

Diseño de un plan de mejoramiento en el proceso de marcación de piezas metálicas en la  
empresa GARCÍA VEGA S.A.S

Edgar Javier García Torres

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Director

Olmedo González Herrera

Magíster en Estadística

Universidad Industrial de Santander

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

A Dios, fuente de fortaleza, sabiduría y guía constante a lo largo de mi formación académica, con su acompañamiento me permitió culminar con éxito esta etapa tan significativa de mi vida.

A mí Madre, Sara Torres, por su amor incondicional, sacrificio, apoyo permanente, dedicación incansable y por los valores que con esmero me inculcaron. Gracias por enseñarme lo primordial del conocimiento, la perseverancia y el esfuerzo constante. Este logro es también te pertenece.

A mis hermanos, Ernesto Amador, María Alejandra Larios, María del Carmen Torres, Brayan García y Nicolas Torres, quienes han sido ejemplo, apoyo e inspiración, y cuya presencia me motivó a no rendirme ante las dificultades.

Una dedicación especial a mi hermano Ernesto Amador, quien ha sido un gran apoyo en mi crecimiento personal, profesional; un ejemplo a seguir, es un orgullo tenerte como hermano. Este logro también te pertenece.

A toda mi familia, por su respaldo afectivo, sus consejos llenos de sabiduría y por acompañarme en cada paso de este camino. Gracias por ser un soporte esencial en la construcción de este proyecto de vida.

Y a todas las personas, amigos, compañeros que, de una u otra forma, hicieron parte de este proceso. Su contribución ha sido invaluable y siempre será recordada con gratitud.

### **Agradecimientos**

Se presentan sus agradecimientos a:

Al Magíster en Estadística Olmedo González Herrera, director de este trabajo, por sus aportes significativos en la asesoría profesional, ajuste y contribución de los documentos.

A la empresa GARCIA VEGA S.A.S, por permitirme desarrollar mis practicas empresarial en su organización.

Al Ingeniero Civil, Andrés Ortiz, por su constante apoyo, orientación, compromiso y confianza brindada, durante la realización de mis prácticas empresariales.

Los docentes de la Universidad Industrial de Santander quienes contribuyeron en los diferentes semestres y los diversos saberes, a la formación profesional y fue un privilegio conocerlos y haber compartido sus conocimientos e invaluable experiencia.

## Contenido

Introducción .....	15
1. Generalidades del proyecto.....	17
1.1 Objetivos .....	17
1.1.1 Objetivo general .....	17
1.1.2 Objetivos específicos .....	17
1.2 Planteamiento del problema.....	18
1.3 Justificación.....	20
2. Generalidades de la empresa.....	22
2.1 Misión y Visión.....	23
2.2 Valores institucionales .....	24
2.3 Organigrama.....	24
2.4 Mapas de Proceso.....	25
2.5 Logotipo .....	26
3. Marco de Referencia .....	27
3.1 Marco de antecedentes .....	27
3.2 Marco Teórico.....	30
3.2.1 Ingeniería de procesos.....	30
3.2.2 Diagnóstico de procesos productivos .....	30

3.2.3 Mejoramiento de procesos como estrategia empresarial .....	31
3.2.4 Procesos de marcación e identificación en la industria metálica .....	31
3.2.5 Relación con la logística y el montaje en construcción metálica.....	32
3.2.6 Six Sigma – DMAIC.....	32
3.2.7 Estudios de Métodos y Tiempos (Cronoanálisis) .....	33
3.2.8 Estandarización .....	33
3.2.9 Gestión por indicadores .....	33
3.2.10 Socialización de mejoras.....	34
3.3 Marco Legal .....	34
4. Metodología .....	36
4.1 Tipo de estudio.....	36
4.2 Fuentes de información.....	36
4.2.1 Fuentes primarias .....	36
4.2.2 Fuentes secundarias.....	37
4.3 Fases de la investigación.....	37
5. Desarrollo de los objetivos.....	39
5.1. Diagnóstico al proceso de marcación de las piezas metálicas .....	39
5.1.1 Metodología de diagnóstico .....	39
5.1.2 Desarrollo del diagnóstico.....	41
5.1.2.1 Revisión conceptual .....	41

5.1.2.2 Análisis preliminar de la organización.....	42
5.1.2.3 Detalle de las actividades del mapa de proceso .....	43
5.1.3 Entrevistas .....	49
5.1.4 Instrumento de evaluación del cumplimiento del proceso .....	54
5.1.5 Hallazgos principales .....	55
5.1.6 Análisis de causas (Diagrama Ishikawa) .....	56
5.1.7 Oportunidades de mejora preliminares .....	58
5.1.8 Conclusiones del diagnóstico.....	60
5.2 Formulación plan de mejoramiento al proceso de marcación de piezas metálicas.....	61
5.3 Implementar el plan de mejoramiento a la marcación de piezas metálicas .....	64
5.3.1 Ampliación de los datos en la orden de producción .....	64
5.3.2 Comunicación para la generación de impresión de etiquetas .....	69
5.3.3 Capacitación del personal en la temática del Visor 3D.....	73
5.3.4 Cambio de la marcación manual al etiquetado adhesivo industrial .....	73
5.3.4.2 Instructivo para numeración de partes .....	74
5.3.4.2.1 Numeración de partes.....	74
5.3.4.2.2 Numeración de piezas metálicas.....	75
5.3.4.2.3 Uso de unicidad.....	75
5.3.4.2.4 Aplicación de la numeración.....	75
5.3.4.2.5 Buenas prácticas.....	76

5.3.4.3 Instructivo estándar para la marcación de piezas metálicas.....	76
5.3.4.3.1 Procedimiento general.....	76
5.3.4.2.1 Proceso de marcación guía.....	77
5.3.4.2.2 Proceso de etiquetado adhesivo. ....	78
5.3.5 Pruebas con el nuevo sistema de etiquetado .....	83
5.3.6 Evaluación del proceso .....	86
5.4 Indicadores para el control y medición de tiempos .....	91
5.5 Estrategias de socialización en la organización .....	93
6. Conclusiones .....	96
7. Recomendaciones .....	98
Referencias bibliográficas.....	99

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b>	Organigrama gerencial de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S. ....	25
<b>Figura 2</b>	Mapa de procesos GARCÍA VEGA S.A.S. ....	26
<b>Figura 3</b>	Logotipo de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S. ....	26
<b>Figura 4</b>	Metodología del diagnóstico .....	39
<b>Figura 5</b>	Herramientas empleadas en el proceso de marcación manual. ....	46
<b>Figura 6</b>	Organización y traslado de piezas metálicas en planta de producción.....	47
<b>Figura 7</b>	Descargue piezas metálicas en obras .....	48
<b>Figura 8</b>	Evaluación del proceso de marcación manual de piezas metálicas .....	54
<b>Figura 9</b>	Diagrama de Ishikawa .....	57
<b>Figura 10</b>	Modelo de orden de producción corte de materiales .....	64
<b>Figura 11</b>	Modelo de orden de producción corte de materiales .....	65
<b>Figura 12</b>	Modelado de un proyecto en Visor Trimble Connect.....	66
<b>Figura 13</b>	Modelo de los planos.....	67
<b>Figura 14</b>	Base de datos con información para las etiquetas .....	70
<b>Figura 15</b>	Base de datos para el etiquetado .....	71
<b>Figura 16</b>	Preparación de las etiquetas adhesivas industrial para su impresión .....	72
<b>Figura 17</b>	Impresión de las etiquetas adhesivas industrial.....	72
<b>Figura 18</b>	Forma de entrega de las etiquetas adhesivas .....	77
<b>Figura 19</b>	Marcación guía .....	78
<b>Figura 20</b>	Proceso de generación de las etiquetas adhesivas .....	78
<b>Figura 21</b>	Tubería: Rectangular – Redonda con platinas .....	79
<b>Figura 22</b>	Tubería: Rectangular – Redonda sin platinas.....	80

<b>Figura 23</b> <i>Perfiles encajonados</i> .....	80
<b>Figura 24</b> <i>Perfiles alma llena con platinas: IPE, W, HEA</i> .....	81
<b>Figura 25</b> <i>Perfiles PHR: Correas</i> .....	81
<b>Figura 26</b> <i>Ángulos</i> .....	82
<b>Figura 27</b> <i>Placas</i> .....	82
<b>Figura 28</b> <i>Cerchas</i> .....	82
<b>Figura 29</b> <i>Pruebas de la marcación guía</i> .....	83
<b>Figura 30</b> <i>Las piezas metálicas</i> .....	84
<b>Figura 31</b> <i>La pieza metálica con marcación guía y con etiquetas adhesivas</i> .....	85
<b>Figura 32</b> <i>Las piezas metálicas entregadas en obra</i> .....	85
<b>Figura 33</b> <i>Evaluación del proceso de marcación manual de piezas metálicas posterior</i> 86	
<b>Figura 34</b> <i>Colocación de las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas</i> .....	87
<b>Figura 35</b> <i>Revisión de las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas en producción</i> .....	87
<b>Figura 36</b> <i>Transporte de las piezas metálicas con etiquetas adhesivas.</i> .....	88
<b>Figura 37</b> <i>Descargue de las piezas metálicas en obra</i> .....	88
<b>Figura 38</b> <i>Revisión de las piezas metálicas en obra</i> .....	89
<b>Figura 39</b> <i>Reunión para socializar el proceso</i> .....	95
<b>Figura 40</b> <i>Reunión para socializar el proceso con operarios</i> .....	95

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b>	Fases para el cumplimiento de los objetivos.....	18
<b>Tabla 2</b>	Datos generales de la empresa GARCÍA VEGA SAS. ....	22
<b>Tabla 3.</b>	Portafolio de servicios de la empresa GARCIA VEGA S.A.S.....	23
<b>Tabla 4.</b>	Fases y actividades para la práctica empresarial.....	38
<b>Tabla 5.</b>	Proceso de cifrado manual de piezas metálicas de 1 a 15 elementos .....	51
<b>Tabla 6.</b>	Continuación del proceso de cifrado manual piezas del 16 a 30 elementos .....	51
<b>Tabla 7.</b>	Tiempos y costos de la marcación manual .....	52
<b>Tabla 8.</b>	Documentación existente en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S .....	53
<b>Tabla 9.</b>	Matriz de hallazgos encontrados en GARCÍA VEGA S.A.S .....	55
<b>Tabla 10.</b>	<i>Alternativas con potencial de mejora y sus limitaciones</i> .....	59
<b>Tabla 11.</b>	Planes de mejoramiento del proceso de marcación de las piezas metálicas ...	63
<b>Tabla 12.</b>	Proceso para la fabricación de estructuras metálicas .....	68
<b>Tabla 13.</b>	Relación de instituciones educativas que ofrecen cursos Visor 3D.....	73
<b>Tabla 14.</b>	Numeración de las piezas metálicas .....	75
<b>Tabla 15.</b>	Estimación tiempo elementos 1 al 15 con el plan de mejoramiento.....	91
<b>Tabla 16.</b>	Estimación tiempo elementos 1 al 15 con el plan de mejoramiento.....	91
<b>Tabla 17.</b>	Indicadores para el proceso de marcación con etiquetas adhesivas.....	92

## Apéndice

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

- Apéndice A Descripción de la empresa
- Apéndice B Revisión de matrícula y asistencia a una sustentación de proyecto de grado
- Apéndice C Hoja de vida del tutor de la empresa (es formato confidencial)
- Apéndice D Carta de la empresa
- Apéndice E Generalidades de tipos de proyectos de proyectos en Práctica Empresarial.
- Apéndice F Tiempos de marcación inicial

## Glosario

**Adhesivo para anclaje.** Es un adhesivo de alta resistencia a la flexión, comprensión y tensión, para ser colocado sin escurrimiento.

**Cuello de botella:** Puntos en un proceso de producción donde la capacidad es limitada y restringe el flujo de trabajo, causando retrasos y reduciendo la eficiencia del sistema. (Quiroa, 2020)

**Eficiencia:** la capacidad de realizar una tarea o producir un resultado utilizando la menor cantidad posible de recursos, tiempo y esfuerzo, maximizando el rendimiento y minimizando el desperdicio. (Eisner, 2021)

**Estandarización:** Proceso de establecer normas y procedimientos uniformes para realizar tareas y operaciones, con el objetivo de asegurar consistencia, calidad y eficiencia en la producción (Sydle, 2021)

**Indicadores de Gestión** es una forma de medir si un área o actividad que desarrolla una empresa, unidad, persona o los proyectos avanza en sus objetivos o metas propuestas. (Monroy & Simbaqueba, 2017)

**Marcación guía.** Es un proceso que debe realizarse sobre las platinas, placas bases, platinas de conexión u otros componentes secundarios que integren el elemento principal, se efectuará directamente sobre el cuerpo.

**Mejoramiento continuo.** Es el seguimiento continuo y el análisis de procesos y resultados para localizar el área de oportunidad y desarrollar estrategias de mejora, para cuidar la calidad de los productos o servicios orientados a la perfección en las actividades en las empresas (Robles & Recio, 2010)

## Resumen

Título: Diseño de un plan de mejoramiento en el proceso de marcación de piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.\*

Autor: Edgar Javier García Torres \*\*

Palabras claves: Estandarización, diagrama de causa- efecto, eficiencia, procesos e indicadores

### Descripción

El presente proyecto se desarrolla en GARCIA VEGA S.A.S., empresa dedicada a la fabricación y distribución de soluciones de acceso y estructuras metálicas. Durante el análisis de sus procesos productivos se identificaron oportunidades de mejora en la marcación de piezas metálicas, debido a dificultades en la legibilidad de la información, posibles errores de identificación y retrasos en el proceso. Estas situaciones afectan la trazabilidad de los productos, generan reprocesos y pueden impactar el cumplimiento de los tiempos de entrega y los estándares de calidad.

Para atender esta necesidad, se propone la implementación de un plan de mejoramiento orientado a optimizar el proceso de marcación. La propuesta incluye la transición de una marcación manual a un sistema complementado con etiquetas industriales estandarizadas, permitiendo una identificación más clara, uniforme y confiable. Asimismo, contempla la capacitación del personal operativo, la elaboración de instructivos estandarizados y la implementación de indicadores de control para monitorear la calidad y eficiencia del proceso.

Con la ejecución de estas acciones se espera mejorar la precisión en la identificación de las piezas, fortalecer la trazabilidad, reducir errores y reprocesos, y optimizar los tiempos de producción. De igual manera, se busca garantizar el cumplimiento de los requisitos del cliente y fortalecer los estándares de calidad de la organización. En consecuencia, el proyecto contribuirá al incremento de la productividad, la eficiencia operativa y la competitividad de GARCIA VEGA S.A.S., promoviendo la mejora continua de sus procesos y generando mayor valor para la empresa y sus clientes.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingeniería Fisicomecánicas, Escuela Industriales y Empresariales. Director MSc.  
Ing Olmedo González Herrera

### Abstract

Title: Design of an Improvement Plan for the Metal Parts Marking Process at GARCÍA VEGA S.A.S.\*

Author: Edgar Javier García Torres \*\*

Keywords: Standardization, cause-and-effect diagram, efficiency, processes, and indicators

#### Description

The present project is being carried out at GARCIA VEGA S.A.S., a company dedicated to the manufacturing and distribution of access solutions and metal structures. During the analysis of its production processes, opportunities for improvement were identified in the marking of metal parts, due to difficulties in the legibility of information, possible identification errors, and delays in the process. These situations affect product traceability, generate rework, and can impact the fulfillment of delivery times and quality standards.

To address this need, the implementation of an improvement plan aimed at optimizing the marking process is proposed. The proposal includes the transition from manual marking to a system complemented with standardized industrial labels, allowing for clearer, more uniform, and reliable identification. Likewise, it includes the training of operational personnel, the development of standardized instructions, and the implementation of control indicators to monitor the quality and efficiency of the process.

With the implementation of these actions, it is expected to improve the accuracy in the identification of the parts, strengthen traceability, reduce errors and rework, and optimize production times. Likewise, it seeks to ensure compliance with customer requirements and strengthen the organization's quality standards. Consequently, the project will contribute to the increase of productivity, operational efficiency, and competitiveness of GARCIA VEGA S.A.S., promoting the continuous improvement of its processes and generating greater value for the company and its customers.

---

\* Degree Project

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering, Industrial and Business School. Director MSc.  
Ing Olmedo González Herrera

## **Introducción**

En un entorno empresarial cada vez más competitivo, el mejoramiento de procesos se consolida como una estrategia clave para fortalecer la eficiencia, reducir costos y garantizar la sostenibilidad organizacional Serrano y Ortiz (2012). Las empresas que logran optimizar sus operaciones no solo incrementan su productividad y rendimiento, sino que también generan mayor rentabilidad, asegurando su permanencia y crecimiento en el mercado. La búsqueda de eficiencia operativa implica revisar de manera constante los flujos de trabajo, identificar cuellos de botella y aplicar innovaciones tecnológicas o metodológicas que permitan resultados más ágiles, seguros y de calidad Neely et al. (2005)

En este contexto, la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., con más de cuatro décadas de experiencia en la industria de la construcción, la ingeniería en acero y los servicios de galvanizado, se ha caracterizado por implementar estrategias de mejora continua que fortalecen su propuesta de valor. Una de las áreas en las que la organización ha identificado oportunidades de optimización es, en el proceso de marcación de piezas metálicas, actividad esencial para asegurar una identificación precisa y montaje eficiente, logrando garantizar la trazabilidad, la estandarización y el cumplimiento de normas técnicas en proyectos industriales y de construcción metalmecánica.

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S tiene varias unidades de negocios relacionadas con las soluciones constructivas, soluciones de acceso y construcción en acero, siendo el área de producción la sede en Girón en Santander lugar donde se va realizar la práctica empresarial. En casos como este, donde la precisión y la coordinación son importantes para lograr el éxito de los proyectos, la mejora continua en los métodos de marcación representa una ventaja competitiva ya que la automatización, precisión y reducción de reprocesos permiten no solo disminuir tiempos de producción y costos asociados y elevar la calidad percibida por el cliente. Lay de León et al (2022).

En el aspecto metodológico, en este trabajo se definió su carácter descriptivo, con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con el fin de formular e implementar un plan de mejoramiento para el proceso de marcación de piezas metálicas identificando las fases para el cumplimiento de los objetivos propuestos, por lo tanto, se integra los siguientes elementos:

Se inició con un diagnóstico sobre el estado actual del proceso de identificación y marcación de las piezas metálicas de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., se utilizó la herramienta administrativa del Diagrama de Ishikawa para identificar los problemas reales y de mayor impacto en el proceso.

Con base en los resultados del diagnóstico, se procedió a presentar un plan de mejoramiento, donde se definieron varias estrategias acordes con las necesidades del área de producción, los cuales fueron validadas por la organización.

Posteriormente, se implementó el plan de mejoramiento en el proceso de marcación de piezas metálicas, con las estrategias validadas, para definir la reducción de tiempos en la identificación en las zonas de montaje. La evaluación de las estrategias se hizo por proyecto, lo cual significó que el rendimiento del tiempo fue del 66,6%, el incremento de la productividad fue 3 veces más productivo y tienen mayor eficiencia con nuevo estándar, por cuanto es reciente la implementación del marcado guía con marcación con etiquetas adhesivos industriales.

Con los datos de las estrategias implementadas, se definió un sistema de indicadores que permita el control y medición de los tiempos de identificación de las piezas metálicas en las zonas de montaje, y análisis de las mejoras implementadas en el proceso de marcación.

Finalmente, se desarrolló una estrategia de socialización en la organización, con el fin de dar a conocer las mejoras y los cambios implementados en la marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.

## **1. Generalidades del proyecto**

### **1.1 Objetivos**

#### ***1.1.1 Objetivo general***

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en el proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, con el fin de reducir el tiempo de identificación en las zonas de montaje.

#### ***1.1.2 Objetivos específicos***

Realizar un diagnóstico que permita visualizar de forma amplia la situación actual en el proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.

Diseñar un plan de mejoramiento del proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa, basados en los resultados obtenidos del diagnóstico.

Implementar el plan de mejoramiento en el proceso de marcación de las piezas metálicas, para la reducción en los tiempos de identificación en las zonas de montaje.

Diseñar un sistema de indicadores que permita el control y medición de los tiempos de identificación de las piezas metálicas en las zonas de montaje, y análisis de las mejoras implementadas en el proceso de marcación.

Desarrollar una estrategia de socialización en la organización, con el fin de dar a conocer las mejoras y los cambios implementados en la marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.

En la tabla 1. Se detalla las fases para el cumplimiento de los objetivos y el numeral mediante el cual se dio cumplimiento.

**Tabla 1***Fases para el cumplimiento de los objetivos*

Objetivos	Numeral Cumplimiento
<b>OBJETIVO No. 1</b> Realizar un diagnóstico que permita visualizar de forma amplia la situación actual en el proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	5.1 Diagnóstico sobre el proceso de marcación de piezas metálicas.
<b>OBJETIVO No. 2.</b> Diseñar un plan de mejoramiento del proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa, basados en los resultados obtenidos del diagnóstico.	5.2 Diseñar el plan de mejoramiento al proceso de marcación de piezas metálicas
<b>OBJETIVO No. 3.</b> Implementar el plan de mejoramiento en el proceso de marcación de las piezas metálicas, para la reducción en los tiempos de identificación en las zonas de montaje.	5.3 Implementación del plan de mejoramiento
<b>OBJETIVO No. 4.</b> Diseñar un sistema de indicadores que permita el control y medición de los tiempos de identificación de las piezas metálicas en las zonas de montaje, y análisis de las mejoras implementadas en el proceso de marcación	5.4 Diseño de indicadores para el control y medición de tiempos
<b>OBJETIVO No. 5.</b> Desarrollar una estrategia de socialización en la organización, con el fin de dar a conocer las mejoras y los cambios implementados en la marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	5.5 Estrategias de socialización.

## 1.2 Planteamiento del problema

GARCÍA VEGA S.A.S es una empresa santandereana que nace como centro de alquiler de equipos para la construcción, a lo largo de los años observando las necesidades del mercado y del sector económico, fueron diversificando hacia otros negocios y comenzaron a realizar proyectos cada vez más complejos, llegando a ser miembros activos de la industria de la construcción de

acero, consolidando un portafolio de servicios que aporta significativamente al sector productivo. (Rodríguez, 2017).

No obstante, a pesar de su crecimiento y consolidación, en los últimos años la empresa GARCÍA VEGA S.A.S ha venido enfrentado un problema significativo en uno de sus procesos productivos clave: la marcación e identificación de piezas metálicas. Este procedimiento, indispensable para garantizar la correcta identificación, trazabilidad y organización de los elementos que componen las estructuras; presenta deficiencias que impactan de manera negativa la eficiencia operativa y el cumplimiento de los cronogramas de obra.

Actualmente, la marcación se realiza de forma superficial a centro punteado, utilizando una tipografía poco adecuada que dificulta tanto la visibilidad como la legibilidad de la información grabada, especialmente en condiciones de poca iluminación o durante trabajos nocturnos; convirtiéndose en un sistema que resulta deficiente e ineficiente. A esto se suma la variabilidad en la caligrafía del operario, el tamaño reducido de los caracteres y la ausencia de un sistema estandarizado, lo que genera casos frecuentes de marcaciones superpuestas, duplicadas o incompletas entre un 15% a 20%, creando confusión, interpretaciones erróneas, incluso incertidumbre sobre cuál es la información correcta y válida. En concordancia a lo anterior, se limita a registrar códigos genéricos (por ejemplo: PL14), sin incluir datos adicionales relevantes como el nombre del proyecto, el código específico de la pieza, su peso, longitud o el tipo de elemento estructural (columna, viga, correas, entre otros).

