



**Propuesta de mejora del proceso logístico relacionado con el abastecimiento y
almacenamiento de materias primas de la empresa CMA.**

Maria Fernanda Correa Morales*

Juliana Escobar Sánchez**

Gabriela Espitia Rincón**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en ingeniería de procesos**

Magister en Inteligencia de negocios*

Director (a):

Andrés Felipe Guarnizo Saavedra

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Programa Inteligencia de Negocios *

Programa de Ingeniería de Procesos**

Bogotá, Colombia

2025

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 02/10/2025

Este trabajo lo dedicamos
con todo nuestro cariño y gratitud a
nuestras familias, por ser nuestro
pilar en cada paso, por su amor,
paciencia y enseñanzas invaluable.

Agradecimientos

Agradecemos sinceramente al profesor Andrés Felipe Guarnizo por su orientación constante y valiosas observaciones durante todo el proceso.

Gracias a la Universidad EAN por los recursos brindados, que fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional y ánimo constante en los momentos de dificultad.

Y a todas las personas que participaron y colaboraron con esta investigación, sin cuya ayuda este proyecto no habría sido posible.

Resumen

Este trabajo de grado presenta una consultoría profesional realizada en la empresa CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., cuyo propósito fue analizar y optimizar los procesos logísticos de abastecimiento y almacenamiento de materias primas, mediante la aplicación de herramientas de mejora continua y un enfoque cualitativo basado en la observación directa y entrevistas al personal involucrado en las operaciones logísticas.

La investigación se desarrolló bajo una metodología estructurada en cinco etapas: comprensión del reto organizacional, formulación de la ruta de solución, recolección de información secundaria y primaria, diagnóstico integral y, finalmente, la propuesta de mejora. Debido a la disponibilidad operativa de la empresa, no fue posible aplicar un estudio de tiempos y movimientos; en su lugar, se realizó un análisis cualitativo que permitió identificar las principales causas de ineficiencia y las oportunidades de mejora dentro del flujo de materiales.

El diagnóstico evidenció problemas asociados a la falta de estandarización, la dependencia de registros manuales, la limitada trazabilidad de materiales y la ausencia de un sistema integrado de planeación logística. A partir de estos hallazgos, se diseñó una propuesta de mejora orientada a optimizar el flujo interno de materiales, mediante la implementación de un sistema ERP con módulo MRP, la organización de las áreas logísticas bajo principios Lean (5S y estandarización de procesos) y la adopción de controles digitales de trazabilidad.

Los resultados obtenidos reflejan avances cualitativos en la organización y el control del proceso logístico, evidenciando una mayor fluidez en la gestión de inventarios, una comunicación más efectiva entre áreas y una mejora en la trazabilidad de la información. El proyecto, en este sentido, se encamina al fortalecimiento del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa, promoviendo la eficiencia, la sostenibilidad y la mejora continua de sus operaciones logísticas.

Palabras clave: logística de abastecimiento, almacenamiento, observación directa, mejora continua, trazabilidad, gestión de calidad.

Abstract

This thesis presents a professional consultancy conducted at CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., whose purpose was to analyze and optimize the logistics processes for supplying and storing raw materials. This was achieved through the application of continuous improvement tools and a qualitative approach based on direct observation and interviews with personnel involved in logistics operations.

The research was developed using a five-stage methodology: understanding the organizational challenge, formulating the solution, collecting secondary and primary information, conducting a comprehensive diagnosis, and finally, proposing improvements. Due to the company's operational limitations, it was not possible to conduct a time and motion study; instead, a qualitative analysis was performed to identify the main causes of inefficiency and opportunities for improvement within the material flow.

The diagnosis revealed problems associated with a lack of standardization, reliance on manual records, limited material traceability, and the absence of an integrated logistics planning system. Based on these findings, an improvement proposal was designed to optimize the internal flow of materials through the implementation of an ERP system with an MRP module, the organization of logistics areas according to Lean principles (5S and process standardization), and the adoption of digital traceability controls.

The results obtained reflect qualitative progress in the organization and control of the logistics process, demonstrating greater fluidity in inventory management, more effective communication between departments, and improved information traceability. In this sense, the project aims to strengthen the company's Quality Management System, promoting efficiency, sustainability, and continuous improvement of its logistics operations.

Keywords: supply chain logistics, warehousing, direct observation, continuous improvement, traceability, quality management.

Contenido

Lista de Tablas	12
Lista de Figuras.....	13
Introducción	14
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Justificación	18
Marco Institucional.....	20
Marco Contextual y Conceptual	27
<i>Análisis de tiempos y movimientos:.....</i>	<i>28</i>
<i>Definición de causa-efecto:.....</i>	<i>32</i>
<i>Flujo de proceso:</i>	<i>33</i>
<i>Análisis de datos y sistemas de información:</i>	<i>33</i>
Diseño Metodológico de la Consultoría	36
Diagnóstico Organizacional.....	42
Resultados de la Solución	54
Conclusiones y Recomendaciones.....	63
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	64

Referencias.....	66
A. Anexo.	69
Brief de Alcance de la captura de información primaria – Universidad Ean.....	69
B. Anexo.	72
Entrevista realizada a operario de la empresa CMA	72

Lista de Tablas

Tabla 1.	36
Tabla 2.	42
Tabla 3.	47
Tabla 4.	51
Tabla 5.	57

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1.....	21
Figura 2.....	22
Figura 3.....	22
Figura 4.....	23
Figura 5.....	23
Figura 6.....	24
Figura 7.....	50
Figura 8.....	60

Introducción

La presente consultoría profesional se desarrolla en el campo de la gestión de operaciones, logística y mejora de procesos organizacionales en la industria metalmeccánica, alineándose con las líneas de investigación de la Maestría en Gerencia de Proyectos, específicamente en los ejes de productividad, innovación y sostenibilidad empresarial. En este contexto, el estudio busca diagnosticar, analizar y proponer soluciones a los problemas de abastecimiento y almacenamiento de materiales en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., empresa que se desempeña en el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas. La relevancia del tema radica en la necesidad de fortalecer la competitividad de las organizaciones industriales mediante la implementación de prácticas eficientes de gestión de inventarios, digitalización de procesos y estandarización de metodologías que respondan a los retos actuales de la industria 4.0.

