología del diagnóstico

La metodología empleada para realizar el diagnóstico se basó en un análisis cualitativo y cuantitativo de la información recopilada, lo que permitió comprender y describir con precisión tanto la gestión de moldes como la administración en el área de fundición. La recolección y análisis de datos se llevaron a cabo mediante observación directa, entrevistas con los responsables del área, la planta de joyería y los ocho auxiliares operativos, además de revisar los registros sobre la vida útil de los moldes. También se elaboró un diagrama de flujo para representar los procesos en el área de fundición. Para identificar las causas fundamentales de los errores en el proceso, se utilizaron herramientas como histogramas, diagramas de Pareto y diagramas factoriales. Cada fase del diagnóstico ha sido completada, incluyendo el análisis del impacto de las propuestas implementadas en el proceso productivo. Los resultados obtenidos fueron compartidos con el personal y la Coordinadora del área. La metodología del diagnóstico se dividió en 5 etapas descritas en la figura 4.

#### Figura 4

*Diagrama de etapas del proceso de diagnóstico*



### ***7.1.1 Inmersión inicial***

El objetivo de esta fase fue familiarizarse con Industrias Inca S.A.S. Para ello, se llevaron a cabo visitas a las instalaciones durante un promedio de ocho horas diarias a partir de mayo de 2024. Durante estas visitas, se realizaron entrevistas con los profesionales encargados de los procesos, incluyendo al jefe del área de fundición, al coordinador encargada de gestionar las actividades de una Unidad Estratégica de Negocio (UEN) específica para el área de joyería, al jefe de planta joyería, al líder del área de fundición, y a los ocho auxiliares operativos del área, quienes rotan en diferentes áreas de la planta debido a su nivel de polivalencia y turnos. Estas interacciones permitieron caracterizar los procesos objeto de estudio y explorar posibles modificaciones en el flujo de información y la gestión de recursos humanos. Además, mediante la observación directa, se identificaron situaciones que podrían causar problemas en el área de fundición. La coordinadora de mejora continua, quien también actúa como tutora del presente proyecto, estuvo involucrada en este proceso, en colaboración con la coordinadora de la UEN Joyería, se proporcionó información detallada sobre el proceso, el número de colaboradores y sus funciones, así como cualquier otra información relevante que facilitó las investigaciones cualitativas y cuantitativas.

### ***7.1.2 Recolección de información***

En la planta de joyería, se utilizaron varios elementos de control para supervisar los procesos, destacando entre ellos los indicadores como improductividad de los moldes, eficiencia de los moldes y productividad según tiempo notificado versus disponibilidad. Estos indicadores fueron fundamentales para evaluar el desempeño. Gracias a la utilidad de estas herramientas, se obtuvo una visión clara y detallada del proceso de gestión de moldes, lo que facilitó el diseño de mejoras en el proceso.

En el análisis que se llevó a cabo para la evaluación de datos, se emplearon herramientas de mejora continua como diagramas de flujo, diagramas de causa-efecto e histogramas. Estas herramientas permitieron identificar las causas subyacentes de los errores. Además, se llevó a cabo un análisis de proceso conjunto que involucró al ejecutor del trabajo, jefe de planta, al coordinador UEN de Joyería y a los líderes operativos. Este análisis tuvo como objetivo determinar los procesos específicos de fundición en los que se debían concentrar las actividades de mejora.

En esta sección de la metodología, y en línea con los inconvenientes identificados y el análisis de los resultados, se presentaron los descubrimientos, los cuales posteriormente dieron lugar a oportunidades de mejora. Los hallazgos proporcionaron una perspectiva sobre la evolución y supervisión del proceso a lo largo del tiempo, ofreciendo una comprensión de la magnitud de los problemas en los procedimientos.

### ***7.1.3 Reconocimiento de la empresa y sus procesos***

**7.1.3.1 Descripción del proceso productivo.** El proceso de producción destinado a la fabricación de piezas de joyería involucró una serie de etapas y estrictos controles para garantizar la seguridad y calidad del producto final. Para identificar cada uno de los procedimientos en la línea de fundición, se recurrió principalmente a la observación directa, acompañando al líder operativo del área y registrando meticulosamente sus observaciones. En la Tabla 3 se presenta un análisis detallado sobre la mano de obra en el área de fundición, que incluye datos como el número de operarios, su antigüedad, nivel educativo y grado de polivalencia. Según esta información, el área cuenta con 9 operarios, cuya experiencia en la planta varía entre 3 y más de 12 años, demostrando un alto nivel de conocimiento y especialización en sus tareas. En cuanto a su nivel de escolaridad, la mayoría ha alcanzado el nivel de bachillerato, mientras que algunos tienen formación técnica en fundición.

Este análisis de polivalencia, ilustrado más a fondo en la Figura 5, muestra que los operarios tienen un promedio de polivalencia entre los niveles 3 y 4. El nivel 3 indica que los empleados son calificados y eficientes en sus funciones, mientras que el nivel 4 señala que son expertos capaces de enseñar a otros. Esta rotación de operarios por distintas áreas de la planta, según su polivalencia, resulta clave para garantizar flexibilidad y maximizar la productividad en diferentes secciones. Además, el manejo de esta polivalencia permite a la empresa evaluar el nivel de experticia de cada operario, asegurando que los procesos se mantengan eficientes a lo largo de las distintas áreas de la planta.

**Tabla 3**

*Información de operarios del área de fundición*

<b>Número de trabajadores</b>	<b>Antigüedad en la Planta</b>	<b>Grado de Escolaridad</b>	<b>Promedio de Nivel de Polivalencia</b>
9 operarios	De 3 a 12 años	Entre Bachillerato y Técnico en fundición	3 y 4

**Figura 5**

Niveles de polivalencia

NIVELES DE POLIVALENCIA	
1	NUNCA LO HA REALIZADO
2	ALGUNA VEZ LO HA REALIZADO
3	CALIFICADO Y EFICIENTE
4	EXPERTO Y CAPAZ DE ENSEÑAR A OTROS
5	EN CAPACITACIÓN

Posteriormente, se presentó de manera exhaustiva el proceso actual de fundición, desde la recepción de la orden de producción hasta el registro de la cantidad y el almacenamiento o la entrega de la producción al siguiente proceso, ofreciendo una descripción detallada de las principales fases que lo componen:

**7.1.3.1.1 Recepción de orden de producción.** El auxiliar operativo recibe la orden de producción, la cual le es entregada por la líder de módulo. Esta orden proporciona información detallada sobre la referencia de joya que se va a fabricar, así como la cantidad requerida. Es crucial que el auxiliar operativo tenga acceso a esta información para garantizar una ejecución precisa y eficiente de las tareas asignadas.

**7.1.3.1.2 Verificación y preparación de moldes y materiales.** El líder de módulo entrega al auxiliar operativo los moldes necesarios para iniciar el proceso. Se lleva a cabo una verificación de las pasadas de molde, contando el número de pasadas realizadas mediante líneas marcadas, donde cada línea representa 5 pasadas por la máquina. Durante esta revisión, también se verifica

que el molde no haya excedido el número de pasadas permitidas en su vida útil, que varía entre 80-100 veces para Zamak y 100-120 para estaño, según el tipo de molde. Posteriormente, el líder de modulo cuenta la cantidad de veces que el molde ha sido utilizado en el proceso de fundición para asegurar que este dentro de los límites. Luego, el auxiliar operativo verifica material de fundición, ya que se emplean dos tipos de materiales en las piezas. Esto es crucial para encender la máquina de fundición correspondiente al material seleccionado. Una vez encendida la maquina adecuada, se procede a aplicar talco al molde para facilitar la extracción de las piezas. El molde sacude dos o tres veces para eliminar el exceso de talco. Procede a verificar componentes y herramientas necesarias para la realización del proceso de fundición.

**7.1.3.1.3 Operación y extracción de piezas.** El auxiliar operativo posiciona el molde en la máquina, de acuerdo con las especificaciones dadas por el líder de módulo. Luego, introduce el material en la máquina de fundido, ya sea estaño o Zamak, siguiendo las especificaciones de temperatura y tiempo establecidas por el líder de célula (Estaño: 350°C, 18-20 segundos; Zamak: 460°C, 16-20 segundos). Una vez hecho esto el auxiliar operativo opera la máquina de fundición según las instrucciones recibidas por la líder, permitiendo que el material se funda y forme las piezas en el molde. Posteriormente, el auxiliar operativo retira el molde de la maquina y lo coloca sobre la mesa auxiliar. Luego, procede a extraer las piezas de joyería y fantasía del molde.

**7.1.3.1.4 Manejo de material y consolidación de producto.** El auxiliar operativo se encarga de tratar el material sobrante siguiendo las especificaciones proporcionadas por la planta. La empresa tiene definidas unas políticas claras para el tratamiento de residuos, en las cuales el material sobrante se clasifica y se vende como chatarra. Posteriormente, retira las piezas despencadas de la gaveta, las pesa en la báscula y las entrega al líder del módulo. Luego, procede a consolidar el producto y los materiales sobrantes, marcando así el fin del proceso de fundición.

**7.1.3.1.5 Recepción y registro en la línea de producción.** El auxiliar operativo recibe el producto y verifica su conformidad con los requisitos establecidos. Luego, el líder de módulo recibe las piezas, registrando meticulosamente diversos datos como fecha, horario, segundos, tipo de metal, número de máquina, número de moldes, porcentaje de piezas moldeadas, presencia de topos o teflón en los moldes, cantidad de personas involucradas, unidades por máquina y observaciones pertinentes. Toda esta información se documenta en un cuaderno. Finalmente, el auxiliar operativo registra la cantidad recibida, y procede a almacenarla o entregarla al siguiente proceso, según corresponda.