Del análisis realizado se identificó que hay una notoria productividad baja, pues cada operario marca máximo 10 piezas metálicas por hora, siendo un ritmo muy limitado frente a la escala de producción requerida, lo cual evidencia un tiempo acumulado excesivo, en donde 881 horas equivalen a más de 110 jornadas laborales de 8 horas, lo que prolonga los plazos de entrega

y así mismo eleva significativamente los costos a más de 7,7 millones de pesos en mano de obra solo para marcar piezas, sin valor agregado directo al producto final. Desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial, este problema se relaciona directamente con la optimización de procesos, la gestión de operaciones y la eficiencia logística, lo que convierte su solución en un reto académico y profesional de gran relevancia según Luz y Korman (2011), abordarlo implica aplicar herramientas de mejora continua y de análisis de procesos productivos, fundamentales en la formación y práctica de un ingeniero industrial.

De lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación. ¿Cuáles son los componentes del plan de mejoramiento en el proceso de marcación de piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., con el fin de reducir el tiempo de identificación en la zona de montaje?

### **1.3 Justificación**

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S., se encuentra dentro del sector industrial en Colombia, de acuerdo (Estructuras Metálicas de Bogotá, 2026), el sector de las estructuras metálicas en Colombia ha tenido una evolución, debido a la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la creciente demanda de proyectos industriales, comerciales y de infraestructuras, ofreciendo soluciones constructivas eficientes, resistentes y versátiles del mercado, siendo las tendencias en estructuras metálicas para el año 2026:

Construcción sostenible reciclado, ganando protagonismos por su bajo impacto ambiental, alta durabilidad y posibilidad de reutilización. Mayor uso de prefabricación y montaje rápido, permitiendo fabricar componentes en fábricas y ensamblarlos en obra. Digitación y diseño estructura avanzado (BIM), el uso de este modelado será tendencia dominante, para el diseño, y simular antes de su fabricación. Crecimiento de estructuras metálicas para el sector industrial y

logístico. Arquitectura moderna con estructuras metálicas visibles, estas estructuras expuestas serán protagonistas del diseño. Finalmente, mayor cumplimiento normativo y resistencia sísmica.

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S., ha logrado posicionarse en la industria latinoamericana como una de las mejores en el sector constructivo, siendo protagonista del desarrollo y crecimiento de importantes empresas en el país, como bodegas, centros comerciales, puentes, edificios y talleres, realizando los proyectos con cualquier tipo de material en acero: ángulos, láminas HR, vigas IPE, tubería estructural, perfiles, láminas delgadas, conexiones soldadas y/o apernadas, permitiendo versatilidad en el diseño.

Sin embargo, se ha identificado algunas falencias sobre todo al llegar las piezas a obra, no puedan identificarse a simple vista, contribuyendo a la pérdida de tiempo en la búsqueda de piezas, aproximadamente 3 horas; lo que impide su clasificación inmediata durante el descargue, situación que se agrava aún más por el espacio físico limitado disponible. Como consecuencia, se hace necesario realizar verificaciones manuales o digitales utilizando modelos 3D para comparar medidas, distancias entre perforaciones, ubicación de platinas, y otros detalles técnicos que permitan reconocer correctamente cada pieza. Este proceso de identificación es lento, impreciso y altamente dependiente de personal especializado, lo que obliga a detener temporalmente las actividades de montaje, demorando aproximadamente cinco (5) horas según lo evidenciado en el estudio preliminar; especialmente en proyectos en altura donde las cuadrillas suelen ser reducidas, y se dilata el tiempo al cumplimiento del cronograma inicial. Dichas limitaciones generan una serie de resultados en la ejecución de los proyectos, entre ellas, la interrupción del flujo de trabajo y la necesidad de asignar personal adicional para realizar tareas de inspección y verificación del material; también se presentan errores en el montaje por la instalación de piezas incorrectas definida en los planos. Esto obliga a desmontar las piezas mal instaladas, lo cual implica romper

soldaduras, aflojar uniones y volver a montar los elementos correctos, generando reprocesos que resultan costosos en tiempo y dinero. Lay de León et al. (2022). En este contexto, resulta evidente la necesidad de implementar un plan de mejoramiento del proceso de marcación de piezas metálicas en la empresa, en el área de producción en la sede de Girón. Este plan debe garantizar una metodología más precisa, clara y estandarizada, que contemple aspectos como: mejor visibilidad y legibilidad de los códigos, ubicación estratégica de las marcas en cada pieza, incorporación de información relevante, adicional existen motivaciones personales y profesionales para realizar esta práctica y contribuir a mejorar el proceso.

## 2. Generalidades de la empresa

Existe una trayectoria de más de cuarenta (40) años de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, especializándose en la fabricación y distribución de soluciones de acceso y construcción en aceros se hacen las estructuras metálicas con altos estándares de calidad y ha adquirido un liderazgo en el sector. La planta de producción se ubica en Girón, con sede administrativa en Bucaramanga y presencia de servicios en varias ciudades. (GARCIA VEGA SAS, 2026). En la tabla 2, se describe los datos generales.

**Tabla 2**

*Datos generales de la empresa GARCÍA VEGA SAS.*

Contenido	Detalle
Nombre	GARCÍA VEGA S.A.S
NIT	890211614-8
Número de Empleados	220
Dirección Planta de producción	Calle 59 No. 16E 39 municipio de Girón
Dirección Sede Administrativa	Carrera 15 No. 23- 15 Bucaramanga
Actividad	Alquiler de maquinaria, equipos y soluciones constructivas, soluciones de acceso y construcciones en acero

De acuerdo con tabla 2, la práctica empresarial se realizó en la sede en la Planta de Producción en el municipio de Girón. Sobre las unidades de negocios estratégicos de la compañía, se hace una relación sobre las mismas en la tabla 3.

**Tabla 3.**

*Portafolio de servicios de la empresa GARCIA VEGA S.A.S.*

Unidad de negocio	Descripción
Soluciones constructivas	Por etapas de construcción: Demolición y movimiento de tierra, estructura, fachada, redes y acabados. Por familia de productos: andamios, andamios certificados, apuntalamiento y encofrado, elevación y maquinaria.
Soluciones de acceso	Acceso desde piso, acceso suspendido, elevadores.
Construcciones en acero	Estructuras metálicas, detallado estructural de Tekla, edificios industriales, Gv solar- estructuras de energías renovables, servicios metal- mecánica

Nota. Información tomada del Portafolio (GARCIA VEGA SAS, 2026).

Los documentos administrativos que facilitaron, se observan, las unidades de negocios, mapas de procesos, los valores, la misión, visión, el modelado de los proyectos, marcación de piezas metálicas actual, lo que se fabrica en la planta de producción, orden de producción, organigrama entre otros.

## 2.1 Misión y Visión

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S, no tiene definido una misión y visión específica, sino está implícito, sin embargo, se puede ubicar en el propósito general de la organización.

**Misión.** “Creamos y proveemos soluciones para la Industria y la Construcción, en todas sus etapas y en el tiempo prometido” (párr. 1, Nuestro propósito General). (GARCIA VEGA SAS, 2026).

**Visión:** Ser la empresa más eficiente buscando siempre optimizar la rentabilidad sobre el capital invertido en todos sus segmentos de negocios con políticas de gestión de riesgo adecuadas.

## 2.2 Valores institucionales

Los valores institucionales de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, es la directriz para la motivación constante de todo el personal, el cual se detalla:

**INTEGRIDAD:** Hacemos lo que es correcto, operando con honestidad y siempre bajo el marco de la ley. **DISCIPLINA:** Operamos con austeridad, bajo el estricto rigor en nuestros procesos, acatando las normas, políticas y lineamientos establecidos. **PASIÓN.** Amamos lo que hacemos, somos energéticos con la naturaleza, le metemos la ficha y enfrentamos los desafíos que nos trae el día a día con la mayor actitud. **CONFIANZA:** Creemos en la capacidad e integridad de nuestro equipo de trabajo y lo tratamos de la misma manera que queremos ser tratados. **HUMILDAD:** La base y fundamento de todas las virtudes. Nos aceptamos con nuestras habilidades (apalancándonos en ellas) y nuestros defectos.

## 2.3 Organigrama

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S, tiene un total de 220 empleados en todos los niveles jerárquicos, conformado por:

La Gerencia General, encargado de la responsabilidad general de la organización, de los aspectos estratégico y operativos.

La Dirección de la Planta, dirige y coordina la operación de la Planta de Producción, supervisando procesos, recursos y cumplimiento de metas productivas.

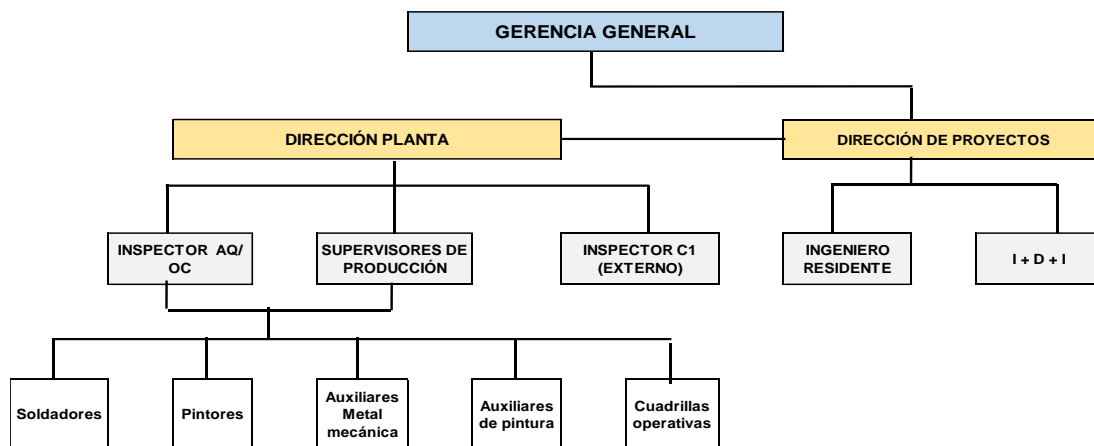
Dirección de Proyectos, encargado de planear, ejecutar y controlar los proyectos de estructuras metálicas, asegurando cumplimiento técnico y contractual.

La Dirección de la Planta y la Dirección de Proyectos debe estar en continua comunicación sobre el diseño, ejecución e implementación de los proyectos.

En la Figura 1, se observa el organigrama de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., donde se articula la Dirección de la Planta y Dirección de Proyectos, con los cargos respectivos.

**Figura 1**

*Organigrama gerencial de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.*



Nota. Información tomada del Informe General (GARCIA VEGA SAS, 2026).

La Dirección de la Planta, adicional tiene otros cargos como son Inspector AQ/ OC, supervisores de producción, tienen a su cargo los soldadores, pintores, auxiliares metalmecánicos, auxiliares de pintura y cuadrillas operativas. Adicionalmente está el Inspector C1 (externo). La Dirección de Proyectos, tienen los cargos Ingeniero Residente y I + D + I.

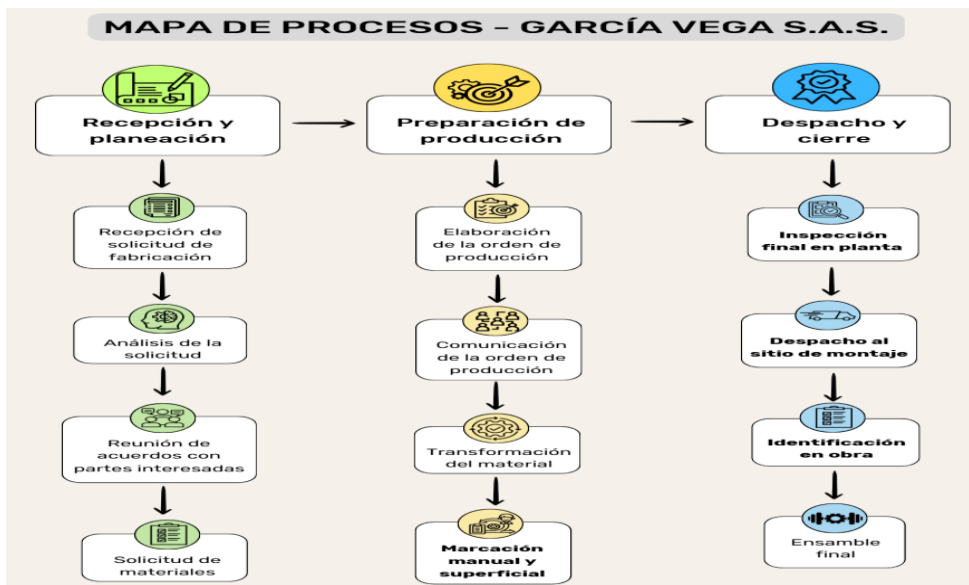
**2.4 Mapas de Proceso**

En la figura 2, se hace un resumen del proceso dentro de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, donde se observa tres componentes principales: recepción y planeación, preparación de la producción, despacho y cierre.

Cada componente tiene algunas entradas como es la información pertinente, diseños, planos, materiales, personal, transporte entre otros, la fabricación de las piezas y elementos, así como una salida para el despacho y el montaje.

**Figura 2**

*Mapa de procesos GARCÍA VEGA S.A.S.*



Nota. Información tomada del informe de Sistema Integral (GARCIA VEGA SAS, 2026).

### 2.5 Logotipo

En la figura 3, se observa el logotipo de la organización, el cual se tendrá en cuenta en la elaboración de los formatos y procedimientos.

**Figura 3**

*Logotipo de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.*



Nota. Información tomada del informe Sistema Integral (GARCIA VEGA SAS, 2026).

### 3. Marco de Referencia

#### 3.1 Marco de antecedentes

La trazabilidad y la identificación automática de elementos han sido temas recurrentes en la literatura científica, académica y técnica dentro de la industria de la construcción y la fabricación de acero. Diversos estudios han explorado tecnologías de identificación automática como RFID, códigos de barras y QR, marcación directa y etiquetado, además del uso de metodologías de ingeniería como DMAIC, Six Sigma, estudios de tiempos y técnicas PMTS con el objetivo de mejorar la visibilidad de materiales, reducir errores en logística y montaje, optimizar tiempos y costos. La identificación por radiofrecuencia (RFID) ha sido propuesta extensamente como una solución para incrementar la visibilidad en obra y la trazabilidad de componentes; múltiples escenarios de aplicación muestran los beneficios en seguimiento de materiales y control logístico en sitios de construcción como lo expone Luz y Korman (2011).

Revisiones sistemáticas han documentado la evolución y limitaciones de RFID en la construcción, destacando tanto su potencial para ofrecer información en tiempo real como las barreras técnicas y de coste en ambientes de fabricación, así como en lo estructural pesada según Valero et al. (2015).

Estudios de viabilidad muestran ahorro potencial de mano de obra y mejora en la precisión de seguimiento cuando RFID se integra con procesos logístico detalla Henrie et al. (2010). Estos trabajos muestran que RFID es especialmente útil en grandes componentes o cuando se requiere automatización total del trazado, aunque su implementación exige evaluar compatibilidades con el entorno metálico y la disposición de lectores fijos o móviles.

La literatura también documenta proyectos donde códigos de barras y códigos QR se integran con BIM y sistemas móviles para facilitar la captura de información en campo, mejorar

el mantenimiento y la gestión de activos y aumentar la eficiencia de recolección de datos en proyectos de construcción expone Lin et al. (2014). Se ha explorado el uso de códigos 2D/QR para vincular componentes con material passports o registros digitales durante el ciclo de vida del edificio, han mostrado que códigos grabados o impresos pueden servir como puente entre el objeto físico y su representación digital. Revisiones prácticas en aplicaciones y casos de uso, por ejemplo, implementaciones NAVFAC u otras agencias indican que los códigos de barras/QR son soluciones robustas, de bajo costo y fáciles de integrar con sistemas de gestión, como lo expone Byer et al (2022).

Para entornos donde las etiquetas adhesivas se deterioran por pintura, galvanizado, o abrasión, la marcación directa permanente, incluyendo micropercusión o marcación láser, ha sido estudiada como alternativa para asegurar permanencia y legibilidad de códigos en metales y su viabilidad económica en su uso. Trabajos recientes muestran que el marcado con láser puede garantizar códigos legibles por lector automático incluso tras procesos de acabado, lo que facilita la automatización de lectura en planta y obra (Morawiriski, 2022). Así mismo, evaluaciones prácticas en entornos de fabricación de acero resaltan que la selección entre etiquetas, depende de factores como resistencia al ambiente, coste, velocidad de aplicación y requisitos de lectura posterior (Parks, 2011), (Carlsson, 2022)

Por otro lado, algunos proyectos aplicados han mostrado implementaciones exitosas de sistemas de identificación automática entre taller y obra. Por ejemplo, investigaciones y tesis que integran código de barras en la cadena entre taller de fabricación y sitio de montaje describen mejoras en control de inventario y reducción de errores de montaje, además se sugiere una tendencia creciente a combinar BIM con códigos 2D o RFID para crear flujos de información más confiables en la gestión de materiales Lin et al (2014) (Lin et al, 2014); Byer et al (2022). En

cuanto a la metodología de mejoramiento, el enfoque Six Sigma mediante DMAIC es empleado en numerosos estudios de manufactura y servicios para reducir variabilidad y defectos. Revisiones de casos muestran que DMAIC, con su énfasis en datos y control estadístico, es eficaz para abordar problemas de identificación y calidad en procesos productivos (Mittal et al, 2023). Casos aplicados en construcción y fabricación han utilizado enfoques combinados (Lean Six Sigma) para lograr reducciones de tiempos y defectos en actividades operativa. Para cuantificar los ahorros de tiempo derivados de un cambio tecnológico, por ejemplo, pasar de punzón manual a etiquetado automático, los estudios de métodos y tiempos por cronometraje y los sistemas de tiempo predeterminado se utilizan ampliamente. Estudios recientes en manufactura muestran cómo MTM y análisis cronoanalíticos permiten establecer tiempos+ estándar previos y posteriores al cambio, facilitando la medición del impacto productivo y la justificación económica en proyectos de mejora (Breznik et al, 2023) La aplicación de estas técnicas en la industria facilita la estimación de la reducción de tiempo por pieza y la consecuente valoración económica del proyecto.

En el trabajo realizado por (García, 2023), sobre el diseño e implementación del plan de mejora para el proceso productivo, se orienta a la ingeniería de metales, por cuanto no cuenta con licencia minera debido a la baja calidad del ladrillo, para lo cual se apoya en el software Minlith de materia prima, siendo una estrategia para determinar la composición, para de esa forma, los procesos van orientado a lograr condiciones de trabajo y calidad de producto, evaluando posteriormente el proceso para un implementación mejorada y su estandarización. Finalmente, en el trabajo sobre el diseño de un plan de mejoramiento para el área de producción de una empresa de muebles, sustentada por (Bedoya y Cortés, 2020), detalla la importancia de un mapeo de la cadena de valor y de estrategias que han sido implementadas en grandes empresas como las 5 S, lo cual permite a partir de los problemas, identificar las herramientas que más se adapten a la

organización para la estandarización del proceso, sumado a los ambientes libres de obstáculos para mejor operatividad.

## **3.2 Marco Teórico**

### ***3.2.1 Ingeniería de procesos***

La ingeniería de procesos es una disciplina de la Ingeniería Industrial que estudia, diseña, analiza y optimiza los procesos productivos y de servicios, con el fin de incrementar la eficiencia, reducir costos, mejorar la calidad y asegurar la satisfacción del cliente, como lo exponen (Zellner, 2011) y (Hammer y Champy, 1993). De igual forma, (Davenport, 1993) aclara que la Ingeniería de Procesos no solo implica la observación del flujo de actividades, sino también la transformación radical de los mismos cuando presentan cuellos de botella, redundancias o ineficiencias. En este sentido, está estrechamente vinculada a metodologías de reingeniería de procesos, gestión por procesos y mejora continua.

En el sector de la construcción metálica, la Ingeniería de Procesos juega un papel esencial debido a la complejidad de los proyectos y la diversidad de piezas y materiales que requieren una trazabilidad precisa. Procesos como la fabricación, identificación, despacho y montaje deben estar cuidadosamente diseñados y controlados para evitar pérdidas de tiempo, errores de ensamble o incumplimientos en los plazos pactados (Lu y Korman, 2011).

### ***3.2.2 Diagnóstico de procesos productivos***

El diagnóstico de procesos productivos consiste en el análisis sistemático del funcionamiento de un sistema productivo con el fin de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Según (Zellner, 2011), el diagnóstico permite reconocer cuellos de botella, actividades sin valor agregado, deficiencias de control y problemas de eficiencia que

afectan la competitividad de organizaciones. En el caso de la industria metálica, el diagnóstico de procesos es fundamental para asegurar y estandarizar la trazabilidad, calidad y cumplimiento de plazos, factores críticos para mantener la confianza de clientes y garantizar rentabilidad de los proyectos.

### ***3.2.3 Mejoramiento de procesos como estrategia empresarial***

El mejoramiento de procesos es una estrategia central en organizaciones modernas, pues busca incrementar la eficiencia operativa, reducir costos, elevar la productividad y asegurar la rentabilidad sostenible. Así mismo lo amplia (Zellner, 2011), consiste en la aplicación sistemática de técnicas para identificar, analizar y rediseñar actividades con el fin de optimizar el desempeño organizacional y su permanencia en el mercado. En el contexto de empresas de construcción metálica, el mejoramiento de procesos no solo impacta la reducción de desperdicios y tiempos, sino también la confiabilidad en la ejecución de proyectos, la satisfacción del cliente y la competitividad frente al mercado global (Hammer y Champy, 1993).

### ***3.2.4 Procesos de marcación e identificación en la industria metálica***

La identificación de piezas es un aspecto crítico en la industria del acero, ya que garantiza la trazabilidad y facilita las fases de logística, despacho y montaje. Tradicionalmente, la marcación se realiza mediante punzonado manual o centro punteado; sin embargo, esta técnica presenta problemas de legibilidad, pérdida de información tras procesos de pintado o galvanizado, y confusión entre piezas similares (Parks, 2011).

Algunas alternativas documentadas en la literatura que se han aplicado en la construcción para mejorar la visibilidad de componentes y reducir los errores en obra incluyen:

Etiquetas industriales y códigos de barras/QR que permiten almacenar información detallada y facilitar la lectura digital (Lin et al, 2014).

RFID que ofrece trazabilidad en tiempo real, aunque presenta limitaciones en entornos metálicos y costos más elevados, siendo importante implementar estrategias técnicas, según (Valero et al., 2015) y (Lu y Korman, 2011).

Marcación láser o DPM que garantiza permanencia y resistencia, aunque requiere mayor inversión (Morawiriski, 2022).

### ***3.2.5 Relación con la logística y el montaje en construcción metálica***

La mejora en la identificación de piezas no solo impacta la producción, sino también la logística y montaje. Un etiquetado eficiente reduce tiempos de búsqueda y clasificación, optimiza el uso de recursos de transporte y montaje, y mejora el cumplimiento de plazos pactados con clientes (Lu y Korman, 2011); (Valero et al, 2015). Así mismo, al integrarse con bases de datos o sistemas BIM, las etiquetas permiten control integral de materiales, fortaleciendo la productividad y la competitividad empresarial en la industria de construcción metálica. (Lin et al, 2014); (Byers et al, 2022).