El planteamiento del problema parte de la revisión de Evans y Lindsay (2020) y Jacobs (2022) coinciden en que la administración de operaciones requiere cada vez más de sistemas digitales integrados para garantizar la precisión en inventarios y la eficiencia en la producción. De igual forma, investigaciones recientes muestran que la digitalización de procesos logísticos en manufactura ha reducido costos en hasta un 20% y mejorado la trazabilidad en un 30% (Hardgrave, 2009; Investopedia, 2024). En el contexto nacional, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI (2023) señala que más del 40% de las empresas manufactureras reportan dificultades en la planeación y el control de sus cadenas de abastecimiento debido al uso de métodos manuales y la ausencia de tecnologías de gestión, lo que se traduce en demoras operativas y sobrecostos en

proyectos de gran envergadura.

En el caso particular de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., el objeto de diagnóstico se centra en los procesos de abastecimiento y almacenamiento de materiales. Actualmente, la empresa enfrenta limitaciones como el registro manual en hojas de cálculo, la marcación artesanal de materiales, la baja frecuencia de inventarios cíclicos, la falta de estudios de tiempos y movimientos, y la ausencia de un sistema formal para la gestión y aprovechamiento de retales. Estas condiciones generan pérdida de trazabilidad, reprocesos, mayor consumo de tiempo en la recepción y control de materiales, y riesgos de incumplimiento frente a clientes y proveedores. La situación evidencia la necesidad de un rediseño integral de los procesos, incorporando tanto herramientas tecnológicas como prácticas de gestión modernas que fortalezcan la eficiencia y competitividad de la organización.

A partir de lo anterior, la pregunta de investigación que orienta la presente consultoría es: ¿Cuál es la mejor alternativa de solución para optimizar los procesos de abastecimiento y almacenamiento en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., garantizando la trazabilidad de los materiales, la reducción de tiempos improductivos y la mejora en la eficiencia operativa de la organización?

Para dar respuesta a este interrogante, el documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta el diagnóstico organizacional, en el que se analizan tanto las capacidades internas como las condiciones externas que inciden en el desempeño logístico de la empresa. En segundo lugar, se identifican las oportunidades de mejora, donde se formulan propuestas técnicas y estratégicas fundamentadas en la literatura especializada y en teorías aplicadas al análisis desarrollado para la consultoría, entre ellas la Teoría de la Administración Científica de Frederick W. Taylor (1900s). Esta

teoría usada como base para el diseño de la propuesta de solución, apoyada en principios como la descomposición del trabajo en tareas elementales, el cronometraje de actividades para determinar tiempos estándar, la selección y entrenamiento científico del personal, y la implementación de incentivos basados en la productividad, explícitos en los resultados de la solución en la etapa 2 (1–3 meses): Realizar estudios con cronómetro industrial y observación, etapa 3 (3–4 meses): Definir tiempos estándar y rediseñar métodos de trabajo y etapa 4 (5–6 meses): Capacitar operarios en nuevos métodos. En tercer lugar, se presentan los resultados de la propuesta, donde se detallan los beneficios esperados en términos de productividad, eficiencia y sostenibilidad. Posteriormente, se exponen las conclusiones y recomendaciones, que sintetizan los hallazgos del estudio y ofrecen lineamientos para la implementación gradual de las soluciones planteadas. Finalmente, se incluye la bibliografía en formato APA, que respalda el análisis y las propuestas desarrolladas.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta integral para optimizar los procesos logísticos de abastecimiento y almacenamiento de la empresa CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., mediante la aplicación de herramientas de gestión continua y el análisis cualitativo de los procesos, alineada con los criterios del Sistema de Gestión de Calidad, que permita aumentar la eficiencia, fortalecer la trazabilidad y consolidar la gestión operativa.

Objetivos específicos

- Contextualizar el proceso logístico de abastecimiento y almacenamiento de la empresa, identificando los factores internos y externos que inciden en su desempeño, con base en teorías de gestión de operaciones, logística industrial y sistemas de calidad.
- Caracterizar las condiciones actuales del proceso logístico mediante la observación directa y entrevistas al personal, con el fin de reconocer debilidades, oportunidades de optimización y causas raíz de las ineficiencias detectadas.
- Analizar las relaciones entre los factores logísticos, operativos y de calidad, utilizando herramientas de diagnóstico como el diagrama causa–efecto y el mapeo de procesos, para determinar los puntos críticos que afectan la eficiencia.
- Diseñar una propuesta de optimización logística, incorporando principios de la filosofía Lean (5S, estandarización, flujo continuo) y soluciones tecnológicas (ERP–MRP), orientada a mejorar la eficiencia operativa y la trazabilidad de materiales.
- Proponer un plan de implementación y seguimiento que promueva la mejora continua del flujo de movimientos internos, definiendo las acciones necesarias para su ejecución y asegurando su alineación con los objetivos del Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa.

Justificación

El proyecto de consultoría que se desarrollará para CMA Ingeniería y Construcción, centrado en el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de abastecimiento de materiales, es fundamental para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. Según Cuevas Arteaga, González Montenegro, Torres Salazar y Valladares Cisneros (s.f.), este tipo de análisis busca eliminar movimientos inefectivos, agilizar las actividades y garantizar su ejecución con seguridad. De igual forma, Meyers y Stewart (2013) destacan que el estudio de tiempos y movimientos permite identificar y eliminar actividades innecesarias, lo que contribuye directamente a reducir costos, mejorar la productividad y asegurar la calidad de los procesos. Posteriormente, permite generar una secuencia más eficiente de movimientos que maximiza el uso del tiempo, los insumos y la energía. En consecuencia, esta herramienta se convierte en un recurso esencial para lograr una ventaja competitiva en un entorno empresarial dinámico.

En particular, el sector de fabricación de estructuras metálicas se caracteriza por su alta competitividad y la constante fluctuación en los costos de materias primas, lo que hace indispensable contar con procesos internos ágiles, eficientes y bien estructurados. Este proyecto tiene el potencial de generar un impacto directo en la rentabilidad de CMA Ingeniería y Construcción, al reducir desperdicios y mejorar recursos clave.

Desde el punto de vista académico, el proyecto ofrece un alto valor teórico y formativo, al permitir que sean aplicados conocimientos fundamentales de ingeniería industrial y gestión de procesos. El uso de metodologías como el análisis de tiempos y movimientos y la evaluación de costos operativos fomenta el aprendizaje práctico en contextos reales de procesos. Así, los conocimientos adquiridos se traducen en mejoras concretas, que benefician tanto a la empresa como al equipo ejecutor del estudio.

El proyecto contribuye al desarrollo sostenible debido a que las mejoras en eficiencia no solo reducen costos energéticos y emisiones asociadas al transporte interno de materiales, sino que también mejora el uso de insumos y las condiciones laborales al disminuir la sobrecarga física del personal. Estos avances tienen un impacto positivo tanto en el entorno ambiental como en la comunidad local.