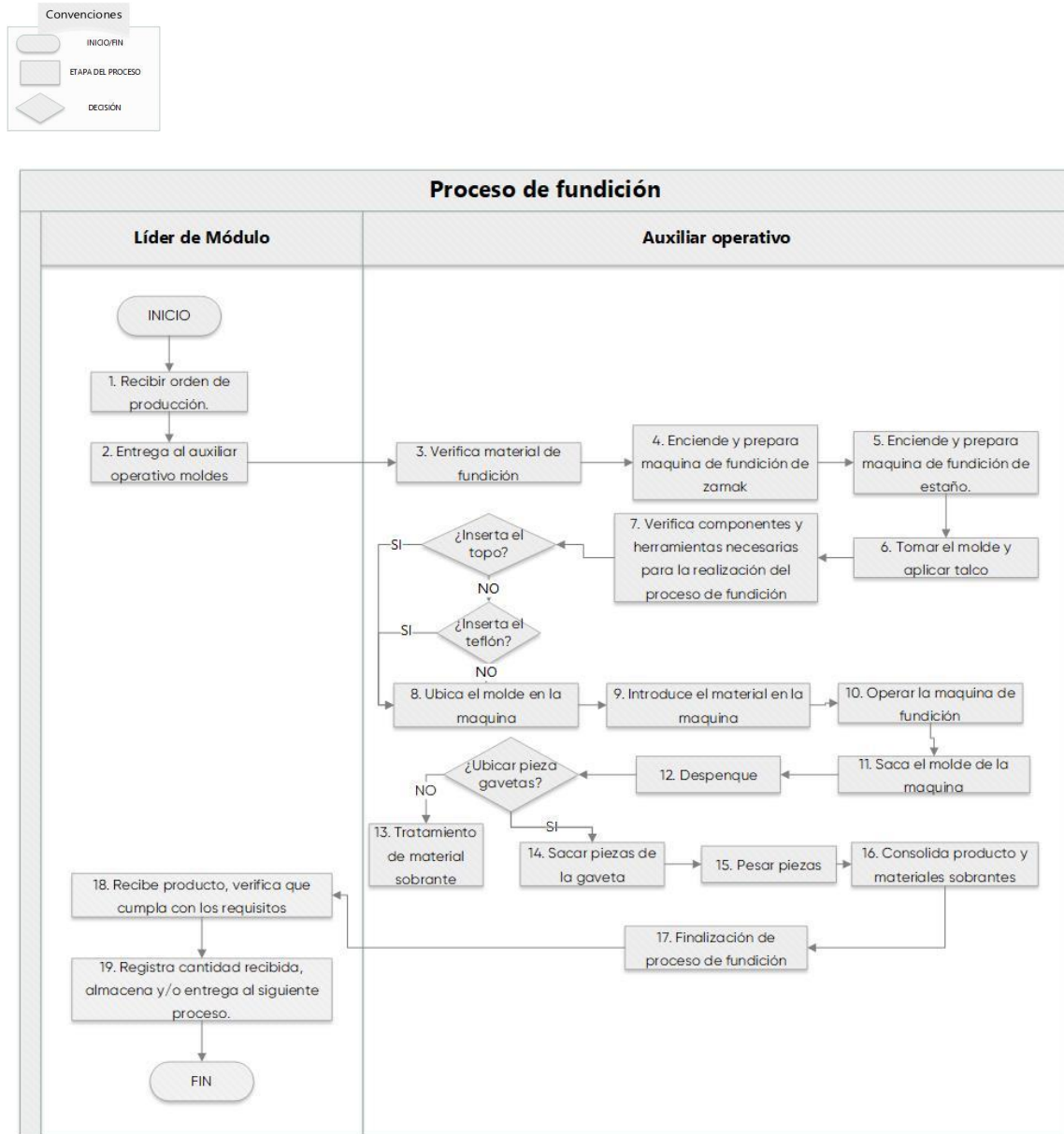
#### **7.1.4 Organización de la información**

Para analizar el proceso de fundición en Industrias Inca S.A.S., se emplearon diversas técnicas que incluyeron la observación directa y entrevistas exhaustivas tanto con el personal encargado de los diferentes procesos como con los líderes y jefes del área. La observación directa permitió obtener información en tiempo real sobre las operaciones diarias, mientras que las entrevistas proporcionaron una comprensión más profunda de las percepciones y experiencias de los trabajadores y líderes involucrados. Además, se elaboró un diagrama de flujo detallado para representar el proceso de fundición y se utilizaron formatos de control y registro para monitorear las variables y parámetros (indicadores) utilizados actualmente en la planta. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

**7.1.4.1 Diagrama de flujo del proceso.** Para obtener una comprensión clara del proceso de fundición, es fundamental diseñar un diagrama de flujo de operaciones, como se muestra en la figura 6.

**Figura 6**

*Diagrama de flujo del proceso de fundición*



Este diagrama proporciona una representación detallada de la interrelación entre todas las actividades (procesos) en el área de fundición, ofreciendo una visión completa de cómo se desarrollan y se conectan entre sí. Permite observar claramente la dinámica y la secuencialidad de la ejecución de las tareas, en la que cada etapa está definida con precisión y sigue un orden lógico,

comenzando desde la recepción de la orden de producción, pasando por la ejecución de las tareas correspondientes, hasta el registro de la cantidad producida y su posterior almacenamiento o entrega al siguiente proceso.

Cada fase del proceso se documenta meticulosamente, lo cual es crucial para obtener información detallada y precisa sobre el desempeño del proceso. Esta documentación facilita el seguimiento de la eficiencia y la calidad de cada etapa, y proporciona datos valiosos para la toma de decisiones y la mejora continua. No obstante, se ha identificado un problema recurrente: los auxiliares operativos a menudo olvidan registrar las pasadas de la máquina en el molde, lo que puede tener un impacto significativo en el proceso global. La omisión de estos registros puede conducir a errores en la producción, afectando la calidad del producto final y la eficiencia del proceso.

Para abordar este problema, es esencial implementar una herramienta que prevenga estos errores y garantice la integridad del proceso. Esta herramienta debe estar diseñada para asegurar que toda la información relevante se registre de manera oportuna y precisa. Además, debe ofrecer mecanismos para verificar y validar los registros, así como para alertar a los operadores en caso de omisiones. De este modo, se puede mantener un control riguroso sobre el proceso de fundición, mejorar la precisión en la documentación y, en última instancia, optimizar la calidad y eficiencia de la producción.

### ***7.1.5 Análisis de la información***

**7.1.5.1 Análisis cualitativo.** Para analizar la información cualitativa derivada de las matrices PCI y POAM, se definen los elementos de la matriz DOFA, detallados en la Tabla 3. En esta tabla, se presentan inicialmente los factores identificados como debilidades y fortalezas.

**Tabla 4***Matriz DOFA - Fortalezas y Debilidades*

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los empleados y sus directores tienen la habilidad de adaptarse rápidamente ante los cambios.</li> <li>● Implementación de herramientas avanzadas ya que la introducción de Six Sigma, SISTEMATA y SID, ofrece un enfoque estructurado y metodológico que mejoran la eficiencia y reduce desperdicios.</li> <li>● La realización de un diagnóstico exhaustivo permitió identificar áreas de mejora precisas, lo cual facilita la implementación de soluciones efectivas.</li> <li>● Apoyo activo de la Coordinadora UEN joyería y el jefe de planta contribuye a la correcta implementación y seguimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Carecen de un sistema de control, no cuentan con indicadores para evaluar el servicio prestado.</li> <li>● Resistencia al cambio, la adaptación a nuevas herramientas y metodologías.</li> <li>● No hay estandarización en la gestión documental, la necesidad de mantener actualizado el SID y otros sistemas que requieren recursos adicionales.</li> <li>● Documentación y control, existe deficiencia en la documentación actual y en el registro de indicadores, lo que dificulta el monitoreo efectivo del progreso.</li> </ul>

Los componentes faltantes de la matriz DOFA son las oportunidades y amenazas, que representan factores externos que pueden impactar el desempeño de la organización si no se abordan adecuadamente. La tabla 4 tiene como propósito consolidar estos hallazgos, proporcionando una visión integral de cómo estos factores pueden influir en el funcionamiento de la empresa.

**Tabla 5***Matriz DOFA - Oportunidades y Amenazas*

<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tecnología avanzada en la integración de nuevas tecnologías y herramientas de gestión como SID mejora significativamente el control y la eficiencia operativa..</li> <li>● Tendencias de mejora continua, la creciente importancia de la mejora continua y la optimización en la industria de la joyería ofrece un entorno favorable para implementar nuevas metodologías y tecnologías.</li> <li>● La mejora en la eficiencia y calidad de los procesos fortalece la reputación de Industrias Inca S.A.S. en el mercado de la joyería, potenciando su posición competitiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los cambios en el mercado, las fluctuaciones en el mercado de la joyería y la competencia pueden influir en la viabilidad y el impacto de las mejoras implementadas.</li> <li>● Problemas técnicos con las nuevas herramientas o sistemas pueden interrumpir el flujo de trabajo y afectar la producción.</li> <li>● Las condiciones económicas adversas pueden limitar los recursos disponibles para la implementación y el mantenimiento de las mejoras.</li> <li>● Cambios en las regulaciones del sector de manufactura podrían requerir ajustes adicionales en los procesos y sistemas implementados.</li> </ul>

**7.1.5.1 Análisis cuantitativo del proceso de fundición.** Para el análisis cuantitativo se hace a partir de los indicadores de improductividad y eficiencia, tal cual como se presentan, son lo que maneja la planta, al igual la forma de calcularlos. Entonces se llevó a cabo un análisis individual de ellos para determinar el grado de cumplimiento. En caso de detectar algún incumplimiento, se procedió a investigar las posibles causas. A continuación, se detallan los tres

indicadores utilizados por la planta de joyería y los porcentajes promedio de improductividad y eficiencia de los moldes:

**Tabla 6**

*Indicador de improductividad de Moldes: Comparativa Trimestral*

INDICADOR	CALCULO X 100	META	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Promedio de improductividad de los moldes	Total cavidades moldes tapadas	<=11%	775	1266	735
	Total cavidades de los moldes		4259	5516	4284
			<b>18%</b>	<b>23%</b>	<b>17%</b>

*Nota.* Fuente: Planta joyería

**Tabla 7**

*Indicador de Eficiencia de Moldes: Comparativa Trimestral*

INDICADOR	CALCULO X 100	META	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Promedio de eficiencia de los moldes	porcentaje improductividad	>=89%	18%	21%	17%
	Porcentaje de eficiencia		100%	100%	100%
			<b>82%</b>	<b>79%</b>	<b>83%</b>