### ***3.2.6 Six Sigma – DMAIC***

Six Sigma es una metodología basada en datos cuyo objetivo es reducir defectos y variabilidad en los procesos. Estudios de caso muestran que la aplicación de DMAIC en manufactura y construcción reduce significativamente errores y costos operativos (Mittal et al, 2023). Menciona (George, 2002) que el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) ofrece un marco riguroso para implementar mejoras sostenibles, incluyendo: **Definir:** se identifica el problema (marcación ilegible). **Medir:** se recopilan datos de tiempos y errores actuales. **Analizar:** se estudian causas raíz (Ishikawa, Pareto). **Mejorar:** se implementa el sistema de etiquetas. **Controlar:** se establecen los indicadores y auditorías. Lo cual permitirá un seguimiento efectivo.

### ***3.2.7 Estudios de Métodos y Tiempos (Cronoanálisis)***

El análisis de métodos y tiempos permite medir la eficiencia del trabajo, eliminando movimientos innecesarios y estableciendo tiempos estándar. El sistema MTM (Methods-Time Measurement) descompone tareas en micromovimientos con tiempos predeterminados, mientras que el cronoanálisis mide el tiempo real de ejecución (Barnes, 1980). En el contexto del etiquetado, estas técnicas permiten comparar objetivamente el tiempo requerido con el sistema de punzón manual frente al sistema automatizado de etiquetas.

### ***3.2.8 Estandarización***

La estandarización consiste en documentar y normalizar la mejor forma de realizar un proceso para asegurar uniformidad y reducir variabilidad (Ohno, 1988). En el etiquetado industrial implica definir un formato único de etiquetas, campos obligatorios (proyecto, pieza, peso, longitud) y ubicación fija en cada componente, asegurando trazabilidad y confiabilidad. En este caso, definir un formato único de etiqueta con los mismos campos (proyecto, pieza, peso, longitud, código guía), determinar la ubicación estándar de las etiquetas en cada tipo de pieza metálica y crear un procedimiento escrito de cómo generar e instalar las etiquetas en planta. Se empleará en la cuarta fase (mejorar) del ciclo DMAIC del método Six Sigma.

### ***3.2.9 Gestión por indicadores***

La gestión por indicadores es una metodología administrativa y de control que permite medir el desempeño de los procesos a través de métricas cuantitativas y cualitativas, con el fin de evaluar si las actividades están contribuyendo al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización (Kaplan y Norton, 1996). En el ámbito de la Ingeniería Industrial, los indicadores de gestión (KPI – *Key Performance Indicators*) constituyen herramientas esenciales para el seguimiento de la eficiencia, la productividad, la calidad y la satisfacción del cliente. Según (Neely

et al, 2005), un sistema de indicadores efectivo debe reunir cuatro características fundamentales: relevancia, claridad, confiabilidad y periodicidad.

### ***3.2.10 Socialización de mejoras***

La socialización de mejoras es el proceso mediante el cual se comunican, difunden y capacitan a los actores clave de la organización acerca de los cambios implementados en los procesos productivos. Este paso es esencial para garantizar la adopción exitosa del plan de mejora, ya que un cambio tecnológico o metodológico sin apropiación por parte del personal puede fracasar (Kotter et al, 2011). Según (Juran, 1992), toda iniciativa de mejora requiere tanto de la parte técnica (herramientas, métodos, sistemas) como de la parte humana (actitudes, hábitos, motivación). La socialización asegura que ambos aspectos se integren de manera armónica.

## **3.3 Marco Legal**

El marco legal establece las normas, leyes y reglamentos que enmarcan el desarrollo del proyecto de mejora en la marcación e identificación de piezas metálicas en la empresa, por lo que es crucial es garantizar que el nuevo sistema de etiquetado cumpla con los lineamientos establecidos por la legislación colombiana y por estándares internacionales que regulan la producción industrial, la trazabilidad, la seguridad en el trabajo y la gestión de la calidad.

En la legislación colombiana en seguridad y salud en el trabajo la Ley 1562 de 2012 (Congreso de la República, 2012) modifica el Sistema de Riesgos Laborales e incorpora la obligación de las empresas de implementar programas de seguridad y salud en el trabajo. En el caso de la marcación de piezas metálicas, la ley obliga a minimizar riesgos para los operarios mediante la sustitución de técnicas manuales inseguras por sistemas automatizados que reduzcan la probabilidad de lesiones. Además, la Resolución 0312 de 2019 (Ministerio del Trabajo, 2019), establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-

SST). En el caso de la legislación en gestión de calidad y productividad la Ley 872 de 2003 (Congreso de Colombia, 2003), crea el Sistema de Gestión de la Calidad en las entidades del Estado y aunque aplica principalmente al sector público, promueve el enfoque en procesos, la estandarización y la mejora continua como prácticas que también son referentes para el sector privado. Por otro lado, la norma internacional ISO 9001:2015 adoptada en Colombia por ICONTEC establece los requisitos para los sistemas de gestión de calidad, basada en principios como el enfoque en procesos, la mejora continua y la satisfacción del cliente. Con respecto a la legislación en etiquetado y trazabilidad, el Decreto 1074 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, (Presidencia de la República, 2015) establece directrices para garantizar la competitividad, la innovación y la calidad en procesos industriales. El etiquetado industrial se alinea con este decreto, ya que promueve buenas prácticas en la identificación de productos y servicios. La norma internacional ISO 17367:2013 regula el uso de tecnologías de identificación para trazabilidad en la cadena de suministro. Aunque el proyecto utiliza etiquetas impresas, los principios de esta norma son aplicables en la mejora de la visibilidad de piezas y materiales. La norma técnica colombiana NTC 5801 (ICONTEC) establece lineamientos para la trazabilidad en procesos productivos, garantizando la identificación única de cada pieza y la facilidad de rastreo dentro de la cadena de valor. La legislación en construcción metálica se rige mediante el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que establece lineamientos técnicos para el diseño y construcción de estructuras metálicas en el país. Si bien no regula directamente los procesos de marcación, sí exige precisión en la fabricación, montaje y trazabilidad de elementos estructurales, lo cual se fortalece con la implementación de un sistema de identificación confiable. Finalmente, la Resolución 0018 de 2015 del Ministerio de Trabajo establece medidas de seguridad para trabajos en alturas y manejo de materiales estructurales.

## **4. Metodología**

La práctica empresarial se realizó en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, específicamente en el área de producción en el municipio de Girón, asignaron un tutor de la misma organización, con el fin de validar y asegurar la información, facilitar los espacios y la documentación para implementar el plan de mejoramiento, por eso, se detalla la metodología utilizada.

### **4.1 Tipo de estudio**

La práctica empresarial corresponde a un estudio aplicado de tipo descriptivo–explicativo con enfoque cuantitativo, ya que busca implementar una solución práctica (nuevo sistema de etiquetado industrial) que mejore un proceso productivo real dentro de la empresa, caracterizar la situación actual del proceso de marcación de piezas metálicas, identificando sus falencias y limitaciones, determinar las causas de los problemas (ineficiencias, errores, tiempos muertos) y cómo la intervención presentó las propuestas para resolverlos, además de utilizar la medición de tiempos, errores y costos para justificar la mejora y evaluar sus resultados respectivamente.

Así mismo, este trabajo se le adicionó su carácter de diseño no experimental, resaltado por (Hernández Sampieri, 2010) investigación donde no se manipulan de forma deliberada las variables y se observan los fenómenos en su ambiente natural, para después ser analizadas las variables en un periodo de tiempo que dure la práctica empresarial, el cual según el teórico es de tipo transversal, el cual se ajusta al plan de mejoramiento

### **4.2 Fuentes de información**

#### **4.2.1 Fuentes primarias**

Se hace uso de la observación directa en la planta de producción en la sede de Girón de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, donde se identificó el proceso de marcación actual, el

cronoanálisis para la medición de tiempos en el proceso manual, entrevistas y encuestas a operarios, supervisores y personal logístico sobre dificultades en identificación y despacho, incluyendo registros internos de la empresa.

Por eso, la empresa GARCIA VEGA S.A.S., por ser especializada en la temática de estructuras metálicas, la entrevista se convierte en una estrategia para conocer los por menores de sus procesos, como se detalla la entrevista es una técnica para recopilar la información, en esta práctica empresarial, para analizar la percepción que tienen los responsables del proceso de identificación y marcación de piezas metálicas, los datos deben ser tratados y las secuencias de las tareas (Chiavenato, 2011).

Por lo tanto, en la entrevista, que es una línea de comunicación entre dos personas, en la práctica empresarial, serán el tesista y el director del área de producción que tiene a cargo el proceso identificación y marcación de piezas metálicas, en este proceso, deben orientarse al cumplimiento de los objetivos e impactar en variables como eficiencia y productividad, tiempo de ejecución para el rendimiento productivo

#### **4.2.2 Fuentes secundarias**

Sobre estas fuentes se analizaron con la observación y lectura de artículos científicos sobre metodologías de mejora de procesos y tecnologías de marcación e identificación. Adicionalmente, se determinó la relación que existe entre las normas técnicas nacionales e internacionales, libros de Ingeniería Industrial, tesis y casos de estudio previos en áreas de procesos productivos y trazabilidad en construcción metálica, para definir la mejor alternativa.

#### **4.3 Fases de la investigación**

En la tabla 4, se detalla las fases de la investigación con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

**Tabla 4.**

*Fases y actividades para la práctica empresarial*

Fase	Actividades
Realizar un diagnóstico que permita visualizar de forma amplia la situación actual en el proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	Observación en planta del proceso actual de marcación por centro punteado. Elaboración del diagrama de causa-efecto (Ishikawa). Cronoanálisis de tiempos en marcación y búsqueda de piezas. Recolección de información sobre errores y reprocesos
Diseñar un plan de mejoramiento del proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa, basados en los resultados obtenidos del diagnóstico.	Organización de metodologías de Ingeniería Industrial aplicables. Definición de formato de etiqueta, ubicación en pieza, campos obligatorios. Diseño del nuevo flujo de proceso de marcación. Implementación de etiquetas industriales automáticas con Zebra Designer V3.
Implementar el plan de mejoramiento en el proceso de marcación de las piezas metálicas, con el objetivo de reducir los tiempos de identificación en las zonas de montaje.	Instalación y configuración de software y equipos de impresión industrial. Capacitación al personal en uso del nuevo sistema. Aplicación de pruebas piloto en un lote representativo de piezas.
Diseñar un sistema de indicadores que permita el control y medición de los tiempos de identificación de las piezas metálicas en las zonas de montaje, y analizar las mejoras implementadas en el proceso de marcación.	Medición de indicadores post- implementación. Comparación con la línea base establecida en el diagnóstico. Informes con resultados de eficiencia, productividad y trazabilidad. Propuesta de seguimiento continuo con gestión por indicadores.
Desarrollar una estrategia de socialización en la organización, con el fin de dar a conocer las mejoras y los cambios implementados en la marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	Programar reuniones tipo capacitación con los directivos y operarios con el fin de compartir los resultados y mejoras obtenidas en el proceso de marcación de piezas metálicas, destacando cambios e impactos en la calidad y eficiencia de la empresa.

## 5. Desarrollo de los objetivos

### 5.1. Diagnóstico al proceso de marcación de las piezas metálicas

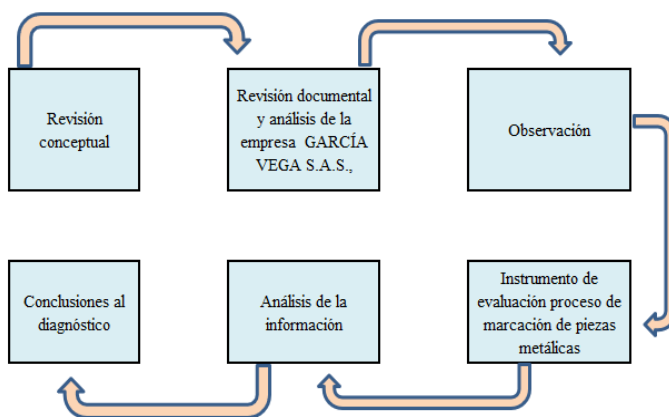
El diagnóstico al proceso de marcación de las piezas metálicas en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, se desarrolló en el área de producción en la Sede Girón, tuvo como propósito fundamental analizar de manera detallada el estado actual y reconocer los puntos críticos que afectan la eficiencia operativa, la calidad de los productos y los tiempos de ejecución de los proyectos, con el fin de generar información objetiva que sirva de base para el diseño de un plan de mejoramiento, por eso se tuvo en cuenta los aportes de teóricos como (Lay de León et al, 2022), (Lu y Korman, 2011). Con el fin de recopilar datos e información.

#### 5.1.1 Metodología de diagnóstico

Se seleccionó una metodología para el diagnóstico, según los aportes de expertos como (Chiavenato, 2001), para de esa forma, analizar su estado actual y las causas que genera problemas, en la figura 4, se detalla el paso a paso.

#### Figura 4

Metodología del diagnóstico



**Fase 1. Revisión conceptual:** Con el propósito de comprender en detalle los conceptos y el problema identificado sobre el proceso de identificación y marcación de piezas metálicas, se utilizó las bases de datos de la biblioteca de la UIS, Google Académico, en Redalcy y en Scielo, con palabras claves, como plan de mejoramiento, sistemas de indicadores, cadena de producción, horas de reprocesos en montaje, estandarización, costo de marcación, implementación y seguimiento al plan de mejoramiento, de esa forma comprender el contexto del sector económico.

De lo anterior, es la base para evaluar la utilidad de las investigaciones definidas como la más cercanas al proyecto y su importancia de estas, que permitió argumentar y conceptualizar las temáticas y los aspectos en la identificación y marcación de piezas metálicas, con las tecnologías a implementarse.

**Fase 2. Análisis preliminar de la empresa:** Se hizo un acercamiento con los responsables de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, en especial en el área de producción en la sede de Girón en Santander, con el objeto de tener información y datos sobre los aspectos empresariales, los servicios, áreas o departamentos que la conforma, misión, visión entre otros. De igual forma, la revisión documental existente sobre el proceso de identificación y marcación de piezas metálicas y que permitió la alineación con los principios del trabajo con la organización y la estandarización y su aplicabilidad en el plan de mejoramiento. Es importante resaltar, que se realizaron visitas al momento de la marcación de las piezas metálica, permitiendo la recopilación de información y datos que son importante al elaborar el plan de mejoramiento.

**Fase 3, Entrevista:** Con los resultados de la información recopilada en el área de producción en la Sede de Girón de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, así como la revisión documental, se diseñaron guías de entrevistas dirigidas a ingenieros residentes y los responsables de la seguridad y salud en el trabajo, los operarios de planta y montaje.

**Fase 4. Instrumento de evaluación del cumplimiento del proceso identificación y marcación de piezas metálicas.:** Se realizaron visitas a planta durante los procesos de fabricación, acopio y cargue de piezas, así como observaciones en obra durante el descargue, clasificación y montaje; estas visitas permitieron contrastar los relatos del personal con la práctica real de las operaciones, así como fueron datos para el diseño; de igual forma, se definió un instrumento para evaluar el cumplimiento del estado actual del proceso.

**Fase 5. Análisis de información:** Con base en los datos e información recolectadas en las actividades mencionadas, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo que tuvo como fin la identificación de las propuestas de mejora, se presentó en la estructura del diagrama de Ishikawa con debilidades y amenazas, para constatar el planteamiento del problema y la justificación del trabajo. El alcance de este diagnóstico se concentra en las actividades de la revisión documental y el análisis de la empresa en el área de producción en el municipio de Girón, en especial en el proceso de marcación de piezas metálicas que forman parte de la cadena de producción y montaje de estructuras metálicas. De esta forma, el diagnóstico pretende responder preguntas clave: ¿Cómo perciben los trabajadores el proceso de marcado de piezas metálicas? ¿qué deficiencias tiene el proceso relacionado con la comunicación? ¿existe cuantificación del número de retrasos en el cronograma de las obras por la falta de estandarización en el marcado de las piezas metálicas? qué alternativas preliminares pueden plantearse para mejorar la situación?

**Fase 6. Conclusiones:** Las conclusiones se relacionan con el análisis y diagnóstico en general.

### *5.1.2 Desarrollo del diagnóstico*

**5.1.2.1 Revisión conceptual.** La revisión conceptual del diagnóstico, se manifiesta en la justificación, relacionado con la temática de las soluciones de acceso, la marcación de cada

elemento en planta y culminan con la identificación y montaje en obra, se contextualiza las tendencias del sector industrial, donde se detalla los conceptos de fabricación, orden de producción, ensamble, mejoramiento continuo, proceso, control y gestión en función con el proyecto, al igual con los antecedentes. En los antecedentes, se puede definir que existe utilidad en el plan de mejoramiento para empresas del sector industrial, permite conocer casos reales donde se puede interpretar las fallas comunes en el proceso de identificación y marcación de piezas metálicas, para la estandarización, la implementación de modelos de mejoramiento, control y gestión, el ambiente laboral, la salud y seguridad en el trabajo, la gestión del recurso humano para las actividades según las ordenes de producción. Por último, el marco teórico, contribuye en los conceptos y la importancia en la utilización dentro del plan de mejoramiento para el proceso respectivo.

De igual forma, existe una literatura amplia sobre el sector industrial y la industria metal mecánica, según (Rivas, 2022) este sector engloba una gama amplia de industrias en el procesamiento de metales, la fabricación mecánica y la producción de maquinaria, desempeñando un papel crucial en otros sectores como la automoción y la aeronáutica.

**5.1.2.2 Análisis preliminar de la organización.** Se contactó a la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, realizándose la reunión donde participó el responsable de la Planta de producción, y se socializó los objetivos de la práctica empresarial y los datos de la organización (razón social, número de colaboradores, número de empleados, misión, visión, procesos entre otros aspectos).

Con los datos suministrados, se estructuró el capítulo 2 Generalidades de la empresa GARCIA VEGA S.A.S., la cual tiene su origen en Santander desde hace más de cuarenta años, con un portafolio de servicios amplio en el tema de fabricación y distribución de soluciones de acceso, su planta de producción se ubica en el municipio de Girón, con 220 empleado. En la tabla

2. Se detalló la información general de la organización, en la tabla 3 el portafolio de servicios, en el punto 2.1. misión y visión, 2.2. valores institucionales, 2.3 organigrama, 2.4 mapas de procesos y en el punto 2.5 logotipo. Con relación al numeral 2.4 mapa del proceso en la figura 2 se visualiza los componentes claves.

**5.1.2.3 Detalle de las actividades del mapa de proceso.** En la figura 2 se puede observar el mapa del proceso, el cual se inicia con la recepción de la solicitud de fabricación y / o planos, los cuales se informan al director de producción y al planeador de producción, para ser incluidas en el programa de fabricación.

Seguidamente se realiza un análisis de las especificaciones del pedido, capacidad de fabricación actual, mano de obra, insumos y materias primas, tiempos de entrega y tiempo estimado de la orden; al tener los recursos necesarios para realizar la fabricación se definen prioridades de producción, de lo contrario se analizan inconvenientes y se toma la decisión de fabricar o no.

Se realiza una reunión entre el cliente interno o externo con el director de la Planta de Producción a fin de hacer acuerdos de especificaciones y tiempos de entrega. El segundo paso es la preparación de producción, en donde se establece la orden con un código consecutivo, fecha de inicio, fecha de cierre, responsables y especificaciones técnicas del producto a fabricar. El planeador de producción organiza las órdenes según prioridades establecidas. Luego, se comunica a los trabajadores por medio de la planeación de producción las actividades a ejecutar y las especificaciones técnicas: cantidades, medidas, planos y materiales. Es conveniente resaltar que existen partes que no se etiquetan debido al tamaño pequeño, pero forman parte de las piezas metálicas, que son también denominadas conjuntos en el software y en las bases de datos que generan los listados para ser etiquetados.

Por otro lado, las especificaciones de material requerido son elaboradas según las necesidades del director Construcción en Acero, director de Producción y Gerencia. Cuando el material ingresa a la planta de producción se identifican los insumos y materiales, se inspeccionan y se verifica visualmente que cumplan con las especificaciones requeridas y solicitadas. Se diligencia una entrada registrando en el cuadro de control de pedidos cantidades que ingresan, el tipo de material, sus características. Los insumos y materiales se almacenan en los caballetes o arrumes organizados por diámetros y calibres. Cuando se trata de elementos prefabricados o insumos estos se organizan en los armarios dentro del almacén, después de verificado visualmente la calidad y el estado del producto.

Los materiales utilizados en la orden de producción, deben ser solicitados en el almacén referenciando el número de orden para la que se destinan. En el caso de la materia prima (tubería- láminas- madera- pintura) se lleva el control de pedidos de material, llevando un sistema de inventario que indique las cantidades necesarias para el consumo de las órdenes de producción. Se continúa con los procesos de transformación, en donde se ejecutan las órdenes de producción de acuerdo a las especificaciones técnicas, instructivos (si aplica) para cada producto, plan de calidad y prioridades de la fabricación por el planeador de producción. Los trabajadores que participen en la producción deben diligenciar el formato establecido para el seguimiento de la producción diaria y reportar las novedades u observaciones generadas en el desarrollo de la tarea. El supervisor realiza control y seguimiento al proceso de fabricación teniendo en cuenta las variables que puedan afectar el proceso y así evitar fallas en la calidad por paros en la producción o reprocesos. Se analizan eventualidades presentadas y si aplica, se generan acciones correctivas y de mejora para optimizar el proceso, cuando se detecta un producto no conforme se debe informar al supervisor para toma de decisiones y el encargado de calidad debe realizar el seguimiento por medio del

registro en el formato tratamiento de producto no conforme. Si el producto a fabricar lo requiere, se procede a realizar el mecanizado de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión. Dependiendo del tipo de mecanizado requerido se puede usar el torno, la fresadora, taladro fresador o el taladro de árbol y taladro magnético FEIN siguiendo las especificaciones técnicas en la orden y/o los planos. Por otro lado, si se requiere se lleva el material al troquelado realizando operaciones que sin producir viruta someten una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia. Esta operación se realiza con troqueles de las prensas.

Una vez listo, se realiza una inspección visual del producto en proceso y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de la orden de producción, los instructivos de producción (si aplican) y/o los planos de fabricación del producto se aplican soldadura para armar el producto. La soldadura puede ser de electrodo revestido, MIG, tig y flux Core. Seguidamente, se debe cubrir con una capa de pintura una superficie mediante pistolas de pintura o brochas, teniendo en cuenta que los espesores y la aplicación dependen de las especificaciones técnicas dadas para el producto. Se debe realizar una inspección final del producto terminado, verificando que cumpla con las condiciones de calidad deseadas.