Teniendo en cuenta las propuestas generadas en esta consultoría, la empresa podrá tomar decisiones fundamentadas en datos reales, obtenidos mediante la observación directa del proceso. Esto facilitará la implementación de mejoras efectivas dentro de su Sistema de Gestión de Calidad.

Finalmente, la viabilidad del proyecto está respaldada por la disponibilidad de tiempo, recursos y el compromiso de la empresa. Es importante recalcar que el acceso a las instalaciones de CMA Ingeniería y Construcción para realizar el diagnóstico, así como a la información necesaria para el análisis de costos y movimientos, es necesaria para lograr llevar a cabo el estudio y proponer mejoras dentro de un marco de tiempo realista. Además, se evaluarán los recursos financieros y humanos necesarios para implementar las soluciones, asegurando su alineación con las capacidades y expectativas de la organización.

Marco Institucional

CMA es una empresa fundada en 1975, dedicada al diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para uso industrial y comercial en Latinoamérica. Cuenta con aproximadamente de 201 a 500 empleados. Su objetivo es el crecimiento sostenido de largo plazo con la rentabilidad esperada por los accionistas, a través de la ejecución de proyectos de alta calidad enfocados en la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente y demás partes interesadas.

Cuentan con un equipo humano competente, consciente y participativo en el mejoramiento continuo del Sistema Integrado de Gestión HSEQ, dando cumplimiento a los requisitos de ley aplicables en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, Medio Ambiente, requisitos del cliente y aquellos suscritos por la organización, buscando: hacer un uso responsable de los recursos, prevenir la contaminación ambiental, proporcionar espacios de trabajo seguros y saludables, identificar peligros, riesgos, aspectos e impactos ambientales, aplicar metodologías de evaluación de riesgos y oportunidades para la toma de acciones enfocadas a la mejora continua de la organización, controlar y/o eliminar los riesgos que puedan originar daños a la propiedad, incidentes ambientales, accidentes de trabajo, enfermedades laborales, pérdidas tangibles e intangibles, mantener espacios de participación y consulta para los trabajadores y representantes, preparar al personal en la prevención y atención de situaciones de emergencia. Para conseguirlo, la Gerencia está comprometida a facilitar los recursos necesarios que garanticen el correcto funcionamiento de los procesos y el bienestar de todos los trabajadores, contratistas y subcontratistas.

CMA funciona de acuerdo con la demanda de proyectos solicitados y de la misma forma, prioriza de acuerdo con la necesidad del cliente. Su producción puede alcanzar las 600 toneladas

al mes con dos turnos de 12 horas. Su proceso inicia realizando los planos preliminares en el programa TEKLA, cada proyecto cuenta con un código específico garantizando la trazabilidad e identificación necesaria con el fin de minimizar riesgos. Como resultado, se observa la simulación en 3D evidenciando cantidades de material, días de trabajo, etc.

Con ayuda de esta información, inician el proceso de intervención con proveedores para coordinar el inventario y luego almacenar las materias primas, tales como láminas de acero de diferentes calidades como A36, A572, A709, etc. Cuenta con dos espacios delimitados para la recepción, sin embargo, durante el proceso de producción la materia prima puede encontrarse en diversos lugares de la planta.

Figura 1.

Área de almacenamiento sector 1.



Nota: Se le denomina sector 1 al sitio donde se acopla las láminas de acero de acuerdo con sus características. Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Figura 2.

Área de almacenamiento sector 2.



Nota: Se le denomina sector 2 al sitio donde se deja de manera provisional las vigas y/o estructuras laterales. Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Figura 3.

Área de almacenamiento sector 3.

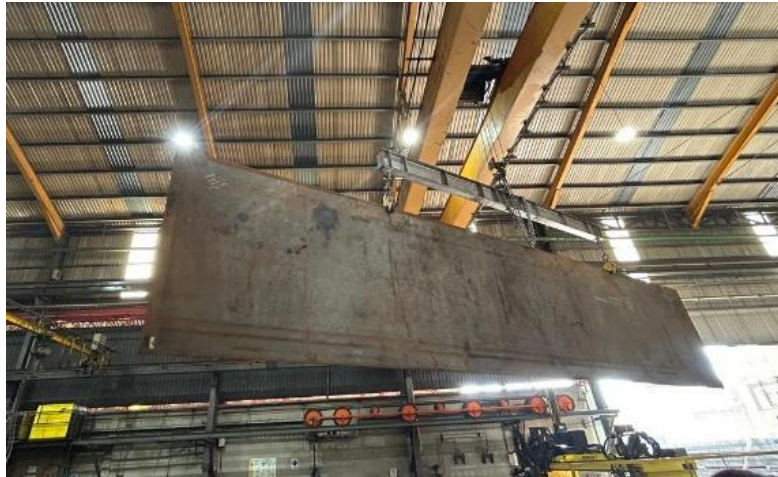


Nota: Se le denomina sector 3 al sitio donde se acopla las piezas más pequeñas de las estructuras a fabricar y se almacena de acuerdo al proyecto. Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Posteriormente, el material es transportado a las máquinas de corte, mediante puente grúas de 10 y 5 toneladas de acuerdo con el requerimiento.

Figura 4.

Transporte mediante puente grúas.



Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Figura 5.

Área de corte mediante laser.



Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Posteriormente, ingresa al área de perforación, granallado (sistema automático de

limpieza de perfiles y lámina le permite conseguir el grado de limpieza y perfil de anclaje requerido en perfiles hasta de 1.2m x 0.8m). Después, pasa al proceso de armado y soldadura de acuerdo con los planos suministrados y a la orden de producción.

Figura 6.

Máquina de corte FICEP.



Nota: Máquinas para el corte Lineal de piezas de menor tamaño, donde se requiere taladro o punzonado. Maquina fabricada por el grupo FICEP. Tomada de: Planta de CMA ingeniería y construcción.

Finalmente, si se requiere pasa a limpieza nuevamente y pintura. Cabe mencionar que todo proceso es liberado por el área de calidad donde se realiza liberación por medio de inspección visual, dimensional, soldadura, ultrasonido y radiografías.

CMA ofrece productos, tales como: edificaciones en acero para proyectos industriales y comerciales como estructuras para edificios industriales, de oficinas, centros comerciales,

centros de distribución (CEDI) o mezanines; infraestructura pública, participando en diversas etapas de la construcción del sistema Transmilenio, suministrando estaciones, puentes, rampas de acceso, pasarelas y pasos elevados; también la construcción de infraestructura deportiva, incluyendo estadios y coliseos, etc.