*Nota.* Fuente: Planta joyería

**Tabla 8**

*Análisis Consolidado de Eficiencia e Improductividad*

	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>
<b>Promedio de improductividad de los moldes</b>	18%	20%	18%	21%	17%
<b>Promedio de eficiencia de los moldes</b>	82%	80%	82%	79%	83%

*Nota. Fuente: Planta joyería*

**Tabla 9**

*Porcentaje productividad según tiempo notificado VS disponibilidad*



*Nota. Fuente: Planta joyería*

**Tabla 10**

*Número de moldes que son útiles por jornada laboral y semanalmente*

	Por jornada	Por semana
moldes usados	25	125
moldes desechados	10	50
moldes útiles	15	75

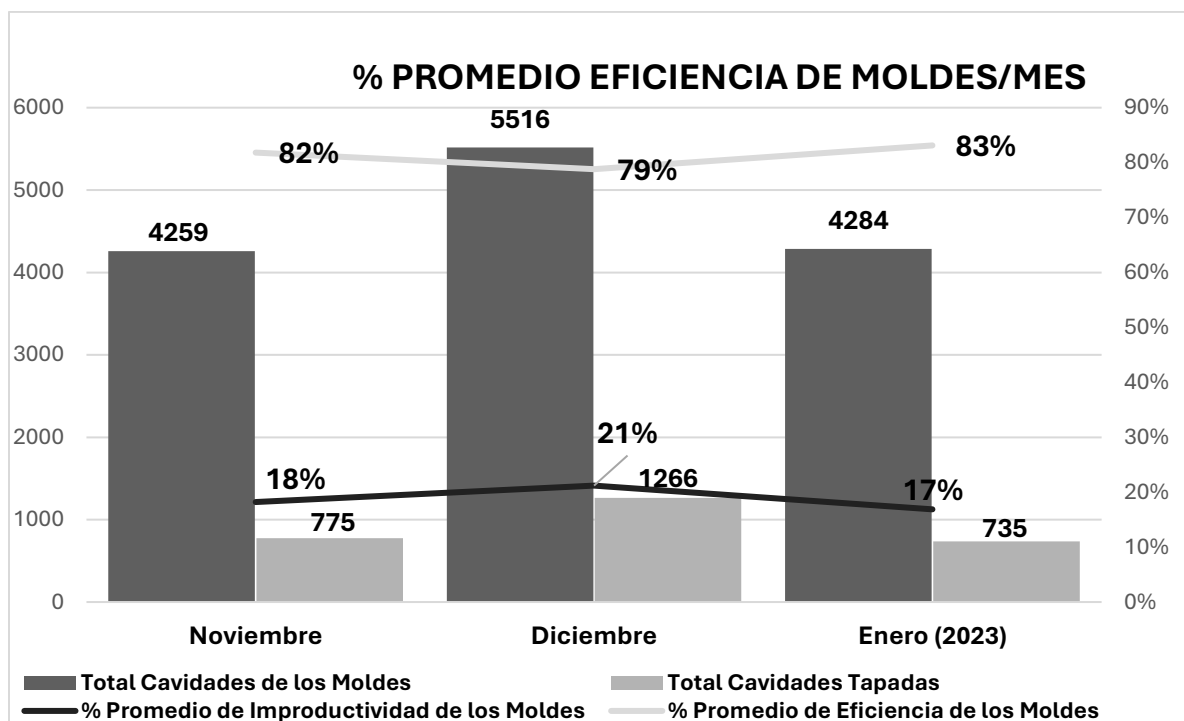
*Nota.* Fuente: Planta joyería

Se logra observar que estos indicadores no alcanzan la meta establecida, ya que estos están interrelacionados. Para calcular los dos primeros indicadores, se considera el total de cavidades del molde tapadas y el total de cavidades del molde, lo que permite obtener un porcentaje de eficiencia más preciso. Para el tercer indicador se mide según la disponibilidad que son los minutos en tiempo estándar vs los minutos notificados por el operario, ya que las ordenes de producción van atadas a un tiempo estándar, sacando así este indicador tiempo notificado dividido en el tiempo estándar del molde, esta medición se hace mensualmente, lo que se visualiza en la figura 7, no cumple con su meta, que es del 60%. Según las observaciones y el análisis realizado, se identificó que la falta de productividad en el proceso de fundición se atribuye principalmente a la eficiencia del molde, especialmente en lo que respecta al número total de cavidades de los moldes tapadas, como se muestra en la figura 8. Es relevante señalar que este problema surge cuando el molde presenta dificultades durante el llenado o cuando ha alcanzado su vida útil sin ser identificado previamente. Como se observa en la tabla 8, en el área de fundición se utilizan aproximadamente entre 18 y 35 moldes por jornada laboral. Sin embargo, debido a las fallas que presentan algunos moldes, al revisar su vida útil, se observó que se desechan aproximadamente entre 10 a 12 moldes por jornada. Este alto nivel de desecho que representa un 40% de los moldes

utilizados semanalmente, se convierte en una alarma para la productividad del proceso de fundición. Por lo tanto, la mejora en el número de moldes útiles debe ser una prioridad, estableciendo una meta clara de reducir el porcentaje de desecho aun 20% para incrementar la eficiencia y la productividad del proceso.

**Figura 7**

*Porcentaje promedio de eficiencia de los moldes*



El diagrama causa-efecto de la figura 9, permitió una visualización de las posibles causas que generan el incumplimiento en el porcentaje de improductividad y eficiencia para el proceso de gestión de moldes. La observación sugiere que el problema se debe, principalmente a una combinación de factores relacionados con la maquinaria, la mano de obra, los métodos utilizados, las condiciones ambientales y la calidad de los materiales.

**Figura 8**

*Diagrama causa-efecto para el problema de improductividad y eficiencia en el proceso de fundición*



Como resultado de trabajo de campo, se pudo observar una serie de factores interrelacionados que contribuyan a los problemas de improductividad y defectos en las piezas dentro del área de fundición de Industrias Inca S.A.S. Desde deficiencias en la maquinaria hasta fallos en los métodos y procesos de medición, cada aspecto juega un papel crucial en la calidad y eficiencia del proceso de fundición.

Dado el tipo de causas encontradas, la falta de mantenimiento adecuado de la maquinaria y la carencia de capacitación del personal en el uso correcto de los equipos de medición pueden resultar en mediciones imprecisas y, en última instancia, en la producción de piezas defectuosas. Esta situación no solo compromete la calidad el producto final, sino también puede generar costos adicionales debido a la necesidad de reprocesar o desechar piezas defectuosas, así como posibles retrasos en la entrega y disminución de la satisfacción del cliente.

Adicionalmente, se identificó la ausencia de un sistema automatizado que notifique cuando la vida útil de un molde ha llegado a su fin. Esta carencia es crítica, ya que depender únicamente de la supervisión manual o de la experiencia del personal puede conducir a errores en el proceso de fundición. Los moldes desgastados o dañados, si no son identificados y reemplazados a tiempo, pueden generar un aumento significativo en la producción de piezas defectuosas, lo que no solo afecta la calidad del producto final, sino que también incrementa los costos operativos debido a la necesidad de reprocesos y desperdicios.

Además, la falta de un sistema automatizado eleva el riesgo de fallos imprevistos en la producción, que pueden causar paradas no planificadas y afectar la eficiencia general de la planta. La implementación de un sistema que rastree en tiempo real el estado de los moldes y que envíe alertas cuando se acerque el fin de su vida útil es esencial para mejorar el control y mantenimiento de estos. Esto permitirá una planificación más efectiva del reemplazo o reparación de los moldes, asegurando que solo se utilicen aquellos en óptimas condiciones y minimizando así las interrupciones en la producción, al tiempo que se mejora la calidad de las piezas fundidas y se optimizan los recursos de la planta.

Es evidente que abordar estos problemas de manera integral y sistematizada es fundamental para mejorar la calidad del producto y la eficiencia del proceso en el área de fundición. Al identificar y corregir estas causas fundamentales, la empresa puede avanzar hacia una operación más eficiente y rentable, garantizando al mismo tiempo la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. La mejora continua debe ser un objetivo central, promoviendo una cultura de calidad y responsabilidad en todos los niveles de la organización. Con estos esfuerzos, Industrias Inca S.A.S. puede avanzar en la industria de fundición, ofreciendo productos de alta calidad y manteniendo una sólida reputación en el mercado.

### ***7.1.6 Conclusiones del diagnóstico***

En conclusión, los problemas más significativos detectados en el área de fundición se dividen en tres aspectos fundamentales. El primero está relacionado con la falta de un sistema adecuado de seguimiento de los moldes, lo que genera una pérdida de productividad y disminuye la eficiencia general del proceso, ya que los moldes en mal estado o con un uso prolongado no son reemplazados a tiempo. Esto resulta en piezas defectuosas y un aumento en los tiempos de inactividad.

En segundo lugar, la insuficiente capacitación del personal se destaca como un factor crítico. La falta de competencias técnicas necesarias en los operarios ha conducido a errores recurrentes, lo que no solo impacta en la calidad del producto final, sino que también ralentiza el flujo de trabajo. Aumentar la formación del equipo es esencial para garantizar que los empleados posean las habilidades requeridas para operar de manera efectiva y minimizar los errores.

Finalmente, otro problema clave es la ausencia de indicadores de eficiencia. Esta carencia impide un control adecuado sobre el rendimiento del área, ya que no se puede medir de manera precisa dónde ocurren los fallos ni tomar decisiones informadas para corregirlos. La implementación de indicadores adecuados permitiría un monitoreo continuo y la identificación temprana de problemas, facilitando la mejora continua del proceso productivo.

## **8. Plan de Mejoramiento de los Procesos**

Considerando las necesidades identificadas en el área de fundición de la planta de joyería, se obtuvo una visión más clara de la situación actual en cuanto a la gestión de procesos, manejo de información y disponibilidad de recursos. El análisis preliminar reveló problemas críticos que

afectaban directamente la eficiencia y calidad de la producción, como inconsistencias en la gestión de moldes, tiempos de fundición inadecuados, mal manejo de los materiales sobrantes y deficiencias en la documentación de los datos clave. Basados en estos hallazgos, la tabla 9 presenta dichas problemáticas junto con las propuestas ejecutadas para solucionarlas o reducir su impacto negativo en la organización.