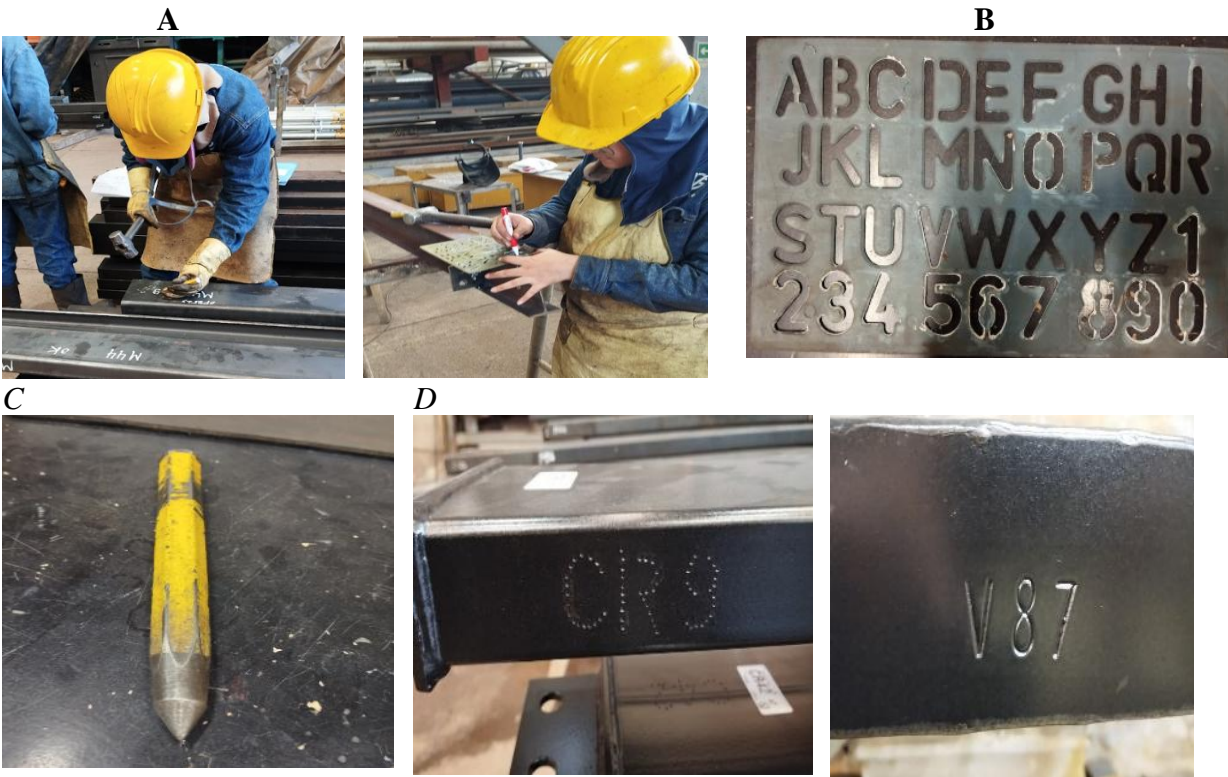
Los productos que cumplan con las especificaciones y requisitos de calidad deben ser marcados (*Ver Marcación en planta Figura 5*), de lo contrario se debe reportar el producto no conforme para realizar su debido tratamiento según el procedimiento establecido. Finalmente se procede a la fase de despacho y cierre, donde se hace la última inspección en planta.

***Marcación en planta.*** Las estructuras metálicas tienen que encajar según el modelado 3D, por lo que previamente se debe llevar a cabo un proceso de marcación o cifrado de cada pieza. Actualmente, la marcación la realiza un operario de planta de forma manual y superficial como se

puede evidenciar en la Figura 5, numeral A, para ello, emplea una reglilla de letras y números como guía para puntear con corrector blanco y luego picotear mediante centro punteado con punzón de hierro y martillo (Figura 5, B y C), logrando la marcación que se observa en la Figura 5 sobre las herramientas empleadas.

### Figura 5

*Herramientas empleadas en el proceso de marcación manual.*



Nota. La figura muestra las herramientas implementadas actualmente en la marcación manual a excepción del corrector y martillo, tomadas por el autor

En la práctica, cada pieza recibe una sola marcación que no sigue un estándar de ubicación y en ocasiones la marca se realiza en áreas que posteriormente son cubiertas por pintura o galvanizado, lo cual invisibiliza la información y genera serias dificultades en etapas posteriores de la cadena. El punzonado puede afectar piezas de bajo espesor (riesgo de debilitamiento local, necesidad de masillado/curado) y la identificación deficiente incrementa el riesgo de errores de

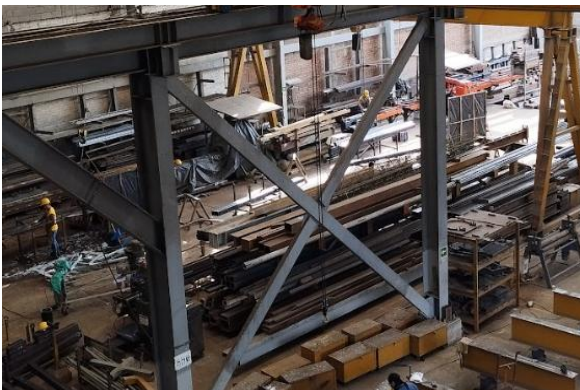
ensamble que comprometen la integridad temporal durante el montaje. Adicionalmente, la caligrafía de quien marca puede variar, generando confusiones entre caracteres similares, en especial números con letras, lo cual incrementa el riesgo de errores durante el montaje. Por ejemplo: confundir un “5” con una “S”, un “6” con una “G”, un “0” con una “O”.

**Cargue y despacho desde planta.** Durante el cargue y despacho desde planta, las piezas son acopiadas en pilas sin clasificación rigurosa por similitud, longitud o peso (Figura 5A). El personal depende de listados físicos o digitales para verificar nombres, cantidades, perfiles y dimensiones, pero persisten las dificultades para ubicar e identificar las piezas por visibilidad limitada del cifrado y ausencia de estandarización debido a la baja legibilidad. Así mismo, el trabajo manual intensifica la problemática cuando el puente grúa no está disponible para el movimiento de piezas, impactando no solo los tiempos sino también la seguridad de los operarios y piezas (Figura 6B), como se observa en la figura 6.

### Figura 6

*Organización y traslado de piezas metálicas en planta de producción*

**A**



**B**



Nota: fotografías tomadas en el sitio por parte del autor.

**Descargue e identificación en obra.** En obra, el descargue suele realizarse con camión grúa y espacio restringido para acopio, por lo que con frecuencia el material se descarga sin clasificación inmediata, esto obliga a que la verificación detallada y la identificación se realice posteriormente, incluso al inicio del montaje, lo que afecta la secuencia planificada. Por otro lado, en jornadas nocturnas, la lectura del centro punteado requiere del uso de linternas, lo que prolonga los tiempos de búsqueda. Además, cuando el ingeniero residente no está presente, se demoran las decisiones de identificación y clasificación. Todo lo anterior se puede evidenciar a continuación en la Figura 7.

### Figura 7

*Descargue piezas metálicas en obras*



Nota: fotografías tomadas en el sitio por parte del autor.

**Montaje e implicaciones.** Finalmente, durante el montaje se presentan confusiones entre piezas altamente similares en longitud o en número y distancia de perforaciones, generando errores de interpretación del marcado, lo cual conduce a la medición repetitiva de piezas y en casos extremos al ensamblaje de piezas incorrectas, obligando a desmontar y romper soldaduras para reubicar y repetir tareas, con una pérdida significativa de tiempos de entrega y sobrecostos. Por ejemplo, el jefe del departamento de construcción en acero relata desmontajes por confusiones de

marcación, con pérdidas de 3–4 días en proyectos críticos y cuadrillas de hasta 15 personas, además de la duplicación de tiempos cuando se requiere desmontar elementos a 4 metros de altura con apoyo de grúa (soltar pernos, romper soldadura, izar y bajar con seguridad). Así mismo, los informes indican que un proyecto programado para 3 meses terminó en 6 meses, con impacto directo en costos diarios, solo por efectos acumulados de reprocesos y demoras.

### **5.1.3 Entrevistas**

**5.1.3.1 Efectos en desempeño operativo y económico.** El sistema de marcación empleado en la empresa consiste en un método manual de centro punteado, cuyo análisis de tiempo y costos revela ser altamente ineficiente frente a las necesidades de producción. Según los resultados de las entrevistas, se realizó un análisis de tiempos sobre el proceso de cifrado manual de piezas metálicas permitiendo registrar 30 repeticiones por cada una de las actividades que lo componen el cual revela diferencias importantes tanto en la duración promedio de las tareas como en la estabilidad con que se ejecutan.

En primer lugar, la tarea de identificar la pieza en el plano mostró un tiempo promedio de 0.93 segundos, pero con una desviación estándar relativamente alta de 1.0 segundos. Esto implica que, aunque en la mayoría de las repeticiones la actividad es rápida, existen casos en los que se prolonga considerablemente, llegando a un máximo de 6 segundos. Esta variabilidad sugiere que no siempre la ubicación o interpretación de la pieza en el plano resulta clara para el operario. Por lo tanto, este paso se constituye en un factor de inestabilidad dentro del proceso y en un posible punto de mejora en términos de estandarización.


De acuerdo con los relatos de los operarios y supervisores, la selección de la pieza metálica se caracteriza por ser un procedimiento rápido y bastante uniforme, con un promedio de 0.64 segundos y un rango entre 0.12 y 2.0 segundos. Si bien presenta cierta dispersión, no constituye

un cuello de botella significativo y en la mayoría de los casos, el operario logra realizarlo con fluidez. Algo similar ocurre con la limpieza de la pieza en la zona de marcación, que registra un promedio aún menor (0.42 segundos) y aunque su desviación estándar es de 0.37 segundos, los valores máximos nunca superan los 1.5 segundos. Esto indica que es una actividad sencilla y con poca influencia en el tiempo total del proceso. Por otra parte, la marcación de la guía para el cifrado es una operación más estable, con un tiempo promedio de 0.90 segundos y una variación mucho menor que las tareas iniciales. Los tiempos registrados en este caso oscilaron entre 0.57 y 2.0 segundos, lo cual refleja que el operario mantiene un buen control de la ejecución. Esto convierte a la marcación en una tarea confiable, aunque no necesariamente rápida, ya que su duración es cercana a la de la identificación de la pieza. Finalmente, el cifrado manual de la pieza constituye la etapa más prolongada del ciclo, su promedio se ubica en 2.64 segundos, lo que representa más de la mitad del tiempo total del proceso. No obstante, a diferencia de la identificación inicial, presenta una baja variabilidad ya que su desviación estándar es de apenas 0.35 segundos, y el rango de valores va de 1.9 a 3.7 segundos. Esto demuestra que el operario ejecuta esta tarea con consistencia, aunque inevitablemente consume más tiempo debido a su complejidad. En consecuencia, el cifrado se convierte en el principal determinante de la duración global, pero no en el factor más crítico en términos de inestabilidad. El anterior análisis evidencia que el punto débil del proceso está en la identificación de las piezas en el plano, donde se generan las mayores demoras y variaciones. Por otro lado, el cifrado manual, aunque es el paso más lento, ya es bastante estable y difícilmente reducible sin cambios tecnológicos. Esto orienta las estrategias de mejora hacia los pasos iniciales, permitiendo optimizar el proceso en su conjunto y garantizando un flujo de trabajo más predecible y eficiente. Se realizó un seguimiento a las tareas de identificar en el plano la pieza de marcar, la selección de la pieza metálica, la limpieza de la pieza en la zona de

marcación, marcación de la guía- cifrado y el cifrado manual de la pieza, donde se seleccionaron 15 elementos o piezas y se tomaron los tiempos. En la tabla 5 proceso de cifrado manual de piezas metálicas de 1 al 15 y la tabla 6, continuación al proceso de cifrado de piezas metálicas del 16 al 30 elemento, se calculó un promedio de seis minutos.

**Tabla 5.**


*Proceso de cifrado manual de piezas metálicas de 1 a 15 elementos*

		PROCESO DE CIFRADO MANUAL DE PIEZAS METÁLICAS														
		TIEMPO DE PROCESO (minutos)														
Nº Op	TAREA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
1	Identificar en el plano la pieza a marcar	1,2	0,6	0,6	0,6	0,7	2	1,5	0,6	1,2	1	0,65	0,34	0,62	6	0,69
2	Selección de la pieza metálica.	0,9	1	1	0,2	1	0,7	2	0,7	0,66	1,3	0,45	0,7	0,9	0,5	0,5
3	Limpieza de la pieza en la zona de marcación	1,5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	0,9	0,16	0,2	0,5
4	Marcación de Guía-cifrado	1,2	1	0,95	0,9	0,8	0,9	0,7	0,75	0,7	0,95	0,85	0,9	1	0,95	0,72
5	Cifrado manual de la pieza	1,9	2	2,5	2,5	2,8	2,2	3,2	2,5	3	2,8	2,5	2,8	2,5	2,8	2,9
<b>TIEMPO DE CIFRADO</b>		<b>6,7</b>	<b>4,7</b>	<b>5,15</b>	<b>4,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,9</b>	<b>7,5</b>	<b>4,65</b>	<b>5,66</b>	<b>6,15</b>	<b>4,58</b>	<b>5,64</b>	<b>5,18</b>	<b>10,45</b>	<b>5,31</b>

Nota: Base de datos seguimiento al proceso cifrado manual de piezas metálicas.

**Tabla 6.**

*Continuación del proceso de cifrado manual piezas del 16 a 30 elementos*

		PROCESO DE CIFRADO MANUAL DE PIEZAS METÁLICAS															
		T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	PROMEDIO
1	Identificar en el plano la pieza a marcar	0,5	0,9	0,4	0,8	0,6	0,4	0,9	0,5	0,8	0,6	0,4	0,6	0,6	1	0,7	<b>0,9</b>
2	Selección de la pieza metálica.	0,5	0,12	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	0,3	0,25	0,4	0,22	0,19	0,12	<b>0,6</b>
3	Limpieza de la pieza en la zona de marcación	0,5	0,8	0,9	0,9	0,1	0,13	0,7	0,3	0,9	0,1	0,15	0,7	0,8	0,6	0,7	<b>0,4</b>
4	Marcación de Guía-cifrado	0,9	0,9	0,8	1,5	0,74	0,8	0,9	0,57	0,9	0,68	2	0,73	0,8	0,9	0,75	<b>0,9</b>
5	Cifrado manual de la pieza	2,6	3	2,6	2,5	2,5	2,2	2,9	2,8	2,5	3,7	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	<b>2,6</b>
<b>TIEMPO DE CIFRADO</b>		<b>5</b>	<b>5,72</b>	<b>5,1</b>	<b>6,2</b>	<b>4,44</b>	<b>4,13</b>	<b>6,1</b>	<b>5,07</b>	<b>6</b>	<b>5,38</b>	<b>5,2</b>	<b>5,23</b>	<b>4,92</b>	<b>5,09</b>	<b>5,07</b>	<b>6 Minutos</b>

Nota: Base de datos seguimiento al proceso cifrado manual de piezas metálicas.

De acuerdo con la tabla 5 y 6, se sustentó lo referenciado por los responsables que argumentan que cada pieza metálica requiere en promedio 6 minutos para ser marcada, lo que

equivale a una capacidad de apenas 10 unidades por hora por operario. En la tabla 7, se hizo el cálculo de los tiempos y costos de la marcación manual a varios proyectos como se observa

**Tabla 7.**

*Tiempos y costos de la marcación manual*

<b>CIFRADO CONJUNTOS</b>		<b>COSTO TOTAL MARCACIÓN</b>		
Tiempo de duración en minutos	6	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID /MARCACIÓN
Cantidad de cifrado en horas	10	MANO OBRA DIRECTA	1	875.000
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>COSTOS</b>	COSTOS MATERIALES	1	-
Mensual	2.100.000	COSTOS GENERALES	1	-
Día	70.000	<b>COSTO TOTAL</b>		<b>875.000</b>
Hora	8.750			
<b>COSTO DE MERCACIÓN</b>	<b>875.000</b>			

PROYECTOS	CONJUNTOS	TIEMPOS EN MINUTOS	TIEMPO EN HORAS FINAL	VALOR POR PROYECTO
CC UNICOS	1776	10.656	177,6	1.554.000
ALERO CONECTA 80	323	1.938	32,3	282.625
ASYCO - REFORZAMIENTO	949	5.694	94,9	830.375
CABÑA DE AMBICICOL	796	4.776	79,6	696.500
CASA EDGARDO	160	960	16	140.000
CUBIERTA FISCALIA GALLARDOS	183	1.098	18,3	160.125
GV PERGOLA PLANTA V	19	114	1,9	16.625
UNCO CAÑAVERAL ESTRUCTURA	435	2.610	43,5	380.625
MAMPARA CONFENALCO	34	204	3,4	29.750
MENSULA	7	42	0,7	6.125
MTTO CARPA CONFENALCO	26	156	2,6	22.750
PERGOLA HATT	142	852	14,2	124.250
ARBOLES DE CONEXIÓN	32	192	3,2	28.000
ASYCO - ERCO	183	1.098	18,3	160.125
CALDERAS MAC POLLO	1084	6.504	108,4	948.500
GALIBO MECÁNICO	42	252	4,2	36.750
HARINERA PARDO	178	1.068	17,8	155.750
HMV FACHADA BETANIA	108	648	10,8	94.500
HVV CABECERA	279	1.674	27,9	244.125
JARDINES LA COLINA	132	792	13,2	115.500
LA LIZAMA-MAC POLLO	988	5.928	98,8	864.500
UNCO CAÑAVERAL PLATINAS	18	108	1,8	15.750
MEGAPROYECTOS	311	1.866	31,1	272.125
PLAZA SAN FRANCISCO	35	210	3,5	30.625
PUENTE CC CARACOLI P.EX	40	240	4	35.000
PUENTE CC CARACOLI	508	3.048	50,8	444.500
TRINITARIOS CASA 23	17	102	1,7	14.875
VIADUCTOS INJULCAS	8	48	0,8	7.000
<b>TOTAL</b>	<b>8813</b>	<b>52.878</b>	<b>881,3</b>	<b>7.711.375</b>

Nota: Base de datos empresa GARCIA VEGA S.A.S.

Al comparar con el consolidado de proyectos, con un total de 8.813 piezas metálicas, el tiempo total de operación asciende a 52.878 minutos, es decir, aproximadamente 881,3 horas

invertidas por cada operario exclusivamente en la actividad de marcación. Esta cifra representa un consumo significativo de recursos que podría destinarse a actividades de mayor valor agregado dentro del proceso productivo. Lo anterior, han realizado evaluación de los costos y los rubros que más aumenta son mano de obra y materia prima debido a los reprocesos en las actividades, los cuales se observó en la tabla 7.

**5.1.3.2 Revisión documental.** En el punto 2.4 mapa de procesos y en la figura 2, se puede observar que existen tres componentes principales: recepción y planeación, preparación de la producción, despacho y cierre. Este plan de mejoramiento está enfocado a fortalecer el tema de la marcación manual y superficial, que se ubica en el componente preparación de la producción. Por eso, la revisión documental se orientó la preparación de producción, que se observa en la tabla 8, la documentación existente en la organización.

**Tabla 8.**

Documentación existente en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S

Procesos	Documentación
Elaboración de la orden producción	Existe un formato digital con las especificaciones técnicas de los productos a entregar
Comunicación de la orden de producción	Falta de un documento soporte de comunicación específica de la orden de producción.
Transformación del metal	Existe el manual de calidad sobre las actividades en la transformación del metal.
Marcación manual y superficial	Falta estandarización de las actividades que implica la marcación manual y superficial y hacer el cambio.

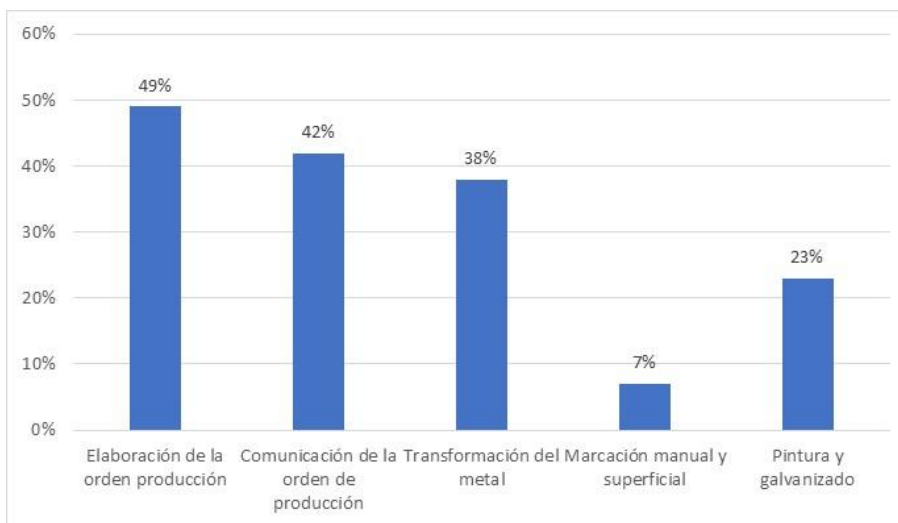
#### 5.1.4 Instrumento de evaluación del cumplimiento del proceso

Los resultados de la entrevista con el responsable del proceso de identificación y marcación de piezas metálicas, determinó la importancia de evaluar si hay cumplimiento del proceso, por parte de quienes conforman la cadena de valor, con el fin de evaluar las mejoras del mismo, por cuanto son los trabajadores directos y los supervisores que tienen la experiencia y la trayectoria de las diversas tareas.

Por eso, se evaluó el componente preparación de la producción, donde se incluye las actividades previas a la marcación manual y después la de galvanizado y pintura. Por lo tanto, en la evaluación al personal directo del proceso y se utilizó la escala de Likert en cuatro puntos como son: 1 muy en desacuerdo, 2, desacuerdo, 3 de acuerdo y 4 muy de acuerdo, adicional definieron una escala de valoración a través de la técnica de Liker, se procedió a determinar el rango en el que se encuentra el proceso: excelente mayor o igual a 75%, bueno entre 50% y menos del 75%, regular 25% a menos de 50% y malo menos del 25%.

#### Figura 8

*Evaluación del proceso de marcación manual de piezas metálicas*



Por lo tanto, en la evaluación se evidencia que existe un nivel de cumplimiento por etapas: en la preparación del cumplimiento está en el 49%, comunicación de la orden de producción 42%, la transformación del metal en un 38%, marcación manual y superficial 7% y pintura y galvanizado un 23%.

Se observa que la marcación manual y superficial tiene dificultades y por consiguiente se presenta un cuello de botella al pasar a la pintura y galvanizado, trayendo retrasos en el desarrollo de esas actividades y las posteriores.

### 5.1.5 Hallazgos principales

Se presenta una matriz realizada que conecta los hallazgos dentro de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S en el proceso de marcación con su respectiva evidencia, relato en campo y el efecto operativo que repercute en términos de productividad.

**Tabla 9.**

*Matriz de hallazgos encontrados en GARCÍA VEGA S.A.S*

Hallazgo	Evidencia/Relato de campo	Efecto operativo
Marcación superficial, pequeña no uniforme	Centro punteado manual Variación caligrafía/profundidad Una sola marca por pieza	Baja legibilidad. Confusión de letras y números. - Retrabajos de identificación y montaje
Sin estandarización de ubicación	Se marca donde el operario desee Al apilar se oculta	Tiempo adicional para localizar la marca. Congestión en acopio
Marcación oculta tras pintura /galvanizado y suciedad	Pintura cubre el centro punteado Polvo/lluvia en obra	Imposibilidad de identificar a simple vista, Necesidad de medición Consulta de visor 3D
Descargue sin clasificación y espacio limitado	Descargue desorganizado por limitaciones de área	Mayor tiempo de búsqueda Postergación de la inspección de integridad
Piezas muy similares	Diferencia por milímetros y cantidad/distancia de perforaciones	Alto riesgo de montar pieza incorrecta Desmontajes costosos

Dependencia de personal clave y visor 3D	Si el residente no está, se detiene la verificación	Colas de decisión. Tiempos ociosos del equipo de montaje
Trabajo nocturno	Requiere linternas para localizar marca	Disminuye velocidad y precisión de identificación
Dependencia de personal clave y visor 3D	Si el residente no está, se detiene la verificación	Colas de decisión. Tiempos ociosos del equipo de montaje
Cuantificación de los problemas	7 incumplimiento de los cronogramas de obra, sin penalizaciones, indemnizaciones por acuerdo a tiempo. 5 orden de producción con marcaciones superpuestas, mal marcadas, o marcación confusa es decir un 20% de las piezas. El tiempo de 3 horas buscando piezas. Las piezas que no son marcadas es necesario medir piezas, revisar si coinciden con la medida en plano y buscar piezas (5 horas). El personal nuevo es difícil este proceso y requiere de acompañamiento.	