Por otro lado, ofrece servicios de diseño de estructuras funcionales y seguras, servicios CNC para el procesamiento parcial de lámina y perfiles de acero. También, ofrecen el servicio de montaje en todo el territorio colombiano y en algunos casos para otros países de la región, garantizando la correcta instalación siempre de la mano del diseño y el uso de cada estructura.

Esta empresa, cuenta con certificaciones bajo estándares internacionales de calidad, como la norma ISO 9001:2015, por Bureau Veritas, ya que la calidad hace parte importante de sus actividades en todo nivel y la satisfacción de sus clientes es el eje transversal de todos los procesos.

En el marco del IX Congreso internacional de la Construcción con Acero, celebrado del 28 al 30 junio de 2023 en Bogotá, el ICCA reconoció el esfuerzo y dedicación de las empresas, profesionales y estudiantes que trabajan incansablemente para lograr construcciones seguras, estables y sostenibles. El ICCA y ACESCO COLOMBIA SAS, premian las mejores obras en ingeniería y arquitectura con estructura de acero en Colombia. El concurso tiene como objetivo resaltar obras concebidas con estructura de acero, como una solución constructiva con grandes ventajas arquitectónicas, estructurales y ambientales, permitiendo crear construcciones innovadoras por su alta flexibilidad y costos competitivos. Veintitrés participantes de todo el país se postularon en la tercera versión de los PREMIOS ICCA – ACESCO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CON ACERO, agrupados en cuatro categorías así: 3 en la categoría EDIFICIOS; 11 en la categoría GENERAL; 5 en la categoría INDUSTRIA y 4 en la categoría PUENTES. La empresa CMA obtuvo el premio en la categoría PUENTES por el suministro,

fabricación transporte y montaje para el puente vehicular tipo cajón armadas en acero A709 Gr. 50W- luz libre de 60ml de la vía Pamplona-Cucuta desarrollado desde su planta en Bogotá (Premios ICCA 2023 – ICCA).

CMA actualmente está posicionado en el mercado de las estructuras metálicas en acero en Bogotá, Colombia. Este mercado ha tenido un crecido considerablemente en los últimos años debido a la demanda en diversos sectores, esto se debe a que cada día más la urbanización y el crecimiento de las ciudades han impulsado la necesidad. En base a lo anterior, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, el sector de la construcción en Colombia creció un 10.8% en 2021, y se espera que continúe en expansión debido a proyectos de infraestructura y vivienda (DANE, 2022). Lo que conlleva a que, el Plan Nacional de Desarrollo 2020-2024 contemplara una inversión significativa en infraestructura, que incluye carreteras, puentes y proyectos de transporte que requieren estructuras metálicas (Bogota.gov.co, s.f.). Lo anterior también implica un aumento en la demanda del acero, según la Asociación Colombiana de Productores de Acero (ACPA), la demanda de acero en Colombia alcanzó aproximadamente 4.2 millones de toneladas en 2022, un aumento en comparación con años anteriores, reflejando el crecimiento en construcción y obras públicas (EMR, 2023).

Marco Contextual y Conceptual

El desarrollo de la presente consultoría está enfocado en la mejora de tiempos y movimientos relacionados a el proceso de abastecimiento y almacén de la empresa CMA, considerando la importancia que requiere la correcta planificación y ejecución de estas áreas de la compañía para obtener procesos más productivos que reduzcan tiempos antes de pasar al proceso de producción, contemplando que según Rojas López, Guisao Giraldo, & Cano Arenas, (2011) la previsión de la demanda es de las actividades con mayor importancia dentro de cualquier empresa, debido a que en este proceso se proporcionan los datos básicos de entrada para la planificación y el control de todas las áreas funcionales y permite más exactitud y asertividad en la toma de decisiones referentes al cuándo y cuánto comprar.

En el ámbito logístico, el proceso de abastecimiento comprende la planificación, selección y evaluación de proveedores, la negociación y el control de entregas, garantizando la disponibilidad de insumos en el momento oportuno. Una gestión eficiente del abastecimiento permite mejorar la calidad, reducir los costos totales y minimizar los riesgos de desabastecimiento (Jacobs, 2022).

Por su parte, la gestión de almacenamiento se orienta al control físico y administrativo de las materias primas, productos en proceso y terminados. Coyle et al. (2017) destacan que una adecuada administración de inventarios contribuye a mantener la continuidad operativa, reducir pérdidas y aprovechar de manera óptima el espacio disponible.

Ambos procesos conforman el eje central del sistema logístico empresarial, donde la eficiencia se mide por la capacidad de garantizar el flujo continuo de materiales con el menor

consumo posible de recursos. Para Evans y Lindsay (2020), la mejora de la productividad en este tipo de operaciones depende directamente de la eliminación de actividades que no agregan valor y de la implementación de prácticas de mejora continua.

En consecuencia, el fortalecimiento del abastecimiento y almacenamiento en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. no solo busca optimizar el flujo interno, sino también alinear sus prácticas con los criterios del Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9001:2015), promoviendo un enfoque integral de eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad.

Teniendo en cuenta la necesidad planteada de mejorar y reducir tiempos relacionados al proceso de abastecimiento y almacén de los materiales usados en la fabricación de estructuras metalmecánicas, se consideran diferentes métodos que promueven la mejora continua de estos procesos, permitiendo un incremento en la productividad de las organizaciones y que también permitan analizar el rendimiento general de la empresa, identificando oportunidades para la aplicación de forma gradual que permitan el desarrollo de procesos más estandarizados, eficaces y de esta manera también un mejor rendimiento que permita la reducción de costos y la mejora en los procesos de calidad.

Análisis de tiempos y movimientos:

El análisis de tiempos y movimientos va muy ligado a la ingeniería de métodos que según Palacios Acero, L. C, (2009) comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio, el estudio de movimientos y el cálculo de tiempos para responder preguntas tales como: ¿Qué método debe seguir y cuál debe ser la distribución de materiales, herramientas, accesorios

y equipos en la estación de trabajo?, ¿Cómo puede una persona desempeñar más efectivamente las actividades que se le asignan?, ¿Cómo debe cargar y descargar las máquinas y acelerar su puesta en marcha?, ¿Cómo debe ser el manejo, transporte y almacenamiento de los materiales y productos terminados?. Todo esto con el fin de medir el trabajo para asignar cargos, teniendo en cuenta los niveles de habilidad de las personas, los grados de mecanización, las condiciones de trabajo y el volumen o cantidad de los productos o servicios; adicionalmente se busca el aprovechamiento de recursos humanos, del espacio en sus tres dimensiones, de los equipos y eliminar toda clase de desperdicios.