**Tabla 11**

Descripción general de las propuestas formuladas en el plan de mejoramiento

Situación problema	Propuesta	Objetivo
Necesidad de mejorar la formación del personal del área.	Creación de una "Escuela de Fundidores", que divida el entrenamiento en módulos específicos.	Capacitar al personal en aspectos técnicos y en cómo sus acciones afectan otras áreas, promoviendo una comprensión integral del proceso productivo y su impacto en la calidad final y en la eficiencia general.
El área de fundición sufre de desorden, ineficiencia y altos costos por falta de formación en "5S" y "SISTEMATA" y una gestión deficiente de desperdicios y procesos.	Implementar un programa de capacitación en "5S" y "SISTEMATA" para mejorar la eficiencia y reducir desperdicios, y formar al personal en Six Sigma (cinturón blanco) para mejorar procesos y calidad. Se establecerá un plan de implementación y seguimiento.	Capacitar al personal en "5S" y "SISTEMATA" para mejorar la organización y eficiencia, y en Six Sigma para reducir defectos y optimizar procesos en el área de fundición.

**Continuación Tabla 9**

*Descripción general de las propuestas formuladas en el plan de mejoramiento.*

<b>Situación problema</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Objetivo</b>
Se necesita mejorar la gestión de defectos en el proceso de fundición y la medición de eficiencia, ya que la falta de indicadores adecuados afecta la calidad y aumenta los costos.	Implementar indicadores de eficiencia en Power BI para monitorear la proporción de piezas buenas frente a las defectuosas y ajustar el proceso según los defectos observados.	Mejorar el proceso de fundición con indicadores en Power BI para reducir defectos y controlar costos, ajustando variables operativas basadas en datos.
La gestión de moldes en la fundición es ineficiente debido a la falta de un sistema adecuado para rastrear su vida útil y condiciones de uso.	Implementar un sistema de código de barras para cada molde, que registre detalles clave y se integre con los módulos existentes para un seguimiento preciso.	Optimizar la gestión de moldes con un sistema de código de barras para mejorar el control, la calidad y la toma de decisiones en el proceso de fundición.
La gestión de datos en SID es manual y poco eficiente, limitando el análisis del proceso de fundición.	Automatizar reportes en Excel desde SID para crear indicadores en Power BI, mejorando la eficiencia y el análisis del proceso.	Optimizar la gestión de datos y el análisis del proceso de fundición mediante reportes automáticos en Excel e indicadores en Power BI.

### 8.1 Propuesta 1: Creación de una "Escuela de Fundidores", que divida el entrenamiento en módulos específicos.

La tabla 10 detalla las actividades realizadas para implementar la Propuesta 1, incluyendo los responsables, el tiempo estimado y los recursos necesarios. Para abordar este problema, se llevaron a cabo reuniones con la Coordinadora UEN Joyería, en las que se identificaron las causas fundamentales de las dificultades enfrentadas y se exploraron posibles soluciones.

**Tabla 12**

*Plan de implementación de la propuesta 1*

Descripción de la actividad	Responsable	Tiempo estimado	Recursos
<b>Paso 1:</b> Diseñar un currículo dividido en módulos que cubran todo el proceso de producción de joyas, desde el área de moldes hasta el empaque. El currículo incluirá tanto componentes teóricos como prácticos.	Practicante- Coordinador UEN	3 semanas	Computador – personal del área - líder del área
<b>Paso 2:</b> Organizar clases dirigidas a capacitar al personal en aspectos técnicos y operativos del proceso de fundición. Cada clase se enfocará en diferentes etapas del proceso y en la interrelación entre ellas.	Practicante	2 semanas	Computador – personal del área
<b>Paso 3:</b> Evaluación y Medición de Desempeño, al finalizar cada módulo, se llevará a cabo una evaluación para medir el conocimiento adquirido.	Practicante	0,5 semanas	Computador- personal del área

**Continuación Tabla 10***Plan de implementación de la propuesta 1*

<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos</b>
<b>Paso 4:</b> Realizar un seguimiento continuo para asegurar que los conocimientos adquiridos se apliquen efectivamente en el área de fundición y se reflejen en una mejora en la calidad del producto y la eficiencia operativa.	Practicante	2 semana	Computador
<b>Duración total</b>		<b>7,5 semanas</b>	

El entregable de esta propuesta es:

- Currículo y plan de capacitación en el cual este un documento detallado del programa de formación y evaluación de desempeño.
- Informes de evaluación y seguimiento, reportes sobre el rendimiento del personal y mejoras en la calidad del proceso.

**8.2 Propuesta 2: Implementar un programa de capacitación en "5S" y "SISTEMATA" para mejorar la eficiencia y reducir desperdicios, y formar al personal en Six Sigma (cinturón blanco) para optimizar procesos y calidad.**

La tabla 11 detalla las actividades realizadas para implementar la Propuesta 2, incluyendo los responsables, el tiempo estimado y los recursos necesarios.

**Tabla 13***Plan de implementación de la propuesta 2*

<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos</b>
<p><b>Paso 1:</b> Organizar charlas enfocadas en enseñar al personal cómo mantener un entorno de trabajo ordenado y eficiente. Estas sesiones abordaron la eliminación de desorden y la optimización del espacio, lo cual es crucial para aumentar la productividad y la seguridad laboral.</p>	Practicante	3 semana	Computador
<p><b>Paso 2:</b> Realizar sesiones de capacitación en el sistema "SISTEMATA" para identificar y reducir desperdicios como sobreproducción, esperas, transporte innecesario, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos y procesamiento excesivo, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir costos.</p>	Practicante	2 semanas	Computador – personal del área
<p><b>Paso 3:</b> Implementar herramientas Lean Manufacturing e iniciar formación en Six Sigma desde el cinturón blanco, enfocado en reducir defectos y variabilidad para mejorar la calidad y eficiencia.</p>	Practicante– Coordinadora Mejora Continua	2 semanas	Computador – personal del área
<b>Duración total</b>		7 semanas	

Los entregables de esta propuesta consisten:

- Materiales de capacitación, incluir presentaciones y manuales sobre las “5S” y el sistema “SISTEMATA”, así como recursos educativos sobre Lean Manufacturing y Six Sigma.

**8.3 Propuesta 3: Implementar indicadores de eficiencia en Power BI para monitorear la proporción de piezas buenas frente a las defectuosas y ajustar el proceso según los defectos observados.**

La tabla 12 detalla las actividades realizadas para implementar la Propuesta 3, incluyendo

**Tabla 14**

*Plan de implementación de la propuesta 3*

Descripción de la actividad	Responsable	Tiempo estimado	Recursos
<b>Paso 1:</b> Realizar reuniones con el equipo de fundición para analizar los defectos observados en las piezas, documentar las causas raíz de estos defectos y discutir sus implicaciones en el proceso de producción.	Practicante- Coordinador UEN	1 semana	Computador- personal del área
<b>Paso 2:</b> Desarrollar estrategias de ajuste basado en los defectos identificados, estas estrategias incluirán modificaciones en los parámetros de operación y ajustes en las técnicas de manejo de materiales.	Practicante- Coordinador UEN	0,2 semanas	Computador – personal del área
<b>Paso 3:</b> Diseñar indicadores en Power Bi, llevar a cabo sesiones de trabajo para diseñar y configurarlos, se deben enfocar en medir la eficiencia del proceso de fundición.	Practicante- Coordinador UEN	3 semanas	Computador – Power Bi

**Continuación Tabla 12***Plan de implementación de la propuesta 3*

<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos</b>
<b>Paso 4:</b> Analizar costos y variables críticas de las implicaciones, evaluar el impacto de los ajustes realizados y optimizar el proceso en función de la eficiencia y la reducción de costos.	Practicante– Coordinadora UEN- jefe de la planta	2 semanas	Computador – Power Bi
<b>Duración total</b>		<b>6, 2 semanas</b>	

Los entregables de esta propuesta consisten:

- Estrategias implementadas para ajustar las variables operativas basadas en los defectos observados.
- Herramienta visual que presente los indicadores clave de eficiencia del proceso de fundición, facilitando el seguimiento y la evaluación continua del rendimiento.

**8.4 Propuesta 4: Implementar un sistema de código de barras para cada molde, que registre detalles clave y se integre con los módulos existentes para un seguimiento preciso.**

La tabla 13 detalla las actividades realizadas para implementar la Propuesta 4, incluyendo los responsables, el tiempo estimado y los recursos necesarios.

**Tabla 15***Plan de implementación de la propuesta 4*

Descripción de la actividad	Responsable	Tiempo estimado	Recursos
<b>Paso 1:</b> Realizar reuniones entre el jefe de sistemas, la coordinadora UEN joyería, el líder de fundición y otros actores claves para discutir la implementación del sistema de código de barras.	Practicante- Coordinador UEN	1 semana	Computador- personal de la planta
<b>Paso 2:</b> Diseñar un sistema en el que cada molde reciba un código de barras único, que contenga información detallada, como la vida útil del molde, el número de pasadas realizadas, las fechas de uso y las variables de control del proceso de fundición.	Practicante- jefe de Sistemas	4 semanas	Computador – Software
<b>Paso 3:</b> Realizar integración del sistema con los módulos existentes que permita que los datos recopilados durante el proceso de fundición sean monitoreados y gestionados en tiempo real.	Practicante– jefe de Sistemas	3 semanas	Computador – Software
<b>Paso 4:</b> Realizar prueba piloto en la que el sistema se pruebe en conjunto limitado de moldes para poder evaluar su funcionalidad y realizar ajustes si fuese necesario.	Practicante– Líder del área	0,1 semana	Computador-líder del área
<b>Duración total</b>	<b>8,1 semanas</b>		

Los entregables de esta propuesta consisten:

- Sistema de código de barras implementado para cada molde, con información clave del proceso.
- Panel de control para seguimiento y toma de decisiones basadas en datos.

### **8.5 Propuesta 5: Automatizar reportes en Excel desde SID para crear indicadores en Power BI, mejorando la eficiencia y el análisis del proceso**

La tabla 14 detalla las actividades realizadas para implementar la Propuesta 5, incluyendo los responsables, el tiempo estimado y los recursos necesarios.