Nota. Información tomada de los relatos de los trabajadores y supervisores

### 5.1.6 Análisis de causas (Diagrama Ishikawa)

Se implementó el diagrama de Ishikawa relacionando causas y efectos para identificar qué está pasando en cada uno de los frentes estipulados, lo cual justifica que hay problemas en el proceso de marcación de piezas metálicas, especialmente en los tiempos y en la eficiencia durante la recepción y en el punto de obra.

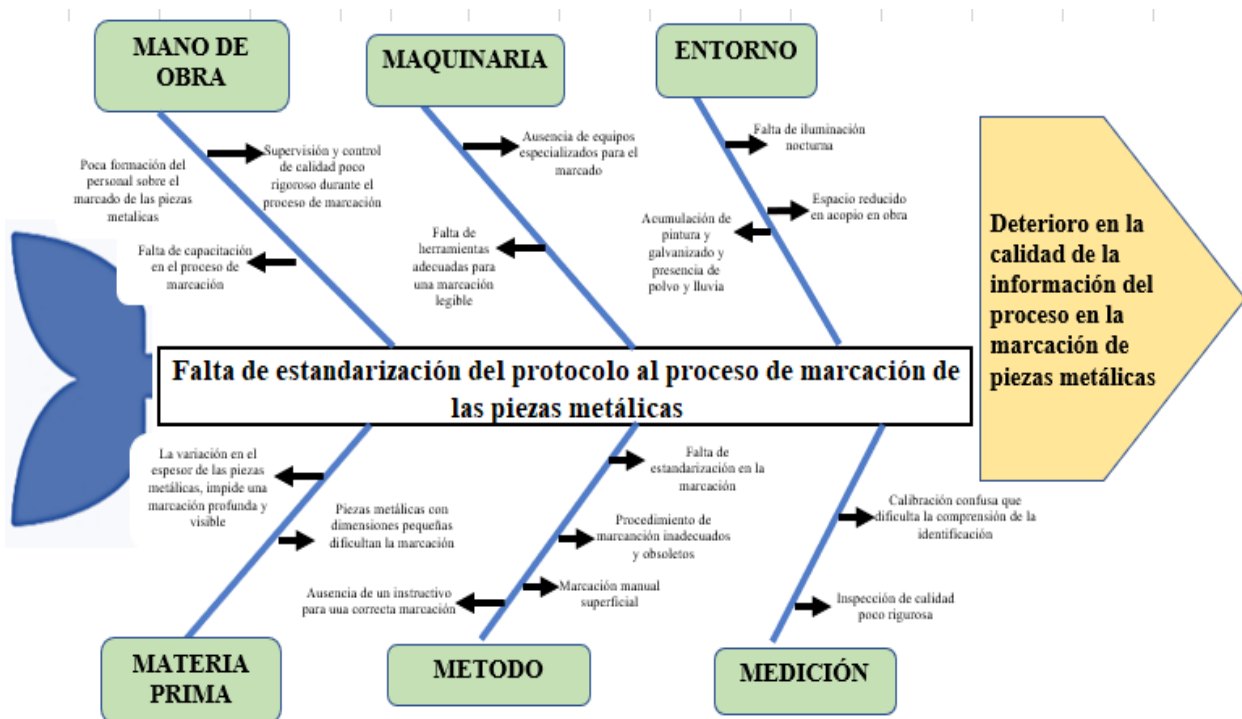
En el caso de la mano de obra se identificó la variabilidad de caligrafía y la profundidad, distracciones y la falta de concentración, la sobre marcación y el doble número. Las causales de maquinaria determinadas son la dependencia del punzón manual, la falta de tecnología de micropercusión y las restricciones de puente grúa y camión grúa; las identificadas en la categoría de entorno son la presencia de pintura y galvanizado, el polvo y la lluvia, la iluminación nocturna y el espacio reducido de acopio en obra. Para el caso de materia prima se evidenció la gran longitud

de las piezas abarcando entre 6 a 12 metros, el peso, el bajo espesor sensible a punzonado y la similitud geométrica de las piezas metálicas; en el análisis de los métodos se identificó la ausencia de estándar de ubicación y el contenido mínimo de la marca, una sola marca por pieza, el flujo de despacho y el descargue sin clasificación inicial. Por último, en el caso de la categoría de medición se identificó la causal de marcado sin datos clave como lo son el nombre del proyecto, nombre de la pieza (ejemplo: PL4), el peso de la pieza, la longitud de la pieza, el tipo de elemento, además del uso de planos en 2D en campo sin acceso universal al visor 3D con el modelado de anclaje.

Como se muestra en la Figura 9, se tuvieron en cuenta 6 categorías dentro del análisis, donde las causas fueron bastante notorias en la identificación.

**Figura 9**

Diagrama de Ishikawa



### ***5.1.7 Oportunidades de mejora preliminares***

Con el fin de mejorar las actividades de marcación e identificación de las piezas, se analizaron dos tecnologías viables que pueden integrarse en el proceso productivo actual: la micropercusión portátil y la impresora de etiquetas adhesivas. Ambas representan soluciones orientadas a mejorar la eficiencia operativa, la legibilidad y la estandarización en la marcación e identificación.

La micropercusión portátil consiste en una máquina que graba caracteres o códigos mediante un punzón neumático o electromecánico sobre superficies metálicas. Esta alternativa permite realizar marcaciones profundas, uniformes y permanentes, incluso tras procesos de pintura o galvanizado, garantizando la trazabilidad continua del producto. Su aplicación resulta particularmente adecuada para estructuras metálicas, piezas soldadas y componentes de gran tamaño, donde la marcación manual con punzón o rotulador presenta alta variabilidad y baja durabilidad. Entre los beneficios más relevantes se encuentra el incremento de la velocidad de marcación en comparación con el método manual, la reducción de errores humanos y mejora en la legibilidad de los códigos, así como la estandarización del proceso de identificación, fortaleciendo el control de calidad y la trazabilidad en planta.

Como limitación, la tecnología requiere una inversión inicial moderada y capacitación del personal en su uso y mantenimiento preventivo. Sin embargo, estos costos se compensan con la disminución de retrabajos, pérdida de piezas mal identificadas y la mejora del flujo logístico en obra.

La segunda alternativa consiste en el uso de impresoras de etiquetas adhesivas con cintas térmicas o de transferencia, diseñadas para generar etiquetas con información técnica, códigos QR o datos de trazabilidad. Esta solución es especialmente útil en las etapas de pintura, inspección

final y despacho, donde la identificación visual rápida de los lotes o productos terminados agiliza las actividades de cargue, transporte y control de inventarios, con el fin de que el proceso se estandarice.

El potencial de mejora se centra en la organización y clasificación del material durante el proceso logístico, evitando confusiones y errores de entrega. Además, las etiquetas pueden incluir información estándar ((proyecto, pieza metálica, marca, nombre, peso, guía), contribuyendo a la formalización documental del producto terminado. No obstante, el etiquetado adhesivo presenta limitaciones ambientales, ya que las etiquetas convencionales no resisten la exposición prolongada a la humedad, calor o procesos de galvanizado, pero las que se van a utilizar son industriales y no presentan esta limitación.

Independientemente de la tecnología, el diagnóstico evidencia la necesidad de un plan de mejora que incluya la implementación de un método más eficiente, así como la definición de un estándar de marcación (ubicación, cantidad de marcas por pieza, tamaño mínimo, contraste o profundidad y contenido mínimo: proyecto, código único, tipo de elemento, longitud, peso) y de un flujo de clasificación en planta-obra que elimine la identificación tardía, reduciendo así los tiempos de búsqueda y mejorando la eficiencia en la logística y en la identificación de las piezas en obra para su respectivo montaje. En la tabla 10 se presentan las alternativas con potencial de mejora y sus limitaciones con relación a la marcación de piezas metálicas.

**Tabla 10.**  
*Alternativas con potencial de mejora y sus limitaciones*

<b>Alternativa</b>	<b>Potencial de mejora</b>	<b>Limitaciones reportadas</b>	<b>Observaciones</b>
	Marcación profunda y uniforme. Permanente tras pintura y galvanizado	Requiere inversión y capacitación	Reduce variabilidad por caligrafía
Micropercusión portátil	Mayor velocidad		Mejora legibilidad en obra

Etiquetado adhesivo	Facilita clasificación en cargue y descargue	Riesgo de pérdida o daño en ambiente agresivo	Útil para pintura y despacho final Requiere estándar de contenido y ubicación
---------------------	--	---	--

### ***5.1.8 Conclusiones del diagnóstico***

El proceso de identificación y marcación de piezas metálicas debe actualizarse bajo los lineamientos administrativos que tiene la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., desde la recepción de los pedidos, análisis de la solicitud sobre la capacidad de la organización, la comunicación y los datos de la orden de producción que llegue la información a todos los que contribuyen en cada proceso, recepción de elementos y/o materias primas, ejecución de la orden de producción y la marcación de las piezas metálicas, lo cual se ha convertido en un punto crítico en la medición de su efectividad y productividad.

El proceso actual de marcación es manual, variable y no estandarizado, lo que compromete la trazabilidad y aumenta tiempos de identificación desde planta hasta montaje. La legibilidad de la marca es el principal cuello de botella, donde las condiciones de acabado (pintura/galvanizado), entorno (suciedad, lluvia, iluminación) y acopio/espacio agravan la visibilidad de la marca, especialmente en piezas largas/pesadas y en jornadas nocturnas. La similitud geométrica entre piezas y el acceso limitado a información en campo cuando no se dispone del visor 3D incrementan la probabilidad de errores de montaje y reprocesos como desarmar y reubicar, con impacto directo en plazo y costo del proyecto, por consiguiente, se debe actualizar o crear procedimientos estandarizados

Hay desconocimiento de los procesos desde la recepción de los pedidos hasta el montaje de la obra, por lo que se debe definir y aplicar los indicadores de gestión que midan las mejores en

el proceso identificación y marcación de piezas metálicas. Basado en lo anterior, se implementará un nuevo sistema de etiquetado industrial que reemplaza al método tradicional de centro punteado como principal forma de identificación de piezas metálicas. Este nuevo sistema utilizará etiquetas adhesivas generadas automáticamente con ZebraDesigner V3, vinculadas a una base de datos que incluye información clave como el nombre del proyecto, la marca que toma la pieza, el peso y la longitud de la pieza metálica.

## **5.2 Formulación plan de mejoramiento al proceso de marcación de piezas metálicas**

Es conveniente resaltar que el plan de mejoramiento está enfocado a fortalecer el tema de marcación manual y superficial, que se encuentra en el componente preparación de la producción, teniendo en cuenta que existe un cuello de botella cuando se requiere realizar la pintura y el galvanizado de cada pieza.

Así mismo, sumado a lo anterior, se destaca para formar la estructura metálica, la construcción o fabricación del producto final, esto se conforman por piezas metálicas independientes. En la tabla 7, alternativas con potencial de mejora y sus limitaciones, se pudo determinar que la mejor alternativa fue el etiquetado adhesivo, pues facilita la clasificación en el cargue y descargue de las piezas y es útil para la pintura y despacho final.

Por eso, el plan de mejoramiento se orienta aquellos procesos o actividades, relacionados con elaboración de orden de producción, comunicación de la orden de producción, transformación de metal, marcado manual y superficial. Se destaca, que existe partes que son pequeñas y forman la pieza metálica que tienen un tamaño ideal para que estén sean etiquetadas con el adhesivo, el software Tekla genera el listado de aquellas piezas que deben ser marcadas, hay otras que por su tamaño no se le coloca ninguna etiqueta. La empresa tiene una base de datos con el listado e

información con el nombre de cada pieza, por eso en este se mejorará las actividades sobre la identificación de la pieza en el plano, seleccionar la pieza metálica, limpieza de la pieza en la zona y su ubicación final.

De las seis propuestas presentadas, se aprobaron cinco, es decir el 83% y se requiere implementarlas y evaluar el impacto en productividad y costos económicos. En Tabla 11 se observa el diseño de un plan de mejoramiento, es un formato donde se definen los problemas identificados en cada uno de los procesos y la propuesta de mejoramiento. Este trabajo del plan de mejoramiento su implementación se realizó en el periodo establecido para la práctica empresarial.

**Tabla 11.**

*Planes de mejoramiento del proceso de marcación de las piezas metálicas*

Actividades y hallazgos	Problemática	Planes de mejora	Iniciación	Finalización	Aprobación
Elaboración de la orden producción	Falta de información sobre los aspectos técnicos en la marcación de las piezas	Ampliación de los datos en la orden de producción	16-02-2026	20-02-2026	SI
Comunicación de la orden de producción	Falta de información para la generación e impresión de etiquetas	Definición de la comunicación para la generación e impresión de etiquetas adhesivas.	23-02-2026	27-02-2026	SI
Transformación del metal	Dependencia de personal clave y visor 3D	Capacitación del personal en la temática del visor 3D.	02-03-2026	20-03-2026	SI
Marcación superficial y manual	Centro punteado manual Variación caligrafía/profundidad Una sola marca por pieza No hay estandarización donde se marcan las piezas	Cambio de la marcación con etiquetado adhesivo industrial, con el apoyo de la tecnología.	02-03-2026	20-03-2026	SI
Marcación oculta tras pintura /galvanizado y suciedad	Pintura cubre el centro punteado Polvo/lluvia en obra	Con el cambio de la marcación con las etiquetas adhesivas industriales, se mejora la visibilidad de las piezas tras la pintura y el galvanizado.	23-03-2026	10-04-2026	SI
Trabajo nocturno	Requiere linternas para localizar marca, en el sitio del montaje	Inversión en un sistema eléctrico portátil para ser desplazado al sitio donde se debe instalar las piezas metálicas.			N0

### 5.3 Implementar el plan de mejoramiento a la marcación de piezas metálicas

El plan de mejoramiento se implementó en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, al proceso de marcación de piezas metálicas. Sin embargo, se presentan cinco propuestas, porque hay articulación con otros procesos.

#### 5.3.1 Ampliación de los datos en la orden de producción

Al cambiar de una marcación superficial manual para el cambio de la marcación con las etiquetas adhesivas industrial, se debe ampliar la información en la orden de producción, con datos sobre las piezas metálicas que en el software se llaman conjuntos, que estas son piezas grandes y son las se etiquetan. En la figura 10 se detalla un modelo de orden de producción para fabricación y en la figura 11 se complementan.

Figura 10

Modelo de orden de producción corte de materiales

**FABRICACION DE ELEMENTOS ICM**

**Código: F-ICM-10**  
 Fecha: 11-07-2025    Versión: 8

---

**NOMBRE PROYECTO:** PERGOLA UNAB EL BOSQUE

**FECHA ORDEN:** 10-mar    **PLANOS DE REFERENCIA:** T. LISTADO DE PARTES PERGOLA UNAB

TIPO	Cantidad de Elementos en Planos JEDI	Cantidad Elementos en RQ (ERQ)	DIFERENCIA EP - ERQ	Cantidad de Planos Entregados
Partes (Platinas y Perfiles)	82	76	7	82
Conjuntos	0	0	0	0

**FECHA SOLICITADA DE ENTREGA:** 20-mar    **PESO TOTAL PARTES:** 10457.2 kg    **CONJUNTOS NUEVOS:** 0.0 kg    **CONJUNTOS AJUSTADOS:** 0.0 kg    **BO TOTAL CONJUNTOS:** 0.0 kg    **FAB PPTO (COSTO DIRECTO):** 2.777 \$/kg    **TOTAL PPTO (COSTO DIRECTO):** \$ 37.372.515,10

**DATOS SOBRE EL PRODUCTO A FABRICAR:** NUEVO    PARTES FASE 1 Y 2 PERGOLA UNAB

---

**LISTA DE CHEQUEO:**

SI	Se revisa y dan indicaciones especiales a I-D-i sobre limitaciones en el montaje
SI	Se revisa y dan indicaciones especiales a I-D-i sobre volumen máximo para transporte.
SI	Se revisa y libera distancia entre ejes estructurales
SI	Se revisa y libera niveles estructurales
NO	Se revisa y libera cantidad de conjuntos (Repetidos)

*Santiago Nivas Parra*

Elaborada por: Santiago Nivas Parra  
Cargo: Ingeniero Residente

(Firma)

Recibida por: Alejandro Archibis  
Cargo: Líder de producción

---

MAR PARTE	CANTIDAD	PERFIL	ANCHO (mm)	LONGITUD (mm)	ESPECIFICACION	AREA (m2)	AREA TOTAL	PESO UND (Kg)	PESO TOTAL (Kg)	LONGITUD TOTAL (m)	TOLERANCIAS	EMPALMES DE MATERIA PRIMA	LONGITUD MINIMA DE	OBSERVACIONES
#11	5	FL3.0	45	240	A36	0,45	0,24	0,540	3	2	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 2
#1	5	FL4.0	270	100	A370-99	0,45	2,25	15,25	76,200	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#2	5	FL4.0	500	200	A360-06	0,45	4,50	2,700	25,500	2	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 2
#3	5	FL4.0	200	500	A372-04.50	0,50	0,50	1,500	15,000	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#4	7	FL4.0	284	430	A372-04.50	0,52	1,52	2,280	16,410	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#5	20	FL4.0	200	410	A372-04.50	0,57	0,57	1,710	14,450	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#6	5	FL4.0	195	195	A372	0,61	0,61	2,445	6,350	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#7	10	FL4.0	82	82	A372-04.50	0,61	0,57	1,630	14,720	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#8	24	FL4.0	31	31	A372-04.50	0	0,09	0,660	1,632	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#9	4	FL4.0	200	200	A372-59	0,23	0,92	1,970	92,100	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#10	2	FL10.7	350	350	A372-59	0,24	0,57	0,240	24,410	2	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 2
#10	2	FL10.0	300	450	A372-59	0,40	0,16	24,300	19,410	2	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 2
#10	2	FL10.0	450	300	A372-59	0,40	0,16	24,300	19,410	2	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 2
#10	1	FL4.0	200	195	A372-04.50	0,40	0,40	1,590	1,950	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#10	1	FL10.0	3	195	A372-04.50	0,22	0,22	2,470	2,470	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#20	1	FL4.0	200	470	A372-04.50	0,23	0,23	1,350	1,350	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1
#21	1	FL10.0	3	450	A372-04.50	0,14	0,14	1,540	1,540	1	+/- 3 mm	Ninguno		FASE 1

CORTAR 3 PERFILES COMPLETOS (2 PERFILES e: 5,5mm y 1 PERFIL e: 5mm) LOS DOS ELEMENTOS RESTANTES DEBEN SER EMPALMADOS ENTRE EL RETAL DE LOS ELEMENTOS COMPLETOS Y LOS RETALES APARTADOS A PLANTA (e: Paralelo).

Nota. Información tomada de la base de datos

Figura 11

Modelo de orden de producción corte de materiales

**García Vega** FABRICACION DE ELEMENTOS ICM Código: F-ICM-10  
Fecha: 11-07-2025 Versión: 8

NOMBRE PROYECTO: PERGOLA UNAB EL BOSQUE

FECHA ORDEN: 18-mar PLANOS DE REFERENCIA: 8. CONJUNTOS FASE 1

TIPO	Cantidad de Elementos en Planos (EPI)	Cantidad Elementos en RIG (ERIG)	DIFERENCIA EP - ERIG	Cantidad de Planos Entregados
Partes (Platinas y Perfiles)	0	0	0	0
Conjuntos	33	32	-01	33

FECHA SOLICITADA DE ENTREGA: 14-abr PESO TOTAL PARTES: 0,00 kg CONJUNTOS NUEVOS: 89614 kg SO TOTAL CONJUNTOS: 89614 kg FAB PPTO (COSTO DIRECTO): 2.777 \$/kg TOTAL PPTO (COSTO DIRECTO): \$ 0,00

DATOS SOBRE EL PRODUCTO A FABRICAR: **NUEVO** ESTRUCTURA DE PERGOLA FASE 1

LISTA DE CHEQUEO:

- SI Se revisa y dan indicaciones especiales a I-D-i sobre limitaciones en el montaje
- SI Se revisa y dan indicaciones especiales a I-D-i sobre volumen máximo para transporte.
- SI Se revisa y libera distancia entre ejes estructurales
- SI Se revisa y libera niveles estructurales
- SI Se revisa y libera cantidad de conjuntos (Repetidos)

Elaborada por: Santiago Nevás Parra Cargo: Ingeiero Residente

Recibida por: Alejandro Arechú Cargo: Líder de producción

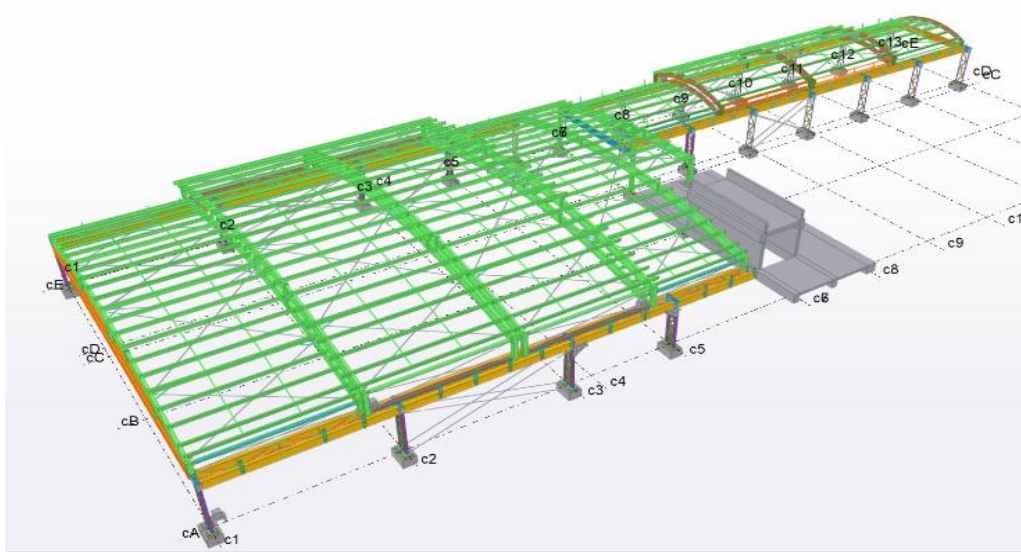
INFORMACION DE CONJUNTOS A FABRICAR														PROCESOS LIBERADOS PARA CADA CONJUNTO			OBSERVACIONES
N° ETIQUET	TIPO	MARCA CONJUNTO	CANTIDAD TOTAL	PERFIL	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	AREA UND (m2)	AREA TOTAL (m2)	PESO UND (Kg)	PESO TOTAL	PRIORIDAD DE	TIPO DE CONJUNTO	Resolde	Salvanzada	Pintura		
1	ANCLAJE	ANZ	0	YFND548	327	n/a	0,02	2,86			1	NUEVO	SI	NO	SI	Conjunto ya fabricado	
2	ANCLAJE	ANR	0	YFNDV2	380	n/a	0,02	0,53			1	NUEVO	SI	NO	SI	Conjunto ya fabricado	
4	COLUMNA	CD1	3	PTC 2000/2000/5.00	3071	n/a	2,71	8,14	104,74	314,227	1	NUEVO	SI	NO	SI	No pintar la tapa superior de columna debido que se apoyaran y resoldaran las vigas longitudinales	
5	COLUMNA	CD2	1	PTC 2000/2000/5.00	3161	n/a	2,79	2,79	107,50	107,498	1	NUEVO	SI	NO	SI	No pintar la tapa superior de columna debido que se apoyaran y resoldaran las vigas longitudinales	
12	COLUMNA	CD3	1	PTR 2500/1000/5.00	2721	270	3,23	3,23	122,11	122,108	1	NUEVO	SI	NO	SI	No pintar 5 cm en el extremo superior de columna debido que esta sera resoldada en obra, de igual manera no pintar placa base.	
10	COLUMNA	CD10	3	PTR 2500/1000/5.00	2706	270	3,21	9,63	121,28	363,850	1	NUEVO	SI	NO	SI	No pintar 5 cm en el extremo superior de columna debido que esta sera resoldada en obra, de igual manera no pintar placa base.	
14	COLUMNA	CD14	1	PTC 2000/2000/5.00	3071	n/a	2,71	2,71	104,74	104,743	1	NUEVO	SI	NO	SI	No pintar la tapa superior de columna debido que se apoyaran y resoldaran las	

Nota. Información tomada de la base de datos

**5.3.1.1 Modelado del proyecto.** En la interfaz de diseño, el software tiene predeterminado los elementos y se da inicio al modelado, el software le asigna automáticamente unas iniciales dependiendo del elemento que corresponda, por lo tanto, recibido la orden de producción, es decir una vez adjudicado el proyecto al departamento de Construcción en Acero (encargado del montaje de los proyectos), el departamento o área de diseño, empieza con el modelado del proyecto, basándose en planos estructurales, como son los planos en AutoCAD en DWG, son planos en 2d. A partir de esta información, el personal procede con el modelado tridimensional (3D) que se hace con Tekla Structures y con el visor Trimble Connect permite una mejor actualización, coordinación y posterior fabricación de los elementos estructurales. En la figura 12 se puede observar el modelado de un proyecto con visor Trimble Connect.