En su libro, Ingeniería de métodos movimientos y tiempos, Palacios Acero, L. C asegura que dentro de las variantes que pueden afectar el rendimiento se encuentran: procedimientos de ejecución, equipo y herramientas utilizadas, localización de los lugares con los que deben interrelacionarse, puestos de trabajo, preparación de las actividades, abastecimientos oportunos, tipo de dirección, calidad de los ejecutantes, movimientos, ambiente y retribuciones percibidas.

En este trabajo usamos como ejemplo el trabajo de Frank Gilbreth en el expone el mejoramiento de los métodos y movimientos para la construcción de edificios. Según Gilbreth y Gilbreth (1917) cada albañil tenía su propio método de trabajo y no había dos que hicieran el trabajo exactamente de la misma forma, estas observaciones permitieron encontrar la mejor forma de ejecutar dicha tarea, perfeccionar los métodos, sustituir los movimientos por más cortos y menos fatigosos. Según Gilbreth (como se cita en Kanigel, 1997), los estudios de métodos y movimientos en la construcción permitieron mejorar la productividad de los albañiles, se tomaron fotografías de albañiles trabajando y de su estudio se obtuvo conclusiones para aumentar la producción entre sus obreros, se inventó un andamio que podía elevarse rápida y

sencillamente para la colocación de ladrillos en la construcción, con un aparejo ordinario que permitía mantener en todo momento el nivel más conveniente para evitar que el operario se tuviera que agachar, tenía una bandeja para sostener los ladrillos y el mortero a una altura conveniente para el obrero. La preselección de ladrillos y el mantenimiento de la mezcla a la humedad adecuada permitió pasar de 120 ladrillos con 18 movimientos a 375 ladrillos por albañil por hora con 5 movimientos. Según Gifford, J, (2021) Frank Gilbreth creía en la mejora de la eficiencia mediante la eliminación de movimientos inútiles y la simplificación de los procesos. También abogaba por la formación de los trabajadores y la colaboración con los gerentes para identificar y resolver problemas por lo que se centró en mejorar la productividad y la eficiencia a través de la estandarización y la simplificación del trabajo y la formación de los trabajadores.

Otra teoría que podemos traer a colación es la de la administración científica establecida por Frederick Winslow Taylor, el cual consideraba 4 principios que fundamentan la eficiencia de la gerencia racional científica, según Taylor, F. W., Fayol, H., & Hitz Lender, H, (2016), el primer principio consiste en reemplazar el empirismo por el conocimiento científico, es decir, analizar, codificar y organizar toda la información empírica existente en la empresa. El segundo principio consiste en seleccionar y entrenar científicamente al trabajador de tal manera que se pueda desarrollar al máximo posible su prosperidad y la de la empresa. El tercer principio consiste en dirigir el trabajo basado en la colaboración de los trabajadores y como cuarto principio para la eficiencia, la gerencia debe asumir su responsabilidad de planear y dirigir el trabajo e inspirar a los trabajadores a ejecutarlo conforme a sus bases científicas.

De acuerdo con Andrade, Del Río, & Alvear, (2019) el objetivo que tiene un estudio de

tiempos y movimientos es mejorar o eliminar elementos innecesarios de los procesos que pueden afectar la calidad, productividad y seguridad de la producción, afirmado por medio de conclusiones definidas a la aplicación de este análisis en el proceso productivo de una empresa Ecuatoriana de fabricación de calzado, en la cual se aplicó este estudio permitiendo identificar que el origen del problema se encontraba en los métodos de trabajo, ya que se presentaba un cuello de botella en el área de costura, en el cual se logró por medio del análisis que aplicaron, definir las tareas y movimientos, para estandarizar la producción de calzado y equilibrar la línea de trabajo. Razón por la cual se plantea evaluar por este medio los procesos de abastecimiento y almacenamiento de las materias primas de CMA, buscando identificar tareas que reduzcan la productividad del proceso y que retrasen la producción de las estructuras metalmecánicas que la empresa tenga por demanda en el proceso de producción.

Adicionalmente, la expectativa del presente estudio de tiempos y movimientos pretende definir las actividades que disminuyen la productividad en el proceso de producción de la empresa CMA, considerando la importancia de este proceso para identificar cuellos de botella y posibles malas prácticas en el proceso de abastecimiento y almacén que perjudiquen de manera general el rendimiento de los procesos y la calidad de la producción, teniendo presente que según Bello Parra, Murrieta Domínguez, & Cortes Herrera, (2020) el estudio de tiempo y movimiento es una herramienta que sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación, es decir, una perspectiva general de la operación total de un proceso que permitirá definir un plan de mejora de las actividades consistente y efectivo, como también, considerando que un área importante para la mejora continua de los procesos es la reducción de tiempos, según Evans & Linsay, (2020) estas

reducciones sirven para dos propósitos. Primero, aceleran los procesos de trabajo de modo que la respuesta para el cliente se mejore. Segundo, sólo pueden lograrse al racionalizar y simplificar los procesos para eliminar los pasos que no agregan valor como, el retrabajo.

Asimismo, los lineamientos planteados en el libro Celdas de Manufactura de Kenichi Sekine (1984) complementan la importancia del análisis de tiempos y movimientos, al enfatizar la organización de los recursos productivos en celdas autónomas que optimizan el flujo de materiales y reducen los tiempos de espera. Este enfoque, alineado con la filosofía Lean Manufacturing, refuerza la importancia de diseñar procesos más eficientes, trazables y sincronizados, en coherencia con los objetivos del Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa.

Definición de causa-efecto:

Una vez se realiza la definición del problema o causa que genera el cuello de botella o retraso en los procesos productivos de la organización, es necesario identificar las causas que hacen que ocurra la problemática identificada con el fin de poder establecer las soluciones que permitan mejorar la productividad del proceso, teniendo en cuenta que Gutiérrez Pulido, (2020) afirma que una vez que queda bien definido, delimitado y cuantificado un problema, es necesario investigar sus causas. El diagrama de causa-efecto de Ishikawa es una herramienta de especial utilidad para esto, ya que es un método gráfico por medio del cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas, por lo que permite identificar con claridad las causas que generan reprocesos dentro de las diferentes áreas de una organización, que es lo que se busca realizar en la presente consultoría para los procesos de abastecimiento y almacén de la empresa CMA, considerando que según Rajadell Carreras, (2021) con los resultados obtenidos, es posible reducir los defectos y mejorar la calidad, ya que con la

corrección de las causas disminuirá el número de defectos, lo que permite mejorar la productividad de los diferentes procesos dentro de la empresa.