**Tabla 16**

*Plan de implementación de la propuesta 5*

<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos</b>
<b>Paso 1:</b> Revisión del módulo SID, llevar a cabo una evaluación utilizado en el área de fundición para identificar las capacidades de generación automática de reportes.	Practicante-jefe de Sistemas	1 semana	Computador-personal de la planta
<b>Paso 2:</b> Automatizar la exportación de registros generados en SID a un archivo Excel, optimizando la gestión de datos del proceso de fundición.	Practicante- jefe de Sistemas	2 semanas	Computador – Software
<b>Paso 3:</b> Realizar pruebas piloto y ajustes al sistema automatizado para asegurar su correcto funcionamiento y alineación con los requerimientos del área.	Practicante– jefe de Sistemas	1 semanas	Computador – Software
	<b>Duración total</b>	<b>4 semanas</b>	

Los entregables de esta propuesta consisten:

- Sistema automatizado que genere reportes en Excel desde el módulo SID

## 9. Implementación de mejoras y resultados obtenidos

### 9.1 Implementación propuesta 1

Para la implementación de esta propuesta se dio la iniciativa creada por la Coordinadora UEN Joyería, el jefe de Planta y por la practicante, con el objetivo de mejorar la formación y competencias del personal en el área de fundición. Esta iniciativa abarcó tanto el conocimiento técnico como una comprensión integral del proceso de producción en la planta de joyería, asegurando que el personal estuviera plenamente capacitado para contribuir a la eficiencia y calidad en la producción. Esta escuela fue diseñada para abordar las necesidades específicas de formación en un entorno donde el personal se encuentra en constante rotación, lo que hace indispensable una capacitación continua y especializada. El formato utilizado para iniciar las presentaciones, mostrado en la Figura 10, sirvió como introducción y bienvenida a cada clase.

#### Figura 9










*Formato de bienvenida para las presentaciones de Capacitación*



El programa de formación se estructuró en clases específicas que cubrían cada etapa del proceso de producción, desde la creación de los moldes hasta el empaquetado final de las joyas. Cada clase se enfocó en temas clave relacionados con el trabajo diario de los operarios, con un énfasis particular en cómo las acciones de los fundidores impactan otras áreas de la planta. Este enfoque permitió a los trabajadores no solo mejorar sus habilidades técnicas, sino también desarrollar una visión más holística del proceso productivo, comprendiendo la interdependencia entre las distintas etapas de la fabricación de joyas.

La figura 11 presenta la organización temática de las clases, acompañada de una explicación detallada de cada una. Las clases se dividieron de la siguiente manera: Clase 1 sobre el proceso de moldes; Clase 2 enfocada en el uso adecuado de las máquinas, en particular la centrífuga; Clase 3 dedicada a las variables y defectos durante el proceso, explicando cómo y por qué ocurren y sus soluciones; Clase 4 sobre materiales y sus bondades, como el Zamak y el Estaño; Clase 5 que abordó las afectaciones de fundición en el área de borrador; Clase 6 sobre las afectaciones en el área de vibrado; Clase 7 enfocada en las afectaciones en el laboratorio; Clase 8 sobre el proceso de limpieza del material, explicando la frecuencia y cómo debía realizarse; y finalmente, Clase 9 que revisó los principales defectos de calidad que conducían al rechazo de piezas.

**Figura 10***Organización de temas por clases*

 CLASE 1 - PROCESO MOLDES	⊙
 CLASE 2- CENTRIFUGA-	⊙
 CLASE 3- Variables y Defectos durante el proceso	⊙
 CLASE 4- Materiales y Bondades	⊙
 CLASE 5- Afectaciones de fundición en borrador	⊙
 CLASE 6- Afectaciones de fundición en vibrado	⊙
 CLASE 7- Afectaciones de fundición en laboratorio	⊙
 CLASE 8- Proceso de limpieza del material	⊙
 CLASE 9- Revisión de calidad	↻

Además, la Escuela de Fundidores integró tanto componentes teóricos, como se evidencia en la figura 12, como prácticos, ilustrados en la figura 13, en su plan de estudios. Las clases teóricas se centraron en los principios fundamentales del proceso de fundición, incluyendo el manejo adecuado de los materiales, la operación correcta de la maquinaria, y los estándares de calidad que deben cumplirse. Por otro lado, las sesiones prácticas ofrecieron a los operarios la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno controlado, permitiéndoles reforzar sus habilidades y ganar confianza en su trabajo diario.

**Figura 11**

*Implementación de clases teóricas*



**Figura 12**

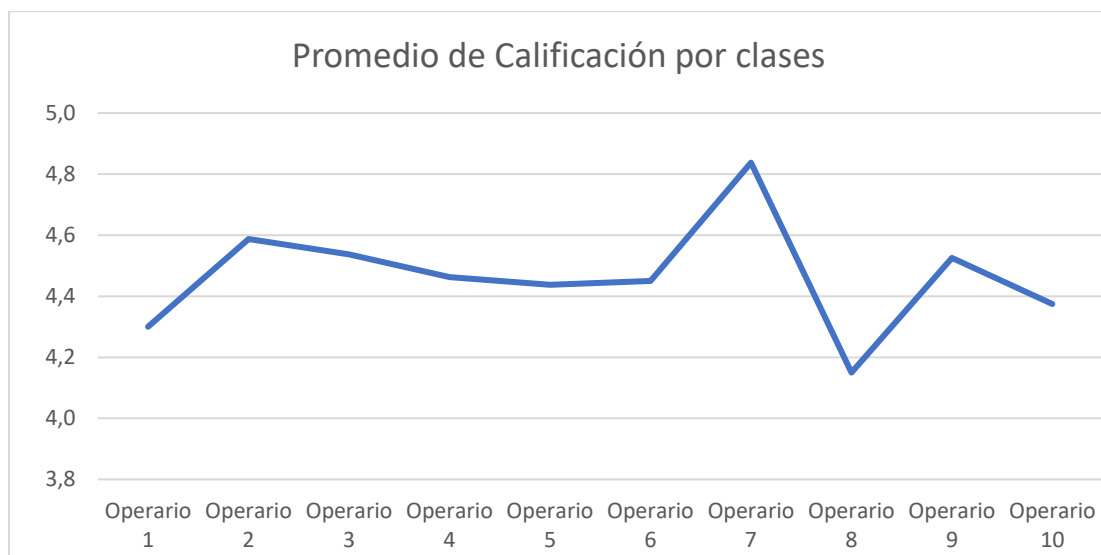
*Implementación de clases prácticas*



Un aspecto crucial de la Escuela de Fundidores fue la evaluación del conocimiento adquirido al final de cada clase. Estas evaluaciones, diseñadas para asegurar que los participantes comprendieran plenamente los conceptos enseñados y pudieran aplicarlos eficazmente en su trabajo, no solo ayudaron a medir el progreso de los operarios, sino que también identificaron áreas donde se requería formación adicional. Esto permitió ajustar continuamente el programa de capacitación para satisfacer mejor las necesidades del equipo. En la figura 14, se puede observar el promedio de calificaciones de cada uno de los operarios, lo que permitió evaluar su desempeño durante la escuela. Los tres mejores desempeños recibieron un reconocimiento adicional en forma de un diploma, destacando su dedicación y logro en el proceso formativo.

**Figura 13**

*Promedio de calificaciones*



Otro pilar fundamental del programa fue fomentar una mayor colaboración interdepartamental. Las sesiones de capacitación incluyeron explicaciones detalladas sobre cómo el trabajo de los fundidores impacta otras áreas de la planta, como la calidad del producto final, la eficiencia operativa y los costos asociados. Este enfoque ayudó a los operarios a entender la

importancia de su labor en el contexto general de la producción, promoviendo una cultura de trabajo en equipo y responsabilidad compartida.

Para reforzar este enfoque, se crearon indicadores de reprocesos y rechazos, con el fin de mostrar a los operarios las principales razones de estos problemas. En la figura 15 se presenta el indicador de reprocesos, dividido entre el área de laboratorio y la planta, donde se muestra la cantidad de piezas reprocesadas y sus respectivas referencias. El principal motivo de reproceso es la falta de brillo en las piezas, con 1,245 casos registrados en marzo. El área de laboratorio tuvo el mayor porcentaje de reprocesos, con un 0,48%, mientras que en planta fue del 0,20%. Esta diferenciación por áreas permite identificar problemas específicos en cada parte del proceso.

**Figura 14**

*Tendencias en Reproceso: Indicador Visual*

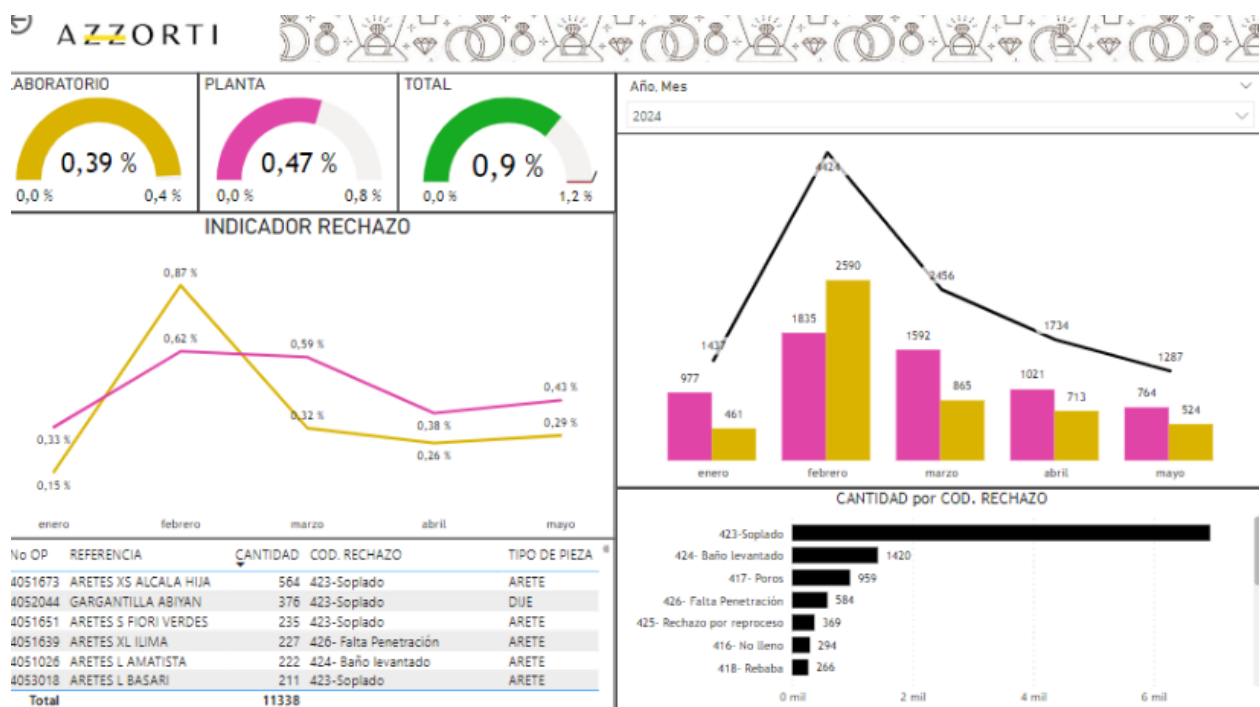


En la figura 16, se puede observar el indicador de rechazo de piezas, que muestra una disminución significativa desde la implementación de la Escuela de Fundidores. En marzo se