**Figura 12**

*Modelado de un proyecto en Visor Trimble Connect*



Nota. Información tomada en el software modelado de proyectos

Estos componentes constituyen la base estructural de los proyectos metalmecánicos, permitiendo garantizar su estabilidad, resistencia y funcionalidad durante su vida útil. El departamento de diseño, modela los proyectos con Tekla Structures es un avanzado software BIM (Building Information Modeling) para modelar, diseñar y gestionar estructuras 3D detalladas, abarcando acero, concreto desde la planificación hasta la construcción.

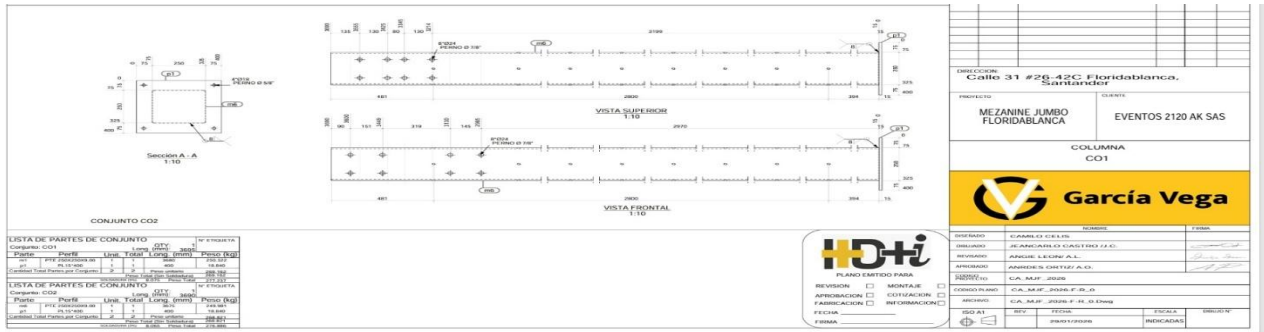
Permite crear planos de taller precisos, listados de materiales y mejora la colaboración en la obra. (Armada de Proyectos, 2026)

Existen varios insumos del modelado, en especial los planos de las partes pequeñas que forman las piezas metálicas, los cortes que llevan, las perforaciones, el tamaño de la pieza, el espesor entre otros datos, como se muestra en los planos.

En la figura 13, se puede detallar los planos que genera el software Tekla Structures, con el nivel de detalle según las necesidades del proyecto.

**Figura 13**

*Modelo de los planos*



Nota. Información tomada en el software de los planos estructurales

Una vez modelado el proyecto en su totalidad, se procede a generar los diferentes listados para poder realizar la fabricación de cada una de las piezas que conforman el proyecto, como son:

- ✓ F-IDI-09 Listado de partes y piezas metálicas (XLS)
- ✓ F-IDI-11 Listado de materiales
- ✓ F-IDI-12 Listado de producción
- ✓ F-IDI-13 Listado de perfiles para destijere
- ✓ F-IDI-14 Listado de tornillería
- ✓ F-IDI-15 Listado de área de pintura
- ✓ F-IDI-16 Listado de perforaciones
- ✓ F-ICM-10 Fabricación de elementos pérgola UNAB El Bosque (FAB 5)
- ✓ Planos de partes y de piezas metálicas (DWG y PDF)
- ✓ Visores IFC

**5.3.1.2 Procedimiento de fabricación de las estructuras metálicas.** Este documento tiene como objetivo describir las actividades de fabricación de estructura en planta, desde la planeación hasta la entrega de la obra. El alcance se relaciona con la fabricación y elaboración en

planta de las estructuras metálicas para proyectos de construcción en acero. En la tabla 12 se puede observar el procedimiento, actividades, responsables y documentos de referencia.

**Tabla 12.**

*Proceso para la fabricación de estructuras metálicas*

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO DE REFERENCIA
1. Planeación de la fabricación	<p>Se realiza solicitud al proceso de producción, se socializan los planos de taller y especificaciones generales de los elementos e inicia la planeación de la fabricación.</p> <p>El director de producción debe establecer el cronograma con tiempos específicos de entrega y un presupuesto de fabricación de la estructura, una vez aprobados se realiza periódicamente seguimiento al avance de la fabricación y cumplimiento de lo programado.</p>	Ingeniero Residente – director Planta	<p>e- mails planos de taller</p> <p>F-ICM-04 Presupuesto fabricación y montaje estructuras</p> <p>F-ICM-10 Fabricación de elementos ICM</p>
2. Fabricación de matrices-modelación	<p>En el plano de taller deben estar indicados las secciones de los elementos, diámetros de los agujeros y su ubicación exacta, la soldadura para las uniones, y la identificación con marca o número del elemento a que corresponda, indicando dimensiones y tolerancias permitidas. Se replantean en planta sobre el piso nivelado en escala 1:1 los elementos que servirán como matriz de fabricación, revisando medidas y geometría de las piezas con el plano de taller.</p>	Supervisor – director Planta	F-PRO-02 Seguimiento A Producción Diaria
3. Corte y mecanizado	<p>Las operaciones de corte y perforación de las piezas determinan las formas y dimensiones definitivas.</p> <p>Las herramientas o sistemas de corte se efectúan con: disco, sierra, cizalla, máquina de oxicorte (con una o dos boquillas), plasma (para espesores pequeños). El proceso de corte y/o mecanizado se define de acuerdo a las dimensiones de la pieza, espesores y tolerancias permitidas.</p>	Operadores - Supervisor	F-PRO-02 Seguimiento a producción diaria
4. Ensamble Soldadura	<p>Cuando se deban soldar las piezas cortadas, se preparan los bordes realizando un biselado en las zonas donde se unirán con soldadura.</p> <p>Para soldaduras de espesores pequeños, se admite soldar con proceso automático a penetración completa sin bisel.</p> <p>Cualquier bisel se realiza con los ángulos y dimensiones marcados en los planos de taller y con las tolerancias especificadas</p> <p>Para soldaduras de elementos gruesas, es conveniente ejecutar el biselado con máquina herramienta. Por lo general se emplea el oxicorte automático, limpiando rebabas o cualquier otra imperfección de la zona trabajada con esmerilado.</p>	Soldadores-Supervisor	F-PRO-02 Seguimiento a producción diaria

	Los biseles pueden adoptar formas de V, U, X, en forma de copa u otros.		
5. Armado	<p>En esta fase se arma la estructura del elemento, no solo el que se une en taller sino también el que luego se unirá en la obra.</p> <p>Se unen las piezas con pernos de armado y/o uniones soldadas, de acuerdo a lo especificado en planos de taller. Se debe garantizar la inmovilidad de las piezas armadas y el contacto perfecto entre superficies. Esta operación se realiza sin forzar los elementos para garantizar un ensamble sencillo en obra.</p> <p>El armado debe respetar la disposición y dimensiones de los elementos indicados en los planos de taller. Se rechazan o rectifican aquellas piezas que no permitan el armado de acuerdo a las especificaciones indicadas y referidas.</p> <p>Se forman los subconjuntos con sus uniones correspondientes. Debe comprobarse la indeformabilidad de las uniones para el transporte a obra.</p>	Soldador Supervisor Planta	Armador- Director F-PRO-02 Seguimiento a producción diaria
7. Identificación de las piezas	<p>Cada pieza debe estar identificada con un marcado ya expresado en los planos de taller para el armado de los elementos. Estas marcas ayudan a determinar la posición final para el ensamble final y montaje en obra.</p>	Supervisor	N/A
8. Limpieza y recubrimientos	<p>La limpieza y preparación de superficie consiste esencialmente de dos componentes básicos, los cuales no pueden ser independientes a la vez: Perfil de rugosidad y Limpieza.</p> <p>Dependiendo del tipo de recubrimiento a aplicar, del ambiente al cual va a ser sometido un equipo en especial, se establece el tipo de preparación de superficie, es decir, se efectúa la limpieza de acuerdo con las especificaciones del cliente, validando la técnica de limpieza a aplicar, ya sea limpieza manual, limpieza mecánica, limpieza con chorro abrasivo, limpieza por medios químicos.</p> <p>La pintura se aplica de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y hoja técnica del(os) productos a aplicar.</p> <p>Para elementos con recubrimiento con galvanizado en caliente, se remiten a la planta de galvanizado, siguiendo las recomendaciones de preparación de superficie indicadas por el supervisor o director de la planta.</p>	Pintor - Supervisor	F-PRO-02 Seguimiento a producción diaria

**5.3.2 Comunicación para la generación de impresión de etiquetas**


La comunicación es importante en la marcación de las piezas metálicas y en especial para generar la impresión de las etiquetas; por eso, se tendrá en cuenta todos los mecanismos de

comunicación institucional como son correos institucionales, software Tekla Structures, el visor Trimble Connect, Autocad, Inventor, reuniones por proyecto y Drive Institucional, con el propósito de estar actualizado y toda la información lleguen a los responsables del proyecto.

En la figura 14, se puede observar la información que contiene las etiquetas, de las piezas metálicas también llamadas conjuntos.

**Figura 14**

*Base de datos con información para las etiquetas*

		LISTADO DE CONJUNTOS		F - IDI - 09							
				FECHA	VERSION						
				5/03/2025	3						
PROYECTO:	MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA			FECHA:	27/01/2026	REVISION:	4				
N° ETIQUETA	NOMBR	MARCA DE CONJUNTO	CANTIDA	PERFIL	LONGITU	ANCHO	AREA	AREA TOT	PESO	PESO TOTAL	PRIORIDAD
1	COLUMNA	CO1	1	PTE 250X250X9.00	3695	n/a	4,03	4,03	269,162	269,162	1
2	COLUMNA	CO2	1	PTE 250X250X9.00	3690	n/a	4,03	4,03	268,821	268,821	1
3	COLUMNA	CO3	1	PTE 250X250X9.00	3685	n/a	3,7	3,7	250,663	250,663	1
4	COLUMNA	CO4	2	PTE 250X250X9.00	3695	n/a	4,03	8,07	269,162	538,324	1
5	COLUMNA	CO5	1	PTE 250X250X9.00	3700	n/a	4,04	4,04	269,503	269,503	1
6	COLUMNA	CO6	1	PTE 250X250X9.00	3690	n/a	3,7	3,7	251,003	251,003	1
7	COLUMNA	CO7	1	PTE 250X250X9.00	3700	n/a	4,04	4,04	269,503	269,503	1
8	VIGA	V5	1	IPE100	1188	n/a	0,57	0,57	11,514	11,514	1
9	VIGA	V6	1	IPE100	1188	n/a	0,57	0,57	11,514	11,514	1
10	VIGA	V7	43	IPE100	1188	n/a	0,57	24,36	11,514	495,119	1
11	VIGA	V8	1	IPE100	856	n/a	0,39	0,39	7,873	7,873	1
12	VIGA	V9	15	IPE100	856	n/a	0,39	5,82	7,872	118,088	1
13	VIGA	V10	5	W10X12	4407	n/a	3,99	19,95	81,677	408,384	1
14	VIGA	V11	1	IPE270	6216	n/a	6,61	6,61	226,967	226,967	2
15	VIGA	V13	1	W8X10	2446	n/a	1,91	1,91	37,113	37,113	1
16	VIGA	V14	1	W10X12	4407	n/a	3,99	3,99	81,677	81,677	1
17	VIGA	V15	1	W10X12	4407	n/a	3,99	3,99	81,677	81,677	1
18	VIGA	V18	1	W10X19	4201	n/a	4,34	4,34	160,19	160,19	1

Nota. Información tomada en el software de los planos estructurales

De la figura 14 se tiene información pertinente, con el fin de generar un archivo llamado base de datos de etiquetas y debe tener la siguiente información:

- ✓ Proyecto
- ✓ No. De etiqueta, es la marcación que se realiza a la pieza metálica principal
- ✓ Nombre: si es una columna, viga, vigueta, etc, elementos mencionados anteriormente.

- ✓ Marca conjunto: Este es el nombre principal de la pieza, con este nombre es que se realiza la identificación cuando se realiza montajes en los proyectos.
- ✓ Longitud de la pieza metálica (el largo)
- ✓ Peso: peso de la pieza metálica principal

Posteriormente, de la base de datos, se genera un listado para etiquetado, el cual tiene las guías para la impresión de etiquetas y otros datos importantes como son proyecto, marca a la pieza principal, nombre, peso y longitud, como se puede observar en la figura 15.

**Figura 15**

*Base de datos para el etiquetado*

BASE DE DATOS DE ETIQUETADO					
PROYECTO	MARCA CONJUNTO	NOMBRE	PESO	LONGITUD	# GUIA
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO1	COLUMNA	269 kg	3695	1
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO2	COLUMNA	269 kg	3690	2
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO3	COLUMNA	251 kg	3685	3
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO4	COLUMNA	269 kg	3695	4
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO5	COLUMNA	270 kg	3700	5
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO6	COLUMNA	251 kg	3690	6
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	CO7	COLUMNA	270 kg	3700	7
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V5	VIGA	11,514	1188	8
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V6	VIGA	11,514	1188	9
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V7	VIGA	11,514	1188	10
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V8	VIGA	7,873	856	11
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V9	VIGA	7,872	856	12
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V10	VIGA	81,677	4407	13
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V11	VIGA	226,967	6216	14
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V13	VIGA	37,113	2446	15
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V14	VIGA	81,677	4407	16
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V15	VIGA	81,677	4407	17
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V18	VIGA	160,19	4201	18
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V20	VIGA	160,19	4201	19
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V21	VIGA	544,363	8841	20
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V22	VIGA	82,543	4405	21
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	V23	VIGA	82,545	4405	22
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	PL11	PLACA	13,376	710	23
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	PL12	PLACA	18,84	400	24
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	PL13	PLACA	9,797	520	25
MEZANINE JUMBO FLORIDABLANCA	PL14	PLACA	13,376	710	26

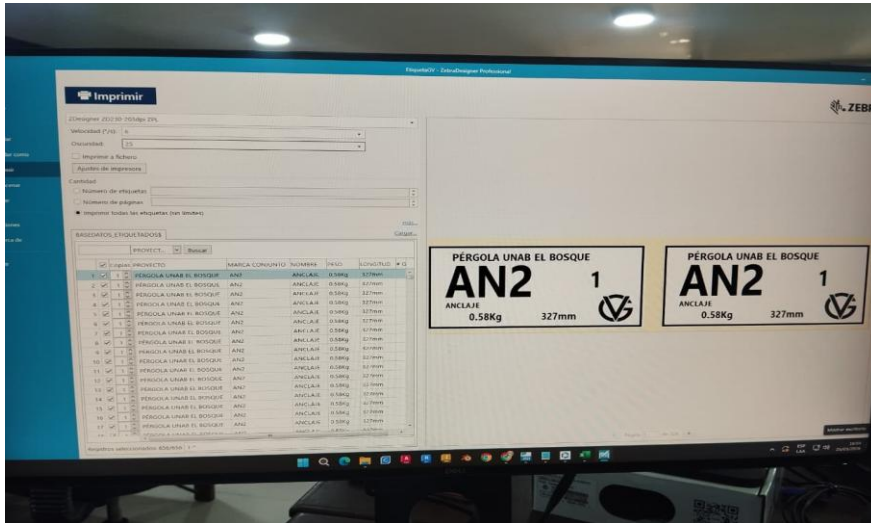
Nota. Información tomada de la base de datos

Seguidamente con la información de la base de datos, se prepara para la generación e impresión de las etiquetas, como se observa en la figura 16, en la base de datos se observa en el pc la información pertinente.

Posteriormente, en la figura 17, se puede observar la maquina impresora de las etiquetas que coincide con el proyecto respectivo.

**Figura 16**

*Preparación de las etiquetas adhesivas industrial para su impresión*



Nota. Información tomada de la base de datos

**Figura 17**

*Impresión de las etiquetas adhesivas industrial*



Nota. Información tomada de la base de datos

**5.3.3 Capacitación del personal en la temática del Visor 3D**

El Visor 3D es un software o herramienta tecnológica que permite la visualización de objetos o modelos tridimensionales en tiempo real, es decir en planos, dando sensación de profundidad (cómo si los objetivos tuvieran más volumen, con una realidad subjetiva, que es utilizado en diversos ámbitos de conocimiento como el diseño tráfico, la arquitectura, la ingeniería mecánica, la educación, la medicina entre otros. Los datos suministrados aportan como pueden quedar las piezas metálicas para la colocada de sus adhesivos. Es conveniente seleccionar a un grupo para este proceso, con el fin de no depender directamente de las pocas personas que tienen este rol. En la tabla 13 se relaciona las instituciones educativas que ofrecen estos cursos y los contenidos con relación a la temática de Visor 3D, los cuales tienen la modalidad presencial y virtual, siendo alternativas de revisión por parte de la alta gerencia.

**Tabla 13.**

*Relación de instituciones educativas que ofrecen cursos Visor 3D*

<b>Nombre de la Institución</b>	<b>Temática</b>	<b>Contenido</b>
SENA	Modelado 3D para la industria	Modelado tridimensional, Visualización (uso de visor 3D) Renderizado Animación digita
Fundación Universitaria Confenalco- Santander	AutoCAD 3D con herramientas Blender	Creación de objetos 3D Texturizado Iluminación Renderizado
Fundación Academia de Dibujo Profesional	Diplomado en Visualización 3D (arquitectura y diseño)	Uso de software como AutoCAD, SketchUp, 3ds Max Visualización realista de proyectos Motores de render

Nota. Información en la página institucional.

**5.3.4 Cambio de la marcación manual al etiquetado adhesivo industrial**

Como parte del plan de mejoramiento, se implementó un nuevo sistema de etiquetado industrial que reemplaza al método tradicional de centro punteado como principal forma de

identificación de piezas metálicas. Este nuevo sistema utiliza etiquetas adhesivas generadas automáticamente con ZebraDesigner V3, vinculadas a una base de datos que incluye información clave como nombre del proyecto, marca pieza metálica principal, peso, longitud y número guía único. El objetivo es reducir tiempos de marcación, facilitar la identificación en planta y obra, así como minimizar errores en despacho y montaje. Aunque el centro punteado no se elimina por completo, se mantendrá como respaldo, utilizando una numeración secuencial simple que garantiza trazabilidad durante los procesos de preparación de las piezas.

Por lo anterior, se elabora el instructivo para etiquetar las piezas metálicas y estandarizar la ubicación del cifrado guía y la marcación, mediante el sistema de etiquetado con etiquetas adhesivas. Por eso este documento está conformado por: objetivo, alcance, procedimiento general, proceso de marcación, controles y verificación, por lo cual se detalla los componentes de cada uno de estos.

Al cambiar de una marcación superficial manual para el cambio de la marcación con las etiquetas adhesivas industrial, se debe ampliar la información en la orden de producción, con datos sobre las piezas metálicas. Así mismo, tener en cuenta el instructivo para la numeración de piezas metálicas y el instructivo para la marcación de piezas metálicas.

**5.3.4.2 Instructivo para numeración de partes metálicas.** En este documento, se encuentra el objetivo, el alcance y la definición de reglas de numeración, así como la información siguiente.

**5.3.4.2.1 Numeración de partes.** Para las partes que sean perfiles para colocar el prefijo **m**, las partes que sean placas o platinas colocar el prefijo **p**. Seguidamente el número secuencial, que siga al prefijo para identificar cada parte única. (ejemplo, m1, m2, m3... p1, p2, p3.)

**5.3.4.2.2 Numeración de piezas metálicas.** La numeración de las piezas metálicas de acuerdo los requerimientos en la producción de las piezas.

Se utiliza el número secuencial que siga al prefijo para identificar cada parte única ejemplo AN1, AN2, AN3--- CO1, CO2, CO3....

En la tabla 14 se puede observar la numeración de las piezas metálicas establecidas, en la orden de producción.

**Tabla 14.**

*Numeración de las piezas metálicas*

Nombre	Signo	Nombre	Signo
Columnas:	CO	Vigas y viguetas	V
Anclajes	AN	Placas o platinas sueltas	PL
Riostra	RI	Correas	CR
Cerchas	CH	Tensores	TS
Barandas	BR	Encajonados	VC
Ángulos sueltos	AL	Elementos varios	EL

Nota Tomada de la base de datos de la empresa

**5.3.4.2.3 Uso de unicidad.** La configuración Tekla para garantizar que cada parte y pieza metálica tenga un identificador único, evitando duplicaciones y asegurando que las piezas que son idénticas en geometría y propiedades reciban el mismo número.

**5.3.4.2.4 Aplicación de la numeración.** Iniciar el proceso de numeración, una vez configuradas las reglas selecciona “numerar todo” en el menú de numeración y fases. La Tekla generará números únicos para todas piezas metálicas, según las reglas establecidas. Después, se hace la verificación, se revisa los números asignados para asegurarle que se cumplen con las reglas definidas y que no hay duplicados no deseados. Se realiza ajustes manuales si es necesario para

corregir al momento de presentarse discrepancias. Generación de reportes, se utiliza la herramienta de Tekla para generar reportes que muestren la numeración de las piezas metálicas, asegurando que estén alineados con los requisitos del proyecto.