Flujo de proceso:

Tener una adecuada definición del flujo general del proceso permite que se cuente con una definición clara de la funcionabilidad y estructura general en la que se encuentra el proceso a evaluar y además identificar las actividades específicas que generan ineficiencias y reducción de la productividad, es por esta razón que además de establecer el problema y las diferentes causas y efectos, también es necesario identificar y definir la estructura clara del proceso que se está evaluando. Los diagramas de flujo de procesos son adecuados para representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, pues según Manene, (2011) estos diagramas sirven como herramienta para facilitar la comprensión del funcionamiento, además de ser útil para analizar el proceso actual, proponer mejoras, conocer los clientes y proveedores de cada fase y representar los controles.

Análisis de datos y sistemas de información:

Es importante considerar que la estructuración de datos también es de vital importancia en cuanto a la toma de decisiones, contar con una adecuada base de datos y herramientas de visualización ayuda en la toma de decisiones y a la efectividad de las organizaciones, por ende, para mantener los procesos de abastecimiento y almacén, además de identificar los procesos que se puede reestructurar para incrementar los niveles de productividad, también es de vital importancia para mantener estos cambios, contar con una adecuada gestión del proceso, esto se puede lograr con un control o cuadro de mando integral que permita integrar los principales factores clave de cada una de las actividades que componen los procesos, considerando que

según Gan & Triginé, (s.f.) el Cuadro de Mando Integral se está convirtiendo en una de las herramientas más utilizadas en empresas y organizaciones competitivas de este siglo XXI.

En este contexto, es fundamental reforzar algunos conceptos clave que articulan el sistema logístico, la productividad y la mejora continua, con el fin de sustentar técnicamente la propuesta de intervención en los procesos de abastecimiento y almacenamiento de CMA.

El abastecimiento de materiales es un proceso estratégico que garantiza la disponibilidad de los insumos necesarios para la producción o prestación de servicios, impactando directamente en la eficiencia y continuidad operativa. Involucra actividades como la planificación de compras, evaluación de proveedores, negociación de condiciones y gestión de entregas. Según Jacobs (2022), una gestión eficaz del abastecimiento permite mejorar la calidad, reducir los costos totales y minimizar los riesgos de desabastecimiento, contribuyendo significativamente al rendimiento integral de la organización.

En relación con ello, la productividad es una métrica clave que evalúa la eficiencia con la que se utilizan los recursos en la generación de bienes o servicios. Se mide como la relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados, ya sean materiales, humanos o financieros. Para Evans y Lindsay (2020), mejorar la productividad implica identificar actividades que no agregan valor y rediseñar los procesos para maximizar el rendimiento por unidad de insumo.

La eficiencia operativa se refiere a la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos utilizando el menor número posible de recursos. Este concepto está íntimamente ligado a la reducción de desperdicios, el control de calidad y la mejora continua de tiempos, movimientos y los materiales. Una operación eficiente contribuye no solo al ahorro de costos, sino también al incremento de la competitividad organizacional (Jacobs, 2022).

Dentro de este enfoque, los estudios de tiempos y movimientos permiten analizar las

tareas que ejecutan los operarios y los flujos de trabajo, con el objetivo de identificar redundancias, mejorar métodos y establecer estándares operacionales. Según Bello Parra, Murrieta Domínguez y Cortés Herrera (2020), este tipo de estudios ayuda a determinar los tiempos estándar de ejecución, facilitando la programación de actividades, la asignación de recursos y la eliminación de movimientos innecesarios que afectan la productividad.

Por su parte, el manejo de inventarios constituye una función central en la logística empresarial, permitiendo controlar y organizar los bienes almacenados, ya sean materias primas, productos en proceso o productos terminados. Una gestión de inventarios efectiva garantiza la disponibilidad oportuna de materiales para producción, reduce pérdidas por obsolescencia o deterioro y mejorar el espacio de almacenamiento. Coyle et al. (2017) destacan que un sistema de inventarios bien administrado es clave para asegurar una operación fluida y alineada con los objetivos financieros de la empresa.

Finalmente, la mejora continua es un principio transversal que impulsa a las organizaciones a cuestionar y perfeccionar constantemente sus procesos, mediante pequeños cambios sostenibles en el tiempo. Evans y Lindsay (2020) afirman que este enfoque sistemático permite adaptarse con agilidad a las exigencias del entorno, elevar la calidad y aumentar la satisfacción del cliente interno y externo. Aplicar este principio al proceso logístico de CMA Ingeniería y Construcción implica una revisión periódica de prácticas, medición de desempeño y ejecución de ajustes en las áreas críticas como abastecimiento, inventarios y distribución de materiales.

Estos elementos conceptuales permiten establecer una base sólida para el análisis de las actividades logísticas de CMA Ingeniería y Construcción, orientando la propuesta de mejora hacia un enfoque integral y sostenible.

Diseño Metodológico de la Consultoría

El objetivo principal de esta consultoría es mejorar el proceso de abastecimiento y el flujo de materiales dentro de la planta de CMA Ingeniería y Construcción a través de un estudio de tiempos y movimientos. Este estudio permitirá identificar ineficiencias, mejorar la productividad y reducir costos, centrándose en la distribución de materiales, manejo de inventarios y transporte interno dentro de la planta.

Teniendo en cuenta la metodología propuesta por la universidad EAN se realizará el proceso de consultoría en 5 pasos los cuales se describen en la tabla 1 donde se especifica cómo se realizará la captura de información primaria y secundaria en cada una de las etapas:

Tabla 1.