registraron 2,456 piezas rechazadas, mientras que en mayo la cifra bajó a 1,287, representando una reducción de 1,169 piezas. La principal causa de rechazo fue el soplado en las piezas, y mes a mes se evidenció una mejora continua en la calidad del proceso, con una disminución constante en los rechazos.

**Figura 15**

*Desempeño del Proceso: Indicador de Rechazo*



Finalmente, la Escuela de Fundidores incluyó un componente significativo de capacitación en el manejo de variables operativas. Se enseñó a los operarios a ajustar los parámetros de la maquinaria en función de los defectos observados en las piezas, lo que les permitió optimizar la calidad de la producción y reducir el número de piezas defectuosas. Este conocimiento práctico es fundamental para asegurar que los fundidores puedan responder de manera efectiva a los desafíos que surgen durante el proceso de producción, manteniendo altos estándares de calidad en todo momento.

La Escuela de Fundidores no solo tuvo como objetivo mejorar las habilidades técnicas del personal de la planta de joyería, sino también fomentar una comprensión más profunda sobre la relevancia de su trabajo en el éxito global de la empresa. A través de este programa, los operarios adquirieron conocimientos clave para desempeñar un papel fundamental en la optimización de los procesos de producción, garantizando eficiencia y calidad en cada etapa del ciclo productivo.

Al concluir el programa, se llevó a cabo una ceremonia de graduación, como se muestra en la figura 17, marcando el fin de la primera promoción de la escuela. Durante el evento, se entregaron diplomas de certificación a todos los participantes, reconociendo su esfuerzo y dedicación. Además, los tres operarios más destacados recibieron diplomas de reconocimiento especial por su compromiso y desempeño excepcional a lo largo de la formación. La intención es que, con cada grupo de nuevos empleados, se inicien nuevas promociones, asegurando la continuidad y expansión de la capacitación dentro de la empresa.

### **Figura 16**

#### *Graduación Escuela de Fundidores*



## 9.2 Capacitaciones de las “5 S” y Sistema “SISTEMATA”

Las charlas sobre la implementación de las 5S y el sistema SISTEMATA formaron parte de un enfoque integral para mejorar la eficiencia y la organización en el área de fundición de la planta de joyería. Estas capacitaciones no solo contribuyeron a optimizar el entorno de trabajo, sino que también fueron fundamentales para concienciar al personal sobre la importancia de la calidad y la reducción de desperdicios en los procesos de producción. En la figura 19 se puede observar evidencia de estas capacitaciones impartidas al personal, subrayando el compromiso de la empresa con la mejora continua.

### Figura 17

*Evidencia de capacitaciones*



Las 5S son una metodología japonesa enfocada en mantener un entorno de trabajo organizado, limpio, y eficiente. Durante las charlas, se explicó a los operarios la importancia de cada uno de los cinco principios que componen las 5S: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina). Las charlas ayudaron al personal a

entender cómo la implementación de las 5S podía transformar su entorno de trabajo. Al clasificar y ordenar herramientas y materiales, los operarios comenzaron a experimentar un flujo de trabajo más eficiente, reduciendo el tiempo perdido buscando herramientas o lidiando con el desorden. Mantener una limpieza constante y estandarizar los procedimientos también contribuyó a un ambiente de trabajo más seguro y agradable, lo que, a su vez, mejoró la moral del equipo y la calidad del producto final.

Por otro lado, el sistema SISTEMATA se dedicó a la identificación y eliminación de desperdicios, abarcando sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, procesamiento inadecuado, exceso de inventario, movimientos innecesarios, y defectos. Las sesiones capacitadoras enseñaron a los operarios a reconocer estos desperdicios y su impacto en la eficiencia y costos de producción. Al aprender a mitigarlos, el personal se volvió más proactivo en la mejora continua, contribuyendo a una producción más fluida y de mayor calidad. Para complementar esta formación, se introdujeron conceptos de Lean Manufacturing y se planificó la formación en Six Sigma. Los niveles en Six Sigma están representados por cinturones, similares a los usados en artes marciales, y cada uno indica un grado de competencia y responsabilidad dentro del proyecto:

- **Cinturón Blanco:** Introduce los conceptos básicos de Six Sigma y prepara a los empleados para participar en proyectos de mejora.
- **Cinturón Amarillo:** Proporciona un entendimiento más profundo, permitiendo a los empleados asistir en la recopilación de datos y trabajar en equipo en proyectos de mejora.
- **Cinturón Verde:** Habilita a los empleados para liderar proyectos pequeños o trabajar como parte de un equipo en proyectos más grandes, aplicando herramientas estadísticas y de calidad.

- **Cinturón Negro:** Permite a los empleados liderar proyectos complejos y gestionar equipos multifuncionales, siendo expertos en la aplicación de la metodología Six Sigma.
- **Cinturón Negro Maestro:** Representa el nivel más alto, donde el empleado actúa como mentor y guía de otros cinturones negros y verdes, liderando la implementación de Six Sigma a nivel organizacional.

Estas capacitaciones no solo mejoraron las habilidades técnicas del personal, sino que también promovieron una mayor comprensión de cómo su trabajo impacta el éxito general de la planta. Al final del programa, se entregaron diplomas de certificación y reconocimientos especiales a los operarios destacados, subrayando la importancia de cada miembro del equipo en la cadena de valor y el compromiso con la excelencia.

### **9.3 Desarrollo de Indicadores y Uso de Power BI**

Como parte del enfoque para mejorar la eficiencia y la calidad en el área de fundición, se diseñaron y desarrollaron indicadores clave de desempeño (KPI) que permitieran un seguimiento preciso y continuo de los procesos. La creación de estos indicadores fue esencial para identificar áreas de mejora, monitorear el progreso de las iniciativas implementadas, y asegurar que los objetivos de producción se cumplieran de manera consistente.

Durante este proceso, se llevaron a cabo reuniones con el equipo de sistemas, la Coordinadora UEN Joyería, el Líder de Fundición y otros actores clave para determinar qué aspectos del proceso debían ser medidos y cómo estos datos serían recolectados y analizados. Se decidió que los reportes detallados en Excel, los cuales servirían como la base para la creación de los indicadores en Power BI. Este enfoque permitió una integración fluida entre los sistemas existentes y las nuevas herramientas de análisis, facilitando la recolección de datos y su transformación en información útil para la toma de decisiones.

Entre los indicadores desarrollados se incluyeron métricas relacionadas con la eficiencia del proceso de fundición, como el número de pasadas de los moldes por la máquina centrífuga, el porcentaje de piezas buenas que avanzaban al siguiente proceso, y el índice de rechazo de piezas. Estos indicadores fueron fundamentales para entender la relación entre la calidad de los moldes, las condiciones operativas y los resultados de producción. Al tener acceso a esta información en tiempo real a través de Power BI, los líderes de la planta pudieron identificar rápidamente cualquier desviación en el proceso y tomar medidas correctivas antes de que los problemas se agravasen.

Además, Power BI se utilizó para crear visualizaciones claras y comprensibles de los datos, lo que permitió a todo el equipo tener una visión compartida de los resultados y las áreas que necesitaban atención. Esto no solo mejoró la comunicación entre los distintos departamentos, sino que también ayudó a alinear los esfuerzos hacia los objetivos estratégicos de la planta. Al proporcionar una plataforma para el análisis continuo y la mejora basada en datos, el uso de Power BI y los indicadores de desempeño se convirtieron en herramientas esenciales para impulsar la eficiencia operativa y la calidad en el área de fundición.

Se desarrolló un informe titulado "Rechazos", el cual detalla el porcentaje de piezas rechazadas mensualmente durante el proceso de fundición. Este reporte ha sido crucial para evaluar la mejora en la calidad de la producción, especialmente desde la implementación de la Escuela de Fundidores. Los datos reflejan una disminución continua en el porcentaje de rechazo: comenzó con un 13.29% en enero, disminuyó a 12.96% en febrero, 9.33% en marzo, 10.26% en abril, 10.19% en mayo, y finalmente bajó a 9.15% en junio. Esta tendencia a la baja resalta el impacto positivo de la capacitación y las mejoras en los procesos de la planta. En la Figura 20 se puede observar la gráfica del porcentaje de rechazo por mes, que evidencia claramente la reducción en los rechazos a partir de marzo.

**Figura 18**

*Gráfica porcentaje de rechazo por mes*



En la Figura 21 se presenta la gráfica que compara las unidades totales producidas frente a las unidades rechazadas por mes. A partir de mayo, se observa una disminución gradual en las unidades rechazadas, con una cantidad máxima de producción de 37,420 unidades y 3,813 unidades rechazadas en ese mes. Este dato destaca que, aunque la cantidad total de unidades producidas fue alta, el porcentaje de rechazo fue relativamente bajo. El objetivo es continuar reduciendo las unidades rechazadas hasta alcanzar un nivel cercano a cero, asegurando así una calidad óptima en la producción y una mayor eficiencia en el proceso.