**5.3.4.2.5 Buenas prácticas.** Para configurarse como buenas prácticas es importante la consistencia en el uso de prefijos, mantener la consistencia en la asignación de prefijos a lo largo del proyecto, establece una convención de nomenclatura clara y compártela con todo el equipo de trabajo. Documenta las reglas de numeración y asegurarle de que todos los involucrados en el proyecto las entiendan y las sigan. Revisión periódica, se debe revisar y actualizar las reglas de numeración a medida que el proyecto avanza, especialmente, si se introducen nuevas piezas metálicas.

**5.3.4.3 Instructivo estándar para la marcación de piezas metálicas.** En este documento, se encuentra el objetivo, el alcance sobre esta temática

**5.3.4.3.1 Procedimiento general.** La impresión de etiquetas, se entregará un paquete de etiquetas por cada requerimiento de fabricación F-ICM-10 correspondiente, La cantidad de paquetes será equivalente al número total de requerimientos generados para el proyecto. Estos se entregarán junto con los planos de fabricación.

En este procedimiento hay varios procesos, como la forma de entrega de las etiquetas adhesivas es organizada en formato de libros, se entregarán junto con los planos de fabricación; posteriormente, recepción y asignación interna. Así mismo, la recepción, asignación y manipulación interna será responsabilidad de la Planta de Producción (director o el planeador), reciben las etiquetas, las verifican las etiquetas adhesivas y asignan al supervisor correspondiente; posteriormente, el supervisor designará a una o dos personas que serán responsables de realizar correctamente la tarea de marcación de las piezas metálicas.

Esta labor consiste principalmente en identificar cada pieza con dos etiquetas, siguiendo los procedimientos establecidos. En la figura 18 se puede observar la forma de entrega de las etiquetas impresas.

**Figura 18**

*Forma de entrega de las etiquetas adhesivas*



Nota. Información suministrada en la impresión de etiquetas

**5.3.4.2 Proceso de marcación.** En este proceso tiene dos subprocesos, la primera la marcación guía y la segunda el etiquetado.

**5.3.4.2.1 Proceso de marcación guía.** En este proceso el elemento no cuenta con una pieza adicional, la marcación se efectuará directamente sobre el cuerpo del mismo, procurando que sea de tamaño legible y con una profundidad adecuada que garantice su visibilidad y permanencia durante el proceso.

En la figura 19, se puede observar la marcación guía para posteriormente hacer el etiquetado en las piezas metálicas.

**Figura 19**

*Marcación guía*



Nota. Información suministrada por el área de producción

**5.3.4.2.2 Proceso de etiquetado adhesivo.** las dos (2) etiquetas deben colocarse en caras opuestas para que queden alternadas. De esta manera, si la pieza se almacena con la cara donde está una de ellas, la otra cara permitirá observar la marcación, como se muestra en la figura 20.

**Figura 20**

*Proceso de generación de las etiquetas adhesivas*



Nota. Información tomada de la base de datos de unos de los proyectos

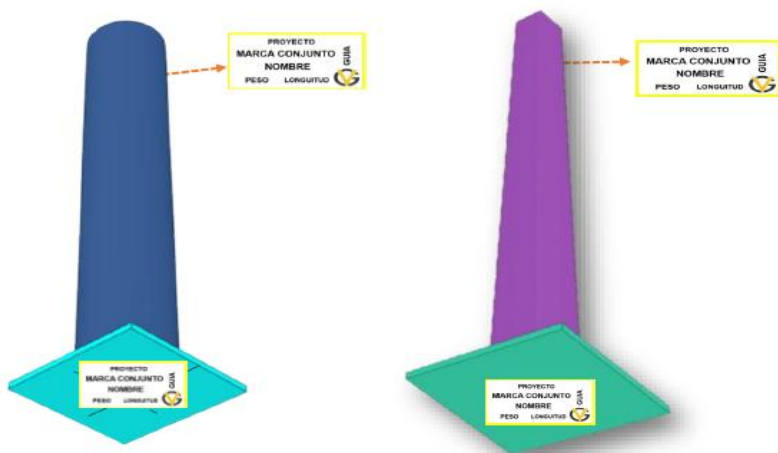
**5.3.4.3 Controles y verificación.** Tiene tres subprocesos. En el primero antes de la pintura, el supervisor encargado deberá revisar aleatoriamente, los elementos cifrados con la marcación guía, esta marcación se realizará mediante centro punteado o con prensa y estará compuesta únicamente por una secuencia de número. En el segundo, después de la pintura, el supervisor debe realizar revisiones aleatorias a los elementos marcados con las respectivas etiquetas, verificando que estas estén correctamente ubicadas y orientadas.

Tercero, las consideraciones finales, aunque el proceso es sencillo, es fundamental que los operativos comprendan su importancia, la falta de seguimiento puede comprometer la trazabilidad y utilidad del etiquetado, documentar y comunicar claramente este procedimiento evitará que los operativos improvisen la marcación

**5.3.4.4 Estandarización de las etiquetas.** En las siguientes figuras se pueden evidenciar el sistema de marcación de las piezas metálicas con las etiquetas adhesivas industriales y los lugares o puntos claves de cada pieza para su visualización rápida al momento de descargar los productos, lo cual significa la estandarización de las etiquetas. La figura 21 para tuberías rectangular redonda con plantinas.

**Figura 21**

*Tubería: Rectangular – Redonda con plantinas*



Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

Las etiquetas deben colocarse en dos posiciones estratégicas: una en la parte inferior de la placa base y otra en la parte superior de la pieza (sin ubicarla al final de esta) para prevenir su pérdida durante procesos como el resolde. La línea punteada indica que una de las etiquetas debe ir en la cara posterior, garantizando así su visibilidad desde cualquier posición de almacenamiento.

**Figura 22**

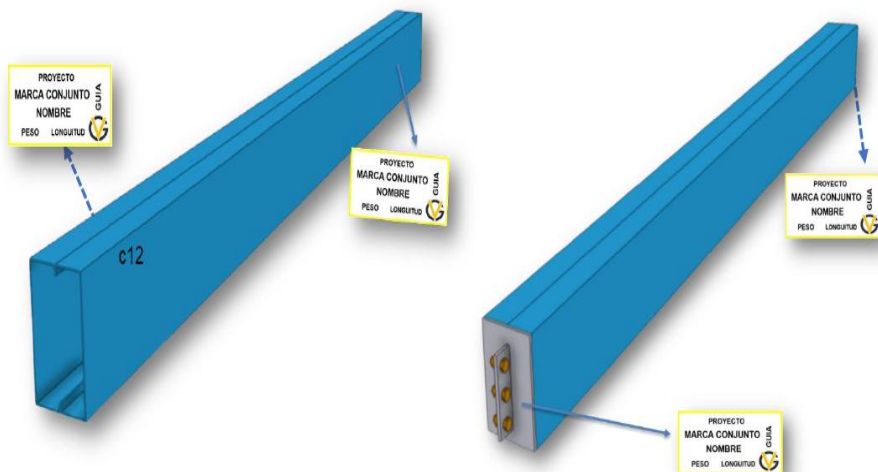
*Tubería: Rectangular – Redonda sin platinas*



Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

**Figura 23**

*Perfiles encajonados*

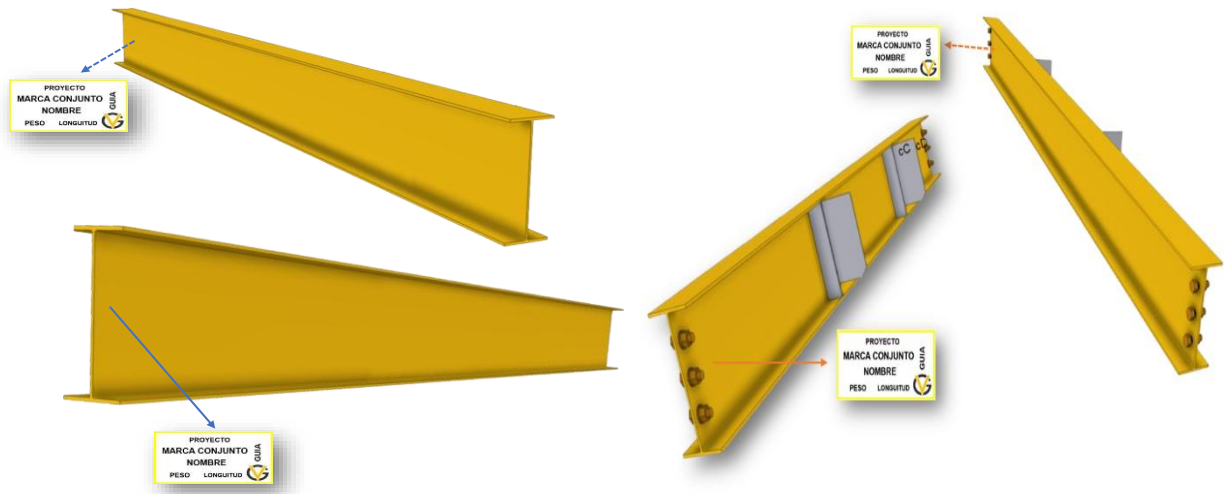


Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

En la figura 22 tuberías: rectangular – redonda sin platinas y figura 23 perfiles encajonados, se puede observar la estandarización de las etiquetas adhesivas para mejorar el cifrado de piezas.

**Figura 24**

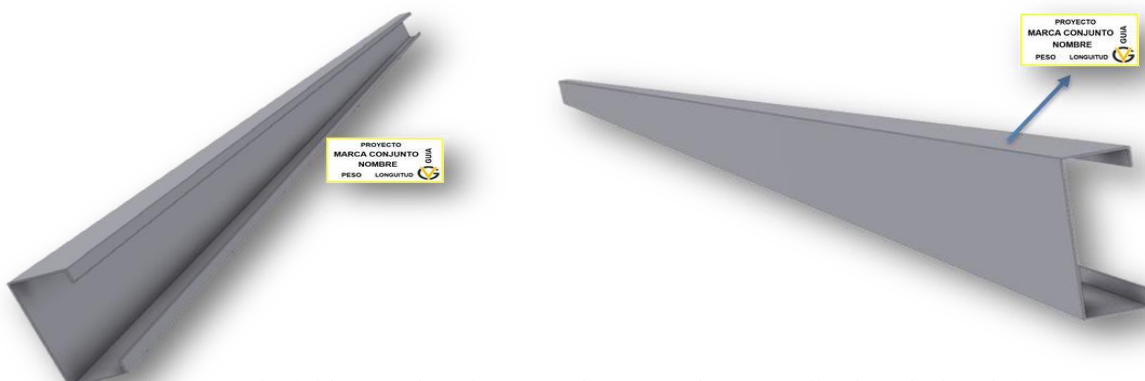
*Perfiles alma llena con platinas: IPE, W, HEA*



Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

**Figura 25**

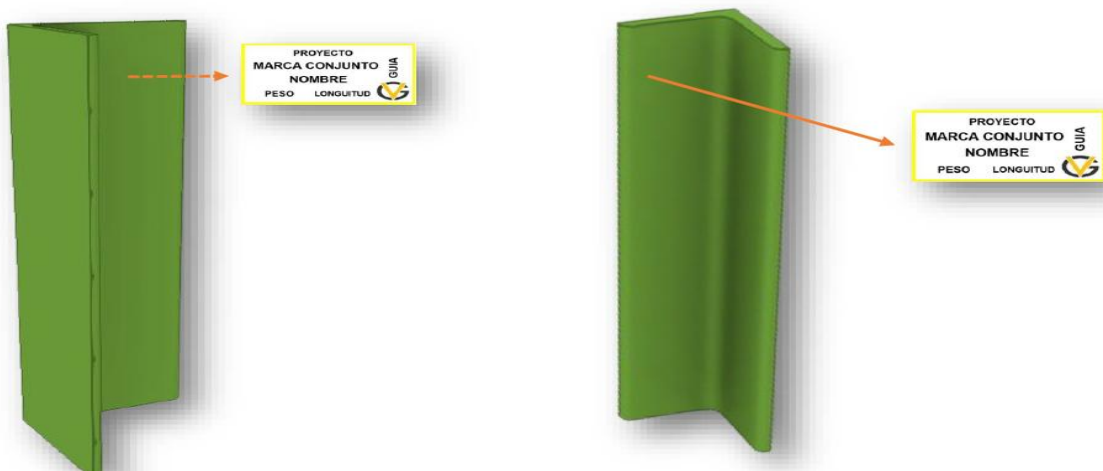
*Perfiles PHR: Correas*



Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

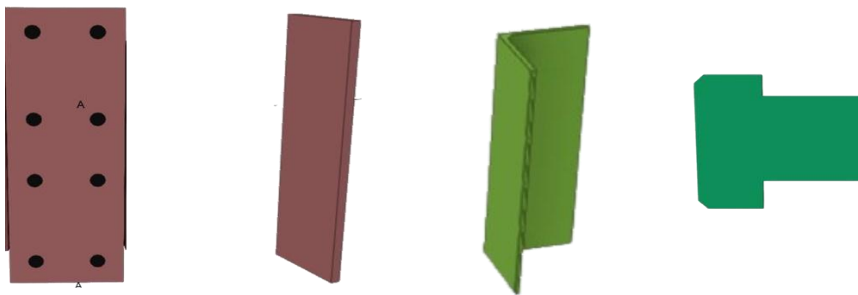
Seguidamente, en la figura 24 perfiles alma llena con platinas: IPE, W, HEA, y la figura 25 perfiles PHR: Correas se estandarizó la ubicación de las etiquetas adhesivas, para tener una visualización la obra.

**Figura 26**  
*Ángulos*



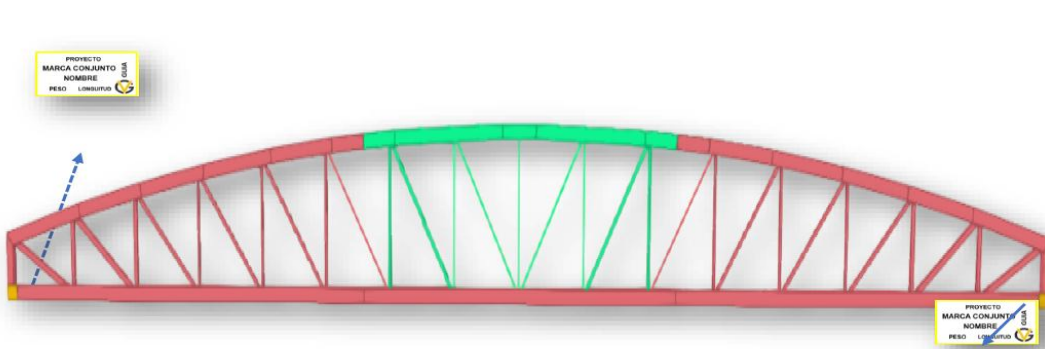
Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

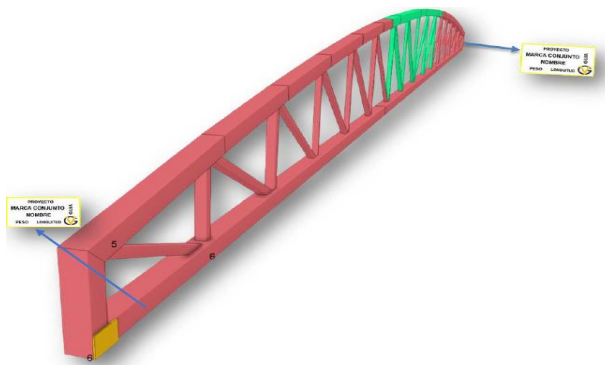
**Figura 27**  
*Placas*



Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

**Figura 28**  
*Cerchas*





Nota. Información tomada del instructivo de marcación con etiquetas adhesivas industriales

### 5.3.5 Pruebas con el nuevo sistema de etiquetado

En el numeral 5.3.4.2 proceso de marcación se compone de la marcación guía y el etiquetado con adhesivos industriales.

Como se observa en la figura 30, se hicieron las pruebas en una pieza metálica, primero colocando la marcación guía directamente en la pieza metálica. En el taller se organizó las piezas y en las siguientes figuras se observa la secuencia respectiva.

#### Figura 29

##### Pruebas de la marcación guía





Nota. Información suministrada por el área de producción

Posteriormente, en la figura 30 se observa el arrume de piezas metálicas que conforman las estructuras, para ser colocadas las etiquetas adhesivas.

**Figura 30**  
*Las piezas metálicas*



Nota. Información suministrada por el área de producción

Seguidamente, en la figura 30 se observa la pieza donde está la marcación y guía y se coloca la etiqueta adhesiva industrial.

**Figura 31**

*La pieza metálica con marcación guía y con etiquetas adhesivas*



Nota. Fotografía tomada en el área de producción

En la figura 32, se observa la entrega de las piezas metálicas en la obra, las cuales se encuentran marcadas y con la etiqueta adhesiva.

**Figura 32**

*Las piezas metálicas entregadas en obra*



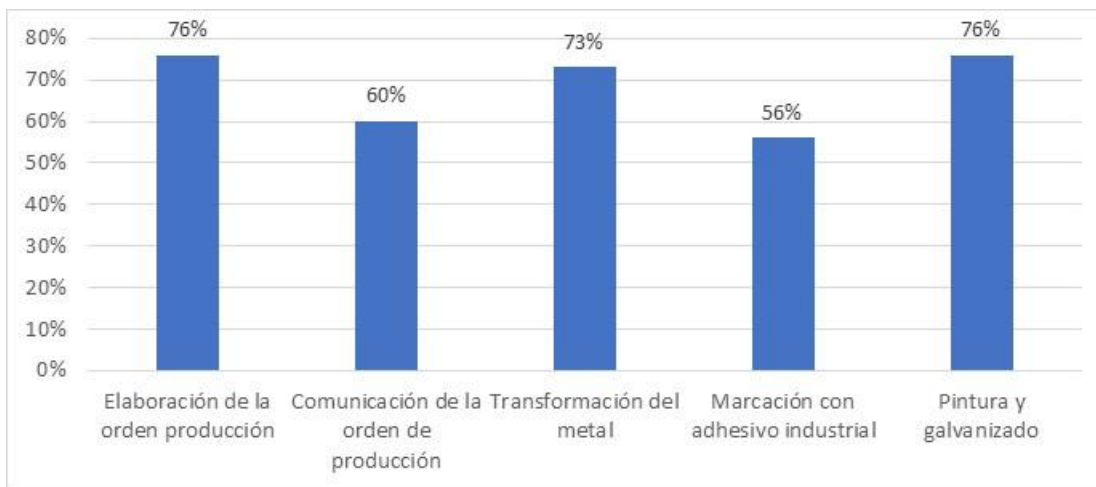
Nota. Fotografía tomada en el campo

### 5.3.6 Evaluación del proceso

En el punto 5.1.4 instrumento de evaluación al cumplimiento del proceso, se hizo una evaluación en el diagnóstico inicial. Por eso, una vez implementado el plan de mejoramiento, se hizo una evaluación sobre el proceso, siendo los principales resultados.

#### Figura 33

*Evaluación del proceso de marcación manual de piezas metálicas posterior*



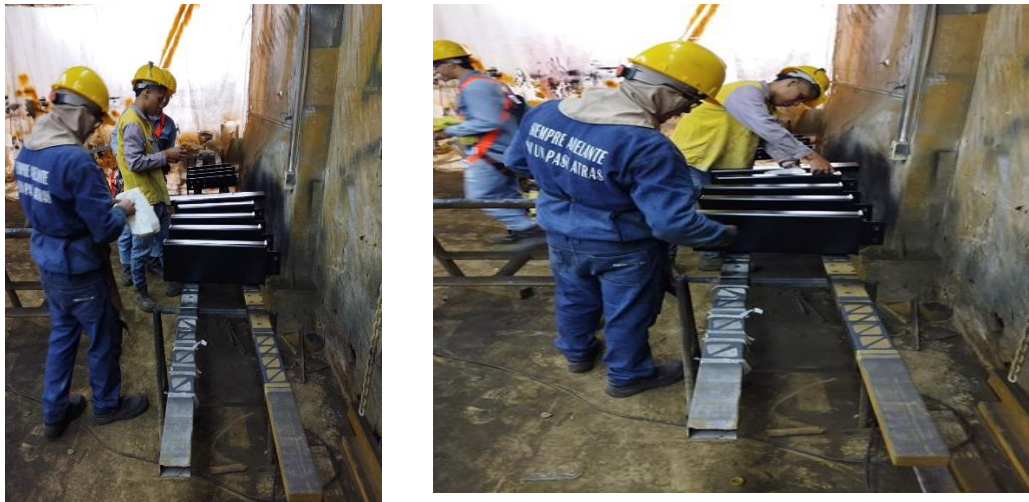
Los resultados más sobresalientes en el nivel de cumplimiento por etapas: en la elaboración de la orden de producción pasó de 49% al 76%, la comunicación del 42% al 60%, transformación del metal pasó de 38% al 73%, la marcación con etiquetado adhesivo paso del 7% al 56% y la pintura y galvanizado pasó del 23% al 76%.

Con el fin de evaluar el proceso de la marcación con etiquetas adhesivos, se realiza un seguimiento a un proyecto, desde la fabricación de las piezas metálicas, el alistamiento para colocar las etiquetas adhesivas, la búsqueda de piezas en sitio del montaje y el tiempo que se invierte en el reproceso de revisar las piezas y si coinciden.

En la figura 34 se puede observar el operario haciendo revisión y posteriormente colocar las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas, que se realiza en la planta.

**Figura 34**

*Colocación de las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas*



Nota. Colocación de las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas en planta de Producción

**Figura 35**

*Revisión de las etiquetas adhesivas a las piezas metálicas en producción*



Nota. Seguimiento fotográfico de la revisión de las piezas metálicas en planta de producción.

Posteriormente, en la figura 36 se puede observar el desplazamiento de las piezas metálicas desde la planta de producción hacia el punto de ensamble de la estructura metálica y en la figura 37 el descargue en obra.

**Figura 36**

*Transporte de las piezas metálicas con etiquetas adhesivas.*



Nota. Seguimiento fotográfico del transporte de las piezas metálicas en obra

**Figura 37**

*Descargue de las piezas metálicas en obra.*



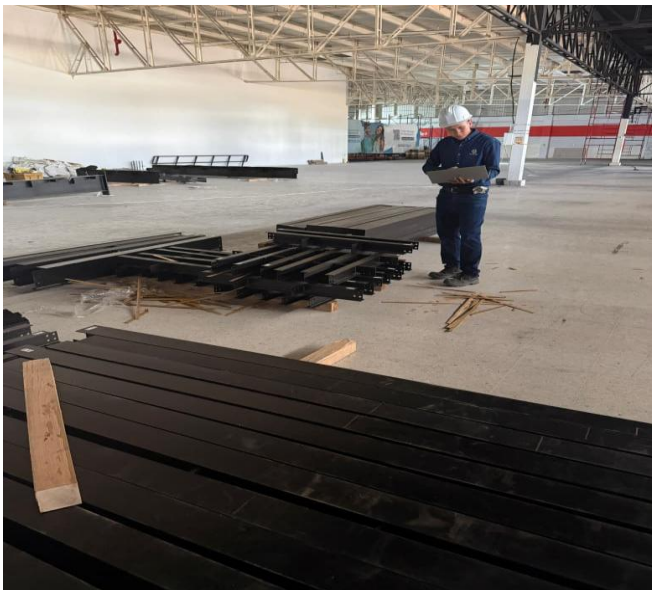
Nota. Seguimiento fotográfico del descargue de las piezas metálicas en obra.