Pasos propuestos para el desarrollo de la consultoría en la empresa CMA

Proceso	Descripción	Captura de información secundaria	Captura de información primaria
Entendimiento del reto	Este primer paso busca comprender a fondo el problema relacionado con el proceso de abastecimiento y almacenamiento en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S.	Se recopilará y analizará información proveniente de fuentes documentales internas de la empresa, como reportes previos de producción, auditorías internas, y datos históricos del flujo de materiales. Además, se revisará la literatura existente	Se realizarán entrevistas con el director de abastecimiento, así como con los operarios encargados del movimiento y recepción de materiales, para obtener sus perspectivas sobre los problemas actuales del proceso. En el anexo 1 de este

	<p>Aquí se llevará a cabo un diagnóstico inicial para identificar las principales áreas de oportunidad dentro del proceso logístico de la empresa.</p>	<p>sobre mejores prácticas en la gestión de la cadena de suministro y estudios sobre tiempos y movimientos en industrias similares. Por otro lado, se realizará el análisis PESTEL para evaluar el impacto de los factores y se aplicarán las Cinco fuerzas de Porter para analizar la competitividad del sector.</p>	<p>documento se encuentra el brief de alcance de la captura de información primaria, en donde se especifica la descripción, los resultados esperados y la información que se requiere sea suministrada por parte de la empresa para el entendimiento del contexto inicial.</p>
<p>Propuesta de ruta de solución</p>	<p>Propuesta inicial para la solución del problema, basada en el análisis del entendimiento del reto. El objetivo es definir un plan de acción claro que oriente las fases posteriores del estudio.</p>	<p>Se analizarán casos de estudio y benchmarking de otras empresas del sector metalúrgico que hayan implementado mejoras en sus procesos logísticos, con el fin de identificar prácticas aplicables a CMA.</p>	<p>A través de sesiones de trabajo con el equipo directivo de CMA, se definirán los objetivos específicos de la solución propuesta y las expectativas de mejora en términos de tiempos y costos.</p>
<p>Captura de información secundaria</p>	<p>La recolección de información secundaria se centra en</p>	<p>Se recopilarán informes de producción anteriores, reportes de gestión de inventarios y</p>	

	<p>el análisis de datos existentes para comprender las causas subyacentes de las ineficiencias en el proceso de abastecimiento y almacenamiento.</p>	<p>registros de operaciones logísticas en la planta. Además, se revisarán normas y estándares de la industria metalúrgica y de la cadena de suministro (como la ISO 9001:2015) que puedan influir en la mejora del proceso. Este análisis permitirá detectar patrones históricos en los tiempos de producción, movimientos internos de materiales y posibles cuellos de botella en la logística.</p>	
<p>Captura de información primaria</p>	<p>En esta fase, se realizará un estudio de campo para obtener datos directos que permitan validar y complementar la información secundaria recolectada previamente.</p>		<p>Se aplicarán entrevistas semiestructuradas a los operarios responsables del manejo de materiales y al personal de almacén. También se usarán grupos focales con el director de abastecimiento y su equipo de trabajo para explorar las percepciones sobre las áreas de mejora.</p>

<p>Propuesta de solución</p>	<p>Con la información primaria y secundaria recolectada y analizada, se desarrollará una propuesta de mejora específica que apunte a resolver las ineficiencias detectadas en el proceso de abastecimiento y almacenamiento.</p>	<p>Se consultarán estudios sobre mejora logística, análisis de tiempos y movimientos en la industria, y modelos de gestión de inventarios. También se evaluarán soluciones tecnológicas disponibles, como la automatización del manejo de materiales o sistemas de monitoreo en tiempo real, que puedan ser implementadas en CMA.</p>	<p>Se trabajará en conjunto con los responsables de las áreas clave en la empresa para ajustar y validar la propuesta de solución, asegurando que sea viable tanto operativa como financieramente. Se realizarán pruebas piloto con el nuevo diseño de flujo de materiales para medir la efectividad de las mejoras propuestas.</p>
------------------------------	--	---	---

Tomado de: Fuente de elaboración propia

Instrumentos de investigación

- **Instrumentos cualitativos:** Entrevistas semiestructuradas, grupos focales.
- **Instrumentos cuantitativos:** Diagramas de flujo de procesos, listas de chequeo, cuestionarios, y análisis de Pareto.

Esta metodología permitirá abordar el problema de manera integral y ofrecer una solución robusta basada en datos cualitativos y cuantitativos, ajustada a las necesidades de CMA Ingeniería y Construcción.

Población y muestra:

- Población: Todos los trabajadores y operadores involucrados en el proceso de abastecimiento y transporte de materiales dentro de la planta.

$$N = 35 \text{ operarios}$$

- Muestra: Se seleccionará un grupo representativo de operadores y actividades clave para el estudio de tiempos, basado en el volumen de trabajo y las áreas de mayor incidencia dentro del proceso.

$n = \text{Tamaño de la muestra}$

$N = \text{Poblacion}$

$Z = \text{Nivel de confianza}$

$p = \text{Proporcion esperada}$

$e = \text{Margen de error}$

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * (1 - p)}$$
$$n = \frac{35 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.05^2 * (35 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$
$$n = \frac{33.61}{1.040} = 32 \text{ operarios}$$

De acuerdo con lo anterior, se realizó la captura de información primaria por medio de la aplicación de entrevistas al personal de empresa para poder recolectar datos que permitan entender la tendencia y comportamientos actuales en los procesos de almacenamiento y abastecimiento, con el fin de poder analizar la situación y buscar opciones de mejora frente al estado actual de los procesos. Esto significa que, de acuerdo con la muestra representativa de la población total, se debe evaluar 32 operarios elegidos aleatoriamente, con un 95 % de confianza y un margen de error de ± 5 % para toda la población. Sin embargo, debido a las restricciones de acceso a la información, la poca disponibilidad de tiempo de la empresa y la cantidad de empleados a los que se logró entrevistar, se realizó un muestreo por conveniencia la cual es una técnica no probabilística en la que se selecciona personal en base a su disponibilidad y

accesibilidad.

Para esta fase de la investigación se optó por la aplicación de un método cualitativo, en tanto que, como señalan Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2023), este enfoque resulta idóneo para la comprensión de fenómenos desde la perspectiva de los actores que los experimentan, permitiendo captar con mayor precisión la complejidad de la realidad organizacional. Bajo este marco, se aplicó la encuesta consignada en el Anexo 2 al operario encargado de las actividades de recepción, marcación y ubicación de materiales, tales como láminas y perfiles, con el propósito de recoger insumos directamente vinculados a la práctica cotidiana. El análisis de las respuestas permitió identificar oportunidades de mejora relevantes para el desarrollo del anteproyecto. No obstante, dichas oportunidades serán contrastadas y validadas en conjunto con la persona directamente involucrada en el proceso de abastecimiento, con el fin de establecer su pertinencia y viabilidad dentro de los objetivos estratégicos de la organización.

Diagnóstico Organizacional

De acuerdo con la información recopilada y definida dentro del diseño metodológico del estudio, se procede a realizar un análisis detallado de los datos y de los resultados obtenidos. Este análisis busca establecer un diagnóstico claro que permita identificar los aspectos más relevantes y determinantes del funcionamiento actual de los procesos logísticos de abastecimiento y almacenamiento.