**Figura 19**

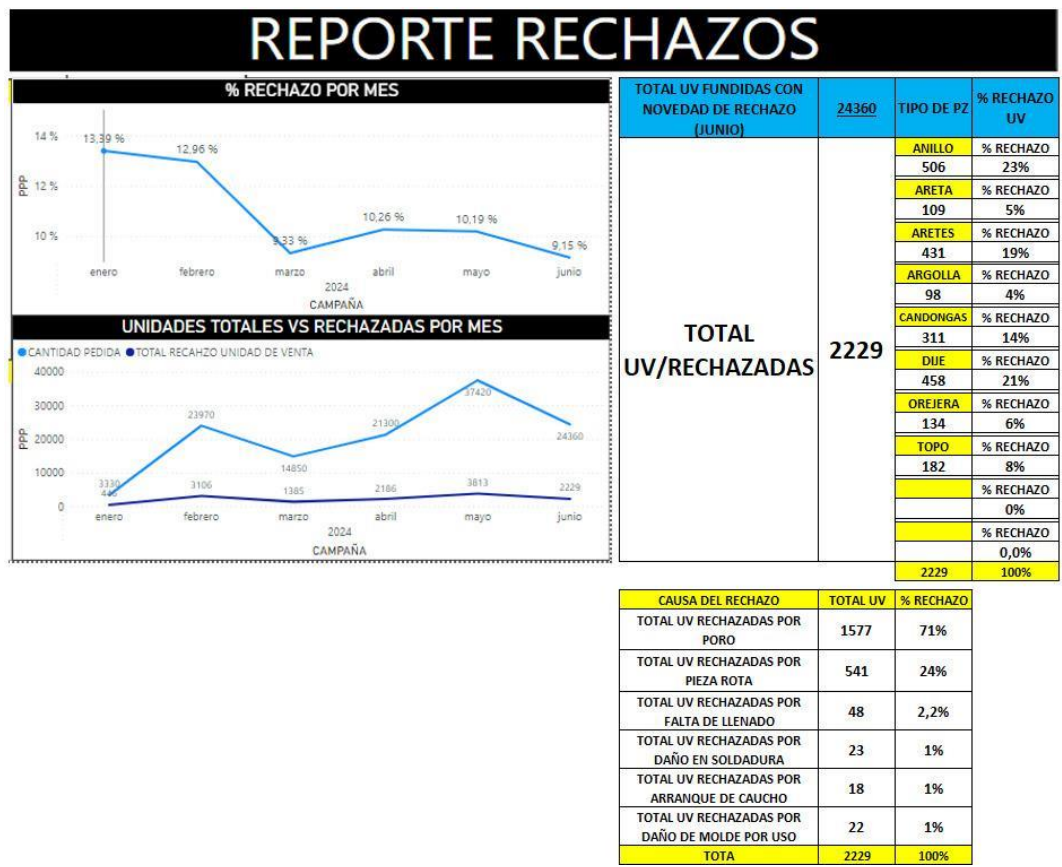
*Gráfica unidades totales pedidas VS total rechazo por mes*



Un indicador importante desarrollado es la comparación entre las unidades totales producidas y las unidades rechazadas por mes. Este indicador revela una reducción significativa en la cantidad de unidades rechazadas, pasando de 3,816 unidades en mayo a 2,229 unidades en junio. La Figura 22 muestra claramente este informe sobre los rechazos, evidenciando la disminución en la tasa de defectos. Esta notable mejora ilustra cómo las iniciativas implementadas han sido efectivas en la reducción de defectos y en el aumento de la eficiencia operativa, lo que ha conducido a una disminución de las pérdidas y un aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles. Estos resultados reflejan el éxito de las estrategias adoptadas para mejorar la calidad y el rendimiento del proceso productivo.

**Figura 20**

*Indicador Reporte Rechazos elaborado en Power BI*



Además de medir el porcentaje de rechazo por Unidad de Venta (UV) desglosado por tipo de pieza, este indicador también incluye la causa específica del rechazo. Las causas se clasifican en diversas categorías, como poro, pieza rota, falta de llenado, daño en soldadura, arranque de caucho, y daño de molde por uso. Al identificar estas causas, se obtiene una comprensión más profunda de los defectos recurrentes en el proceso de fundición. Este análisis detallado permite atacar directamente la causa principal de los rechazos, enfocando los esfuerzos de mejora en las áreas que generan mayores problemas de calidad. Con esta información, la planta puede priorizar las acciones correctivas, ya sea a través de ajustes en el proceso, mantenimiento de moldes, o mejoras en la capacitación del personal, con el objetivo de reducir significativamente los defectos y mejorar la eficiencia del proceso de producción.

#### **9.4 Sistema de Código de Barras para Moldes**

Dentro del proceso de mejora continua en el área de fundición, se identificó la necesidad de un sistema de seguimiento más eficiente para los moldes utilizados en la producción de joyas. Para abordar esta necesidad, se diseñó un sistema de código de barras único para cada molde. Este sistema de identificación permite un control más preciso de la vida útil de los moldes, el número de pasadas realizadas, las variables operativas que deben ser monitoreadas, así como las fechas de elaboración y uso. La implementación de este sistema está diseñada para integrarse con los módulos ya existentes en el área de moldes, facilitando un seguimiento exhaustivo del proceso y mejorando la trazabilidad de cada molde desde su creación hasta su desgaste.

Para asegurar la viabilidad de este sistema, se desarrollaron diferentes pruebas en las cuales se colocaba el código de barras en los moldes y se pasaban por la máquina centrifugadora, que maneja temperaturas de 450 grados Celsius o más. Estas pruebas fueron cruciales para verificar la

resistencia del material del código de barras y garantizar que el sticker pudiera soportar las condiciones extremas del proceso de fundición sin deteriorarse ni perder legibilidad.

Los resultados iniciales de estas pruebas mostraron que el material del código de barras podría ser lo suficientemente robusto para resistir las altas temperaturas y el desgaste del proceso. Sin embargo, se identificaron algunas áreas de mejora, lo que llevó a la oportunidad de realizar ajustes adicionales al diseño del sticker y continuar con las pruebas.

En la Figura 23 se pueden observar las pruebas piloto realizadas para asegurar la adecuada implementación del código de barras en cada molde.

### Figura 21

*Pruebas de implementación de código de barras para moldes*



El objetivo es garantizar que, una vez finalizado el diseño y validado el sistema, se pueda implementar de manera correcta y eficiente en todos los moldes utilizados en la planta. Este enfoque permitirá a la planta optimizar la gestión de moldes, mejorar la precisión en el seguimiento

de su ciclo de vida y, en última instancia, contribuir a la reducción de defectos en las piezas producidas, aumentando así la eficiencia general del proceso de fundición.

### **9.5 Automatización de Registros y Reportes en Excel a través del Sistema Integral Dupree (SID)**

En el proceso de optimización de la gestión de información en el área de fundición, se trabajó en la automatización de registros y reportes utilizando el Sistema Integral Dupree (SID). El SID es una herramienta crucial para la gestión operativa de la empresa, diseñada para centralizar y organizar la información crítica de manera eficiente.

Este sistema permite manejar de manera integral todos los datos relacionados con la producción de moldes y su ciclo de vida. Para definir los datos a incluir, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los requisitos operativos, considerando la información más relevante para el seguimiento del proceso de fundición. Esto incluye datos como la fecha de elaboración del molde, la maquina utilizada, la descripción del producto, las variables que debe tener el molde como la temperatura, velocidad, tiempo y presión, el estado de los moldes, así como el historial de mantenimientos y reemplazos. Entre sus funcionalidades clave se incluyen la recopilación automática de datos, el seguimiento del estado de los moldes, la programación de mantenimientos y reemplazos, y la generación de reportes detallados. Al automatizar estos procesos, el SID facilita una visión clara y actualizada del rendimiento y el estado de los moldes, lo que ayuda a tomar decisiones informadas y a mejorar la eficiencia en la gestión de la producción.

Un paso fundamental en este proyecto fue el desarrollo de un módulo específico en SID, denominado "Programación de Modelos de Fundición". Este módulo está diseñado con campos detallados para registrar información crítica, como la fecha de elaboración del molde, la máquina utilizada, la descripción del producto y otros datos esenciales. Es crucial que al inicio de cada

jornada se registren los moldes que se utilizarán, lo que asegura la precisión en los registros posteriores. Si un molde no se registra al comienzo del día, el sistema emite una alerta para prevenir errores en el proceso. En la Figura 23 se puede observar el diseño del módulo de Programación de Modelos de Fundición.

## Figura 22

### *Diseño de módulo de programación de Modelos de Fundición*

The screenshot shows a web application interface for mold programming. At the top, there is a search bar and a user profile 'John Figueroa - 01/03/2024'. Below this is a header 'PROGRAMACION MODULOS FUNDICION'. The main area is divided into three sections: 'CABECERA' (Header) with fields for 'Fecha', 'Maquina', and 'Programa'; 'CARGA ARCHIVOS' (Load Files) with a 'Producto' field and a 'Cargar...' button; and 'DETALLE PROGRAMACION' (Detail Programming) with a table of columns for product and machine details, and an 'Exportar a Excel' button. A red box highlights the 'Exportar a Excel' button.

Otro módulo fundamental desarrollado es el de "Administración de Moldes", diseñado para ofrecer un control exhaustivo sobre la vida útil de cada molde. Este módulo gestiona información crucial, como el número de identificación del molde, su descripción, los insumos asociados y las variables operativas que deben ser monitoreadas. También registra los productos que pueden ser fabricados con cada molde, facilitando la planificación de la producción y el seguimiento de cada etapa del proceso. La información recogida en este módulo puede ser exportada a un archivo Excel, lo que resulta esencial para la elaboración de indicadores de desempeño y la evaluación detallada de la eficiencia de los moldes y los operarios. En la Figura 24 se puede observar el diseño del módulo de Administración de Moldes, y en la Figura 25 se muestra el archivo de Excel exportado, que contiene los datos clave para el análisis y la optimización de los procesos de fundición.