Es de resaltar, que el proyecto seleccionado para hacer la evaluación, contiene muchas piezas metálicas, que, por su tamaño y su peso, debe ser transportado en un vehículo con las condiciones como se observa en la figura 36 y el descargue en obra figura 37.

Seguidamente, las piezas metálicas ya en el sitio de la obra, se hace la revisión, como se observa en la figura 39, la identificación por parte del personal responsable del montable en la obra.

### **Figura 38**

*Revisión de las piezas metálicas en obra*



Nota. Seguimiento fotográfico para identificar las piezas metálicas en obra

Posteriormente, en la figura 39, se hizo un seguimiento a la búsqueda de las piezas metálicas en el sitio donde se va a construir la estructura metálica, en ese proyecto, se pudo ubicar las piezas, determinándose que se realizó en un tiempo de 60 minutos (1 hora), es decir en una hora, esta misma actividad, anteriormente se realizaba en tres (3) horas,

Para medir el rendimiento del tiempo, se calcula el porcentaje de mejora (reducción de tiempo), siendo la fórmula mejora (%):  $\text{tiempo anterior} - \text{tiempo actual} / \text{tiempo anterior} \times 100$ .

Al aplicar esta fórmula al proyecto evaluado:  $3 - 1/3 \times 100$ : 66,6%, da como resultado que se mejoró en un 66,6%.

De igual forma al medir el incremento de la productividad, la fórmula es productividad: tiempo anterior / tiempo actual, aplicando  $3 / 1 : 3$ , lo anterior significa que es 3 veces más productivo.

Eficiencia del proceso, con este nuevo incremento de la productividad, se utiliza la fórmula eficiencia (%): tiempo estándar / tiempo real x 100, entonces, si se toma como base 1, el nuevo estándar es de 100%.

En el tema de revisión de las piezas sí coinciden con la medida y se apoyó en los planos, antes se utilizaba 5 horas, actualmente 1 hora.

De igual forma se midió el rendimiento del tiempo, se calcula el porcentaje de mejora (reducción de tiempo), siendo la fórmula mejora (%): tiempo anterior – tiempo actual / tiempo anterior x 100.


Al aplicar esta fórmula al proyecto evaluado:  $5 - 1/5 \times 100$ : 66,6%, da como resultado que se mejoró en un 80%.

De igual forma, se realizó una evaluación sobre el tiempo, en la tabla 5 y en la tabla 6, el proceso de cifrado manual de piezas metálicas con 30 elementos de evaluación llegó a tener un promedio de seis minutos.

En la tabla 15 y en la tabla 16 se seleccionaron 30 elementos para la evaluación del tiempo, una vez implementado el plan de mejorando, reduciéndose de 6 minutos a 3,4 minutos, lo cual equivale a reducción del 43%.


**Tabla 15.**

*Estimación tiempo elementos 1 al 15 con el plan de mejoramiento.*

		PROCESO DE PROCESO DE ETIQUETADO DE LAS PIEZAS METÁLICAS														
		TIEMPO DE PROCESO (Segundo)														
Nº Op	TAREA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
1	Identificar en el plano la pieza a marcar	0,66	0,33	0,33	0,33	0,38	1,10	0,82	0,33	0,66	0,55	0,36	0,19	0,34	3,30	0,38
2	Selección de la pieza metálica.	0,90	1,00	1,00	0,20	1,00	0,70	2,00	0,70	0,66	1,30	0,45	0,70	0,90	0,50	0,50
3	Marcación número guía	0,75	0,63	0,59	0,56	0,50	0,56	0,44	0,47	0,44	0,59	0,53	0,56	0,63	0,59	0,45
4	Etiquetado a la pieza metálica	1,19	1,25	1,56	1,56	1,75	1,38	2,00	1,56	1,88	1,75	1,56	1,75	1,56	1,75	1,81
TIEMPO DE CIFRADO		<b>3,50</b>	<b>3,20</b>	<b>3,49</b>	<b>2,65</b>	<b>3,63</b>	<b>3,74</b>	<b>5,26</b>	<b>3,06</b>	<b>3,63</b>	<b>4,19</b>	<b>2,90</b>	<b>3,20</b>	<b>3,43</b>	<b>6,14</b>	<b>3,14</b>

**Tabla 16.**

*Estimación tiempo elementos 1 al 15 con el plan de mejoramiento*

		PROCESO DE ETIQUETADO DE LAS PIEZAS METÁLICAS															
		PROMEDIO															
Nº Op	TAREA	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	PROMEDIO
1	Identificar en el plano la pieza a marcar	0,27	0,49	0,22	0,44	0,33	0,22	0,49	0,27	0,44	0,33	0,22	0,33	0,33	0,55	0,38	<b>0,5</b>
2	Selección de la pieza metálica.	0,50	0,12	0,40	0,50	0,50	0,60	0,70	0,90	0,90	0,30	0,25	0,40	0,22	0,19	0,12	<b>0,6</b>
3	Marcación número guía	0,56	0,56	0,50	0,94	0,46	0,50	0,56	0,36	0,56	0,43	1,25	0,46	0,50	0,56	0,47	<b>0,6</b>
4	Etiquetado a la pieza metálica	1,63	1,88	1,63	1,56	1,56	1,38	1,81	1,75	1,56	2,31	1,50	1,75	1,56	1,50	1,75	<b>1,6</b>
TIEMPO DE CIFRADO		<b>2,96</b>	<b>3,05</b>	<b>2,74</b>	<b>3,44</b>	<b>2,85</b>	<b>2,69</b>	<b>3,57</b>	<b>3,28</b>	<b>3,46</b>	<b>3,37</b>	<b>3,22</b>	<b>2,94</b>	<b>2,61</b>	<b>2,80</b>	<b>2,72</b>	<b>3,4 MINUTOS</b>

### 5.4 Indicadores para el control y medición de tiempos

Los indicadores para el control y medición de tiempo al proceso de marcación de piezas metálicas con etiquetas adhesivas, debe orientar al cumplimiento de los cronogramas y al tiempo de la marcación.

Por eso, se tuvo indicadores relacionada con evaluar los tiempos, que son métricas de duración. En la tabla 17, se relacionan.

**Tabla 17.**

*Indicadores para el proceso de marcación con etiquetas adhesivas*

<b>Nombre</b>	<b>Definición</b>	<b>Formula del calculo</b>	<b>Fuente de información</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Meta</b>	<b>Estado inicial</b>	<b>Estado final</b>
Cumplimiento de la producción	Miden si están marcando las piezas planificadas con etiquetas adhesivas	$\frac{\text{Piezas marcadas/ piezas programadas}}{100}$	Listado de los proyectos	Mensual	> 95%	0%	95%
Porcentajes de piezas correctamente marcadas	Evalúa la calidad del marcado con etiqueta adhesiva	$\frac{\text{Piezas correctas / total piezas marcadas}}{100}$	Listado debe incluir legibilidad, ubicación correcta y información completa	Mensual o por proyecto	> 85%	0%	90%
Tasa de rechazo reproceso	Mide errores en la marcación	$\frac{\text{Piezas rechazadas / total piezas marcadas}}{100}$	Listado y permite identificar fallas en equipos, operarios y material	Mensual	> 0%	20%	5%
Tiempo de marcación por pieza	Evalúa la eficiencia del proceso	$\frac{\text{Tiempo total de marcación / número de piezas}}{100}$	Listado de los proyectos y ayuda a mejorar la productividad	Mensual	> 90%	0%	95%
Tiempo de búsqueda de las piezas	Mide la disminución del tiempo en	Tiempo de búsqueda de	Listado y permite medir el tiempo de búsqueda	Mensual	> 0%	20%	5%

metálicas en campo	la búsqueda de piezas en campo	piezas / total piezas x 100					
Cumplimiento de la trazabilidad	Verifica que cada pieza este correctamente identificada	Piezas con información correcta / total piezas x 100	Documento control de calidad	Mensual	> 90%	0%	95%
Productividad del operario	Mide el rendimiento del personal	Número de piezas marcadas / tiempo de trabajo	Documento control de calidad	Mensual	> 90%	0%	95%
Porcentaje de mejora (reducción en tiempo)	Reducción en tiempo para la mejora	Mejora (%) tiempo anterior- tiempo actual / tiempo anterior x 100	Registro del tiempo en el sitio de construcción	Por proyecto	30 min	1 hora	1 hora
Productividad	Mide la productividad en tiempo	productividad: tiempo anterior / tiempo actual	Registro del tiempo en el sitio de construcción		30 min	3 horas	1 hora

### 5.5 Estrategias de socialización en la organización

Existen varias estrategias de socialización en la organización para hacer seguimiento y control a la implementación de la marca de piezas con etiquetas adhesivas industrial, lo cual se sustenta en expertos como Ardila et, al, (2015) y Calderón (2016) y que se relacionan:

- ✓ Definir el objetivo. Es necesario tener claro el objetivo, que es socializar el proceso de marcación de piezas metálicas con etiquetas adhesivas, para dar conocer el proceso, lograr que el personal entienda y generar compromiso y aplicación.
- ✓ Identificar el público objetivo. Definir a quien va dirigido la socialización, en este caso a los directivos, líderes, operativos y otros que participan en el área de producción de piezas metálicas.
- ✓ Adaptar el mensaje según el público. Ajustar el contenido a cada público, sean los directivos o líderes, los especialistas y operativos, dando respuesta por que se implementa la marcación con etiquetas adhesivas, los beneficios y los cambios que esto implica.
- ✓ Diseñar los materiales de apoyo, preparando los recursos visuales y claros que faciliten la comprensión como son presentaciones en power point, infografías, videos explicativos y los instructivos.
- ✓ Programar las actividades, organizándolo con un cronograma
- ✓ Realizar las jornadas de socialización. Desarrollando las actividades a través de charlas, presentaciones, talleres participativos y espacios para preguntas.
- ✓ Generar espacios de retroalimentación. Escuchar al personal, a partir de encuestas, buzón de sugerencias y reuniones abiertas.
- ✓ Capacitar al personal mediante talleres prácticos, simulación de casos e instructivo.
- ✓ Hacer seguimiento continuo, verificando que la marcación con etiquetas adhesivos industrial tiene sus beneficios, con acciones de reuniones de seguimiento indicadores de cumplimiento e informes de avance.
- ✓ Reconocimiento e incentivos. Refuerza el compromiso como reconocer las buenas prácticas, incentivar resultados y destacar los equipos comprometidos.

**Figura 39**

*Reunión para socializar el proceso*



Nota. Capacitación sobre búsqueda, marcación de las piezas y ubicación de las etiquetas adhesivas

**Figura 40**

*Reunión para socializar el proceso con operarios*



Nota. Capacitación sobre búsqueda, marcación de las piezas y ubicación de las etiquetas adhesivas

## 6. Conclusiones

El plan de mejoramiento al proceso de marcación de piezas metálicas se realizó en la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., líder en la industria en el tema de diseño y fabricación de estructura metálicas, siendo una necesidad de apoyar para estandarizar actividades que conlleven a disminuir los riesgos, tiempo y el aspecto financiero.

Se inició con un diagnóstico al área de producción de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S, sobre el estado actual del proceso de marcación de piezas metálicas, lo cual se realizaba en forma manual y eso significó aumento de hallazgos en la marcación superficial, falta de estandarización y tiempo en la búsqueda de las piezas en el sitio de la obra o en la instalación de la estructura, identificándose dos alternativas y se seleccionó el etiquetado adhesivo industrial.

Con apoyo de los resultados del diagnóstico, a partir de las debilidades, se elaboró un plan de mejoramiento, con propuestas que de alguna forma aporta significativamente al proceso de marcación manual para pasar a la marcación con etiquetas adhesivas industriales.

En la propuesta de ampliar información sobre los datos de orden de producción se tuvo en cuenta la información, donde se logró evidenciar el modelado del proyecto con Visor Trimble Connect, los planos son generados con el software Tekla y los listados de las partes, materiales, producción, perfiles, tornillería, perforaciones y visores.

Sobre la comunicación, se tuvo en cuenta la democratización de los datos de las bases de datos y se estructuró los listados de las piezas metálicas, generando las etiquetas y la forma de la impresión.

De igual forma, se propuso un plan de capacitación para todo el personal en visor 3D para más personal, pues se evidenció que ese conocimiento sólo lo tienen líderes de proyecto y se presentan retardo de la información.

El cambio de marcación manual a marcación con etiquetas adhesivas industriales, se elaboraron dos instructivos, el primero para la numeración de las piezas metálicas, donde se estandariza la forma de la numeración con prefijos y con el tipo específico de las piezas, así mismo el instructivo de la marcación, donde se especificó que hay una marcación guía y está se complementa con la etiqueta adhesiva, se muestra las figuras y la estandarización del sitio donde se ubicarán las etiquetas.

Se hizo unas pruebas con el nuevo sistema de marcación con etiquetas digitales, donde se estandarizó la colocación y la entrega en el sitio de la obra de la instalación de la estructura.

De igual forma, se realizó una evaluación del proceso, en especial el incremento en la marcación con la etiqueta adhesiva, cumpliendo con los tiempos en el cronograma, disminución en un 5% las piezas que presentaron reprocesos, el tiempo ahora solo es de una hora en buscar piezas cuando antes era de 3 horas, la revisión de planos por medir las piezas se disminuyó considerablemente y solo se emplea 1 hora cuando antes era de 5 horas, adicional con los instructivos se mejora la comunicación para el personal nuevo y que no dependa tanto de otros con más experiencias.

Es de resaltar que se hizo una evaluación en la reducción de tiempos pasando de 6 minutos a 3,4 minutos, es decir con un mejoramiento del 43%, lo cual fue significativo para la organización los resultados del plan de mejoramiento.

Los indicadores sirven de base para el control y medición de tiempos, con relación al cumplimiento de las ordenes de producción, porcentajes de piezas correctamente marcadas, tasa de rechazo reproceso, tiempo de marcación de piezas, cumplimiento de la trazabilidad y productividad del operario, se definió el tiempo de aplicación y la meta en un tiempo prudencial para su evaluación.

Sobre las estrategias de socialización, se tuvo en cuenta aportes de Ardila et, al, (2015) y Calderón (2016), con componentes para que los mensajes lleguen directamente a los participantes del proceso de marcación de piezas metálicas, se hicieron las reuniones respectivas.

## **7. Recomendaciones**

El plan de mejoramiento realizado al proceso de marcación de piezas metálicas de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S., debe ser evaluado con frecuencia, con el fin de que las propuestas sean aplicadas en su totalidad, teniendo en cuenta que se presentaron falencias que debe ser superadas para la disminución de tiempo y en lo económico.

La capacitación del personal es indispensable, teniendo en cuenta que es una empresa industrial y tienen varios aspectos técnicos, por consiguiente, es importante democratizar la información, para unificar criterios.

La empresa GARCÍA VEGA S.A.S, cuenta con correos institucionales y plataformas, lo cual es una ventaja para que la comunicación fluya en todas las áreas de la organización, sobre los instructivos.

Implementar y comunicar la información contenida en los instructivos para la numeración de piezas metálicas, así como la marcación, con el fin de ser aplicada y evaluada de forma constante, para eso, se realizaron pruebas que fueron muy satisfactoria y los indicadores son una forma de medir el nivel de cumplimiento.

Continuar utilizando las estrategias de socialización, con el fin de unificar criterios, con relación a los instructivos, lo cual permitirá a los directivos, planificadores y el personal involucrado, lograr disminuir las deficiencias encontradas, mejorar la productividad y la competitividad de la organización.

### Referencias bibliográficas

- Ardila, J., Ruíz, E., & Castro, I. (2015). Estudio comparativo de sistemas de gestión del aprendizaje: Modle y Tutor. *Revista Academia y Virtualidad No. 8*, 54- 65.
- Armada de Proyectos. (2026). *Partes de una estructura metálica: componentes esenciales y función estructural*. From <https://armada-proyectos.com/blog/partes-de-una-estructura-metalica/>
- Barnes, R. (1980). *Motion and time study: Design and measurement of work*. Wiley.
- Bedoya, J., & Cortés, M. (2020). *Diseño de un plan de mejoramiento para el área de producción de las empresa "muebles Acevedo" basado en la metodología Lean Manufacturing*. From [extension://mjdgandcagmikhlbjnilkmfjnjeamfikk/https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/0f6967b40bec0a4b5d3790249b7dd85e3d85bf3c.pdf](https://mjdgandcagmikhlbjnilkmfjnjeamfikk/https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/0f6967b40bec0a4b5d3790249b7dd85e3d85bf3c.pdf)
- Breznik, M., Buchmeister, B., & Vujoca Herzog, N. (2023). Assembly Line Optimization Using MTM Time Standard. *Applied Sciences*, 13(, 10.
- Byers, B. S., Cheriya-mulla, S., Evason, J., Hall, D., & De Wolf, C. (2022). *Using engraved QR codes to connect building components to materials passports for circular construction (Conference paper)*. *European Conference on Computing in Construction*. From [https://ec-3.org/publications/conferences/EC32022/papers/EC32022\\_226.pdf](https://ec-3.org/publications/conferences/EC32022/papers/EC32022_226.pdf)
- Calderon, J. (2016). Socialización y compromiso organizacional: una revisión a partir del bienestar laboral. *Enseñanza y Psicología No. 21*, 239- 247.
- Carlsson, R. (2022). *Labelling material and components for digital traceability (Master's thesis)*. *DiVA Portal*. From <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1703338/FULLTEXT02.pdf>

Chiavenato, I. (2001). *Administración: Proeso administrativo*. McGraw Hill.

Congreso de Colombia. (2003). *Ley 872 de 2003*. From

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=11232>

Congreso de la República. (2012). *Ley 1562 de 2012*. From

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48365>

Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: Reengineering work through information technology*. Cambridge,: Harvard Bussines Press.

Dessler, G., & Valera, R. (2009). *Administración de Recursos Humanos*. Mexico: Prentice Hall.

Eisner. (2021). *¿Cómo mejorar la eficiencia de los procesos? ProcessMaker*. From

<https://www.processmaker.com/es/blog/improve-process-efficiency/>

Estructuras Metálicas de Bogotá. (2026). *Tendencias en estructuras metálicas en Colombia para 2026*. From <https://estructurasmetalicasenbogota.com/blog/tendencias-en-estructuras-metalicas-en-colombia-para-2026/>

GARCIA VEGA SAS. (2026). *¿Quienes somos?* From <https://garciavega.co/quienes-som>

García, J. (2023). *Diseño e implementación de un plan de mejora en el proceso productivo de la ladrillera El Noral S.A.S para garantizar la calidad del producto final*. From <https://hdl.handle.net/10495/36706>

George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw - Hill.

Hammer, M., & Champy, J. (1993). *ingeniería de la corporación: Un manifiesto para la revolución empresarial*. Nueva York: Harper Collins.

Henrie, M., Bloxham, S., & Smith, P. (2010). *Feasibility study of RFID technology for construction load tracking. (Technical report)*. From

- [https://scholarworks.alaska.edu/bitstream/handle/11122/7549/M.Henrie-et-al\\_RFID-Technology-for-Construction-Load-Tracking\\_Final-10.07.pdf](https://scholarworks.alaska.edu/bitstream/handle/11122/7549/M.Henrie-et-al_RFID-Technology-for-Construction-Load-Tracking_Final-10.07.pdf)
- Hernández Sampieri, C. (2010). *Metodología de la investigación- Quinta Edición*. Mexico: McGraw HILL.
- Juran, J. M. (1992). *Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services*. New York: Free Press.
- Kaplan , R. S., & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating strategy into action*. Cambridge,: Harvard Business Press.
- Kotter, J., Kim, W., & Mauborgne, R. (2011). HBR's 10 must reads on change management (including featured article" Leading Change," by John P. Kotter). *Harward Business Press*, 78.
- Lay de León, R., Acevedo, A., & Acevedo, J. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial No. 43*, 30- 48.
- Lin , Y., Su, Y., & Chen , Y. (2014). *Developing Mobile BIM/2D barcode-based automated facility management system. Scientific World Journal*. From <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4163285/>
- Lu, W., & Korman, T. (2011). Scenarios for applying RFID technology in construction project management. *Automation in Construction*, 142- 150.
- Lu, W., & Korman, T. (2011). Scenarios for applying RFID technology in construction project management. *Automation in Construction*, 143- 150.
- Ministerio del Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019*. From [extension://mjdgandcagmikhlbjnilkmfnjeamfikk/https://www1.funcionpublica.gov.co/do](https://www1.funcionpublica.gov.co/extension://mjdgandcagmikhlbjnilkmfnjeamfikk/)

cuments/34645357/34703621/Resolucion\_0312\_de\_2019.pdf/3c93008d-dd8e-8b0d-e5ea-ec6699db86e7

- Mittal, A., Gupta, P., & Singh, S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon* No. 9, 3.
- Monroy, L., & Simbaqueba, N. (2017). *La importancia de los indicadores de gestión en las organizaciones colombianas*. From [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2476&context=adminstracion\\_de\\_empresas](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2476&context=adminstracion_de_empresas)
- Morawiriski, L. (2022). *Application of laser barcode technology to sheet metal: analysis of barcode recognition accuracy after marking and finishing processes (Article / conference)*. . From <https://bibliotekanauki.pl/articles/27313506.pdf>
- Neely, A., Gregory, M., & Plantts, K. (2005). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1228- 1263.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. New York: Productivity.
- Parks, P. A. (2011). *Automatic identification technologies in steel fabrication (Article)*. *Modern Steel Construction*. From [https://www.aisc.org/globalassets/modern-steel/archives/2011/07/2011v07\\_automatic\\_id.pdf](https://www.aisc.org/globalassets/modern-steel/archives/2011/07/2011v07_automatic_id.pdf)
- Presidencia de la República. (2015). *Decreto 1074 de 2015*. From <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=76608>

- Quiroa. (2020). *Cuello de producción (producción)*. *Economipedia*. From <https://economipedia.com/definiciones/cuello-de-botella-produccion.html>
- Rivas, A. (2022). *Biotechnology for Metal Mechanic Industrial Waster*. En línea En: *Biotechmology for treatment of Residual Wastes Containing Metals*, pp 99-108. New York: River publishers, 2022 ISBN9781003337386. From Biotechnology for Metal Mechanic Industrial Waster. En línea En: *Biotechmology for treatment of Residual Wastes Containing Metals*, pp 99-108. New York: River publishers, 2022 ISBN9781003337386
- Robles, J., & Recio, R. (2010). La Gestión del Recurso Humano y el poder en las organizaciones. *Revista Academica de Investigación*, 9.
- Rodriguez, Y. (2017). *Fabricantes de ingeniería en acero*. From <https://www.vanguardia.com/economia/nuestros-empresarios/2017/12/10/garcia-vega-fabricantes-de-ingenieria-en-acero/>
- Serrano , L., & Ortíz, N. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Estudios gerenciales No. 28*, 13- 22.
- Sydle. (2021). *Estandarización de procesos ¿Cómo aplicarla y cuál es la mejor herramienta para ello? Gestión de Procesos*. From <https://www.sydle.com/es/blog/estandarizacion-de-proceso60f723cfb2503757979bb13b>
- Valero, E., Adán, A., & Cerrada , C. (2015). Evolution of RFID Applications in Construction: A Literature Review. *Sensors (Basel)*, No. 15 (7):15988-6008.
- Zellner, G. (2011). A structured evaluation of business process improvement approaches. *Business process management journal No. 17*, 203- 237.