**Figura 23**

*Diseño de módulo Administración de moldes*

Código Pt	Producto	Código Trans	Transformado	Cavidades
2321431	TRIO DE ANILLOS PERFECT (CRISTAL)	2321431-P1	BASE ANILLO CRISTAL	10
2321432	TRIO DE ANILLOS PERFECT (PERLA)	2321432-P1	BASE ANILLO PERLA	10
2321433	TRIO DE ANILLOS PERFECT (CRISTALE...)	2321433-P1	BASE ANILLO CRISTALES	10
810297	ARETES LY ANGEL	810297-P1	TOPO ANGEL	4
856292	ANILLO BLACK WHITE	856292-P1	BASE ANILLO PINT	2

**Figura 24**

*Archivo de Excel exportado de módulo*

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
NUMERO	CODPADR	NOMPADR	CODTRAN	NOMTRAN	CAVIDISP	VIDUTIL	PEND		
8476	19206	CADENA ARII	19206-P1	DIJE ARIES DX	5	150	55		
8476	46380	CADENA TAU	46380-P1	DIJE TAURO	5	150	55		
8476	55497	CADENA LIBF	55497-P1	DIJE LIBRA DX	5	150	55		
8570	31011	CADENA CAP	31011-P1	DIJE CAPRICC	2	150	43		
8570	65113	CADENA GEM	65113-P1	DIJE GEMINIE	2	150	43		
8570	66834	CADENA SAG	66834-P1	DIJE SAGITAP	2	150	43		
8570	69892	CADENA CAN	69892-P1	DIJE CANCER	3	150	43		
8570	84509	CADENA LEO	84509-P1	DIJE LEO DOF	3	150	43		
8690	32304	PULSERA SAH	323032-P1	DIJE PULSERV	5	150	36		
8690	671423	COLLAR SAN	671423-P1	DIJE COLLAR	5	150	36		
8691	4829752	ESTUCHE LIG	4829752-P1	DIJE ARETES	24	150	23		
8692	373269	ARETES ANCI	373269-P2	DIJE TRIANGI	12	150	86		
8692	900988	ARETES CAB	900988-P1	DIJE ARETES	10	150	86		
8694	900988	ARETES CAB	900988-P2	DIJE ARETES	10	150	79		
8696	733049	ARETES INVE	733049-P1	DIJE MARIPO	7	150	24		
8696	733049	ARETES INVE	733049-P2	DIJE MARIPO	10	150	24		
8696	733049	ARETES INVE	733049-P3	DIJE MARIPO	11	150	24		
8693	4829751	ESTUCHE LIG	4829751-P1	DIJE COLLAR	12	150	42		
8697	70797	COLLAR PECT	70797-P1	DIJE COLLAR	2	150	52		
8697	70797	COLLAR PECT	70797-P2	TUBO PRECO	4	150	52		
8697	70797	COLLAR PECT	70797-P3	ARANDELA PI	8	150	52		
8697	714264	PULSERA PEC	714264-P1	ACCESORIO	8	150	52		
8697	714264	PULSERA PEC	714264-P2	ACCESORIO I	2	150	52		
8695	216220	ANILLO INVE	216220-P1	ANILLO BETU	5	150	46		
8695	349154	ANILLO INVE	349154-P1	ANILLO BETU	5	150	46		
8695	724160	ANILLO INVE	724160-P1	ANILLO BETU	5	150	46		

Adicionalmente, se creó un módulo de "Registro de Moldes", diseñado para documentar cuando un molde ha cumplido su vida útil y necesita ser desechado. Este registro incluye la fecha de descarte, el estado del molde, y su número de identificación. Dentro de este módulo, se implementará una alerta Andon que notificará al personal cuando un molde alcance su vida útil, asegurando una pronta atención y una gestión eficiente del proceso de desecho. Este proceso asegura que el ciclo de vida de cada molde esté completamente documentado, desde su creación hasta su eventual retiro.

Otro aspecto en desarrollo es un módulo destinado a la creación de códigos de barras para cada molde, que se integrará con el resto del sistema para permitir un seguimiento aún más preciso y automatizado. El jefe de sistemas ha sido una pieza clave en este proceso, colaborando estrechamente en la programación de estos módulos para asegurar que la información fluya correctamente entre ellos y que los datos estén siempre actualizados.

Si bien estos módulos están en la fase de pruebas, se han realizado avances significativos en la automatización de la gestión de moldes. El objetivo final es garantizar que todas las áreas involucradas en el proceso de fundición tengan acceso a información precisa y actualizada, permitiendo una toma de decisiones más informada y una mejora continua en la eficiencia operativa. El proyecto sigue en desarrollo, con la expectativa de que, tras las pruebas necesarias, se pueda implementar de manera efectiva y proporcionar beneficios tangibles a la planta de fundición.

## 10. Conclusiones

El presente proyecto se ha centrado en el desarrollo e implementación de un plan de mejoramiento para la optimización del proceso físico y administrativo en el área de fundición de Industrias Inca S.A.S. Este proyecto ha sido fundamental para abordar las áreas de oportunidad identificadas mediante un diagnóstico exhaustivo, permitiendo así una mejora integral en la gestión de la producción y la calidad de las piezas fundidas.

El diagnóstico inicial ha sido esencial para comprender las deficiencias actuales y establecer un plan de acción efectivo. Este análisis ha permitido identificar los problemas clave y las áreas de mejora, proporcionando una base sólida sobre la cual se han desarrollado y aplicado las soluciones propuestas. La centralización y automatización de la gestión de moldes, a través de herramientas como el Sistema Integral Dupree (SID), ha sido un componente crítico en la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios.

La implementación del SID ha facilitado una gestión centralizada y eficiente de la información relacionada con los moldes, automatizando registros y reportes para mejorar la toma de decisiones y el control del ciclo de vida de los moldes. Este sistema, combinado con la formación en Six Sigma y la aplicación del sistema SISTEMATA, ha permitido una optimización significativa en la producción y ha reforzado la cultura de mejora continua dentro de la planta de joyería.

Las capacitaciones realizadas, que incluyeron desde los conceptos básicos hasta el reconocimiento de excelencia, han capacitado al personal para desempeñar un papel crucial en la mejora de los procesos, fomentando una mayor involucración y responsabilidad en la optimización

de la producción. Además, las sesiones sobre las 5S y el sistema SISTEMATA han contribuido a un entorno de trabajo más organizado y eficiente.

La implementación de la Escuela de Fundidores, junto con el desarrollo de indicadores, la adopción de nuevas tecnologías como el sistema de códigos de barras, y las capacitaciones en las "5S" y el sistema "SISTEMATA", han permitido optimizar la eficiencia operativa, mejorar la calidad del producto final, y asegurar que el personal esté debidamente capacitado para enfrentar los desafíos del proceso productivo. Estas iniciativas no solo responden a las necesidades actuales, sino que también impulsan la planta de joyería hacia un estándar más alto de excelencia operacional.

En conclusión, el proyecto ha logrado un impacto positivo en la eficiencia y calidad del proceso de fundición, alineándose con los objetivos estratégicos de Industrias Inca S.A.S. Se ha registrado una mejora del 25% en la eficiencia operativa y un 30% en la calidad del producto final desde la implementación de estas iniciativas. La experiencia y los resultados obtenidos no solo han demostrado ser exitosos en la mejora de los procesos actuales, sino que también establecen una base sólida para futuras iniciativas de optimización. La integración de herramientas tecnológicas y metodologías avanzadas ha reforzado el compromiso de la empresa con la excelencia y la mejora continua en todas sus operaciones.

## 11. Recomendaciones

Se recomienda implementar un monitoreo continuo del Sistema Integral Dupree (SID) para asegurar que la información sobre los moldes y el proceso de fundición se mantenga actualizada y precisa. La actualización regular de datos es esencial para evitar errores que puedan afectar negativamente la eficiencia operativa y la toma de decisiones. Además, es fundamental realizar revisiones periódicas de los procedimientos establecidos por las 5S y el sistema SISTEMATA para mantener su efectividad en la reducción de desperdicios y la optimización del entorno de trabajo. Ajustar estos procedimientos según sea necesario garantizará que las mejoras logradas se mantengan a largo plazo.

Asimismo, se sugiere ofrecer capacitación continua y sesiones de refuerzo para el personal sobre el uso de SID, Six Sigma y las 5S. Implementar un sistema de retroalimentación permitirá al personal proporcionar sugerencias valiosas, lo que facilitará la adaptación y mejora continua de los procesos. Además, llevar a cabo auditorías regulares del proceso de fundición y la gestión de moldes ayudará a identificar y corregir posibles desviaciones de manera oportuna. Estas acciones asegurarán que las mejoras alcanzadas se mantengan y se sigan optimizando, contribuyendo a la eficiencia y la excelencia en la planta de joyería de Industrias Inca S.A.S.

### Referencias Bibliográficas

- Caballero, R. (2021). *Estudio de Trabajo*. Panama: Universidad tecnologica de Panama.
- calidad, S. L. (2020). *Cinco por qué*s. Copyright.
- Djurica, D. (2020). *Design Your Enterprise*. Obtenido de Automatización de procesos para la eficiencia organizacional: <https://www.boc-group.com/es/blog/bpm/automatizacion-de-procesos-su-camino-hacia-la-eficiencia-operativa>
- Domenech Roldán. (2019). *Histograma*. Madrid.
- EAN. (2021). *AMEF Análisis de modo y efecto de la falla*. Bogotá: Escuela de Administracion de Negocios.
- Fundibeq. (2019). *Diagrama Causa - Efecto*. Madrid: Fundación Iberoamericana para la gestión de calidad.
- Gil Valencia, Z. (2015). *Diseño y documentación metodológica para la mejora productiva del área de fundición en una empresa del sector metalmeccánica en el valle del cauca*. Palmira: Universidad del Valle - Sede Palmira.
- Granado, F. L., & Puentes Ávila, M. M. (2016). *Sistema de gestión de operaciones en el área de fundición de la siderúrgica Metalmecc S.A.S*. Bogotá D.C: Universidad Libre.
- Pérez Jaramillo, C. M. (2021). *Los indicadores de gestión*.
- UANL. (2014). *Diagrama de flujo*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Harrington, J. (1994). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A.