Para iniciar, el análisis PESTEL, el cual se muestra en la tabla 2, permite comprender el entorno macroeconómico de la empresa ya que es fundamental para el pensamiento estratégico lo cual impactar su desempeño, sostenibilidad y capacidad de adaptación. Hay que tener en cuenta que los factores externos que causan una influencia directa en las operaciones y en las decisiones de la organización, como cambios en la legislación, crisis económicas, transformaciones tecnológicas o movimientos sociales pueden abrir oportunidades significativas o generar amenazas críticas si no se identifican a tiempo.

Tabla 2.

Análisis PESTEL empresa CMA

Dimensión	Descripción
P Político	<ul style="list-style-type: none">• En Colombia existe incertidumbre asociada a los cambios de gobierno y sus enfoques sobre el desarrollo vial y estructural del país, así como de la inversión pública y asociación con el sector privado.• Nuevas oportunidades planteadas en el Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) y los proyectos de vías 5G, los cuales ayudan a impulsar la constante construcción nacional.

	<ul style="list-style-type: none">• Las obras viales, puentes, terminales logísticas y estaciones de transporte son campos donde las estructuras metálicas son clave.• Las movilizaciones sociales, bloqueos y huelgas pueden afectar la cadena de suministro o el montaje en campo. Así como también, la polarización política también puede impactar la estabilidad de contratos públicos o generar incertidumbre tributaria.
<p>E Económico</p>	<ul style="list-style-type: none">• El acero y otros insumos pueden depender de importaciones. La volatilidad del dólar estadounidense afecta directamente el costo de producción.• El peso colombiano ha sido históricamente volátil, lo que puede inflar presupuestos o reducir márgenes.• Altas tasas de interés (como las vistas hasta 2024) encarecen el financiamiento de proyectos para clientes públicos y privados, lo que puede reducir la demanda o demorar cierres de contratos.• El sector construcción en Colombia es cíclico y altamente influenciado por decisiones macroeconómicas y políticas.• CMA depende del comportamiento de sectores como minería, logística, comercio y energía (que demandan infraestructura metálica).• Existe potencial de crecimiento mediante *alianzas público-privadas (APP)*, especialmente si CMA se posiciona como proveedor estructural confiable.
	<ul style="list-style-type: none">• Las ciudades intermedias están creciendo rápidamente en Colombia. Este fenómeno impulsa la construcción rápida y modular, campo donde las estructuras metálicas son ideales.

<p>S Social</p>	<ul style="list-style-type: none">• Hay mayor valoración por sistemas constructivos eficientes, sostenibles y con menor impacto ambiental, lo cual favorece a empresas como CMA frente a sistemas tradicionales (concreto, ladrillo).• La industria de construcción en Colombia ha sido históricamente riesgosa. CMA debe demostrar altos estándares de seguridad industrial para cumplir normativas y retener talento especializado.• Empresas que gestionan bien su impacto social (empleo local, responsabilidad ambiental, trato justo) son preferidas por clientes institucionales y corporativos.
<p>T Tecnológico</p>	<ul style="list-style-type: none">• El sector de estructuras metálicas está siendo impactado por nuevas tecnologías como el diseño asistido por computadora (CAD/BIM), lo cual permite optimizar diseños estructurales, reducir errores y mejorar la coordinación con otros actores del proyecto.• La automatización en procesos de fabricación (corte láser, soldadura robotizada, control numérico computarizado) mejora la eficiencia, calidad y tiempos de entrega. CMA puede incrementar su competitividad invirtiendo en estas tecnologías.• Las soluciones prefabricadas y modulares están ganando terreno, permitiendo montar estructuras más rápido y con menor impacto en obra. Esto representa una oportunidad clara para CMA.• La adopción de sistemas de gestión digital (ERP, trazabilidad de materiales, control de inventarios y costos en tiempo real) mejora la productividad y la toma de decisiones basadas en datos.

<p>E Ecológico</p>	<ul style="list-style-type: none">• El marco regulatorio (Ley 99 de 1993, y normativas de la ANLA y Min Ambiente) obliga a empresas industriales a demostrar manejo de residuos, emisiones, y uso responsable de recursos.• Las estructuras metálicas pueden alinearse con certificaciones LEED o EDGE, gracias a su menor huella de carbono, reciclabilidad y eficiencia térmica.• CMA podría posicionarse como proveedor para proyectos sostenibles, si refuerza sus prácticas ambientales.• Las obras civiles ahora consideran eventos extremos (inundaciones, sismos, calor excesivo). Las estructuras metálicas tienen ventajas por su flexibilidad estructural y rapidez de ejecución.• Clientes institucionales e internacionales valoran materiales con trazabilidad ecológica. CMA puede mejorar su perfil incorporando acero reciclado o procesos de bajo impacto.
<p>L Legal</p>	<ul style="list-style-type: none">• Colombia exige cumplimiento de la NSR-10 (Reglamento de Construcción Sismo Resistente).• El incumplimiento puede derivar en sanciones, pérdida de contratos o siniestros reputacionales.• El Ministerio del Trabajo impone estrictas normas de seguridad industrial, especialmente en montaje y operación de maquinaria pesada. Esto implica capacitaciones, EPP y protocolos permanentes.• CMA cuenta con ISO 9001:2015, que exige mantener altos estándares en procesos, documentación y mejora continua. También puede ser requerida en licitaciones públicas.

	<ul style="list-style-type: none">• Contratos con entidades públicas o internacionales implican cláusulas severas de cumplimiento, penalidades, y garantías, por lo que la gestión legal debe ser sólida.
--	---

Tomado de: Fuente de elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que la empresa opera en un entorno lleno de oportunidades estratégicas donde se ve influenciado por la inversión pública en infraestructura y la volatilidad en los precios de sus materias primas, lo que genera una ardua gestión financiera. También, es un sector dependiente del crecimiento urbano y la demanda por construcciones rápidas favoreciendo las estructuras metálicas, sin embargo, la incorporación de tecnologías como ERP mejora la competitividad. Finalmente, el entorno legal impone desafíos en términos de normativas constructivas y laborales, pero también establece un marco que favorece la estandarización y calidad, elementos clave para el liderazgo en el sector.

Por otro lado, es importante el análisis de las Cinco Fuerzas de Porter, realizado en la tabla 3, debido a que permite realizar el análisis de la competencia actual, amenazas, ingreso de nuevos actores o la aparición de productos sustitutos que puedan desplazar su oferta. Además, permite evaluar el poder que tienen los clientes para imponer precios o condiciones, así como la dependencia frente a los proveedores de insumos clave.

Tabla 3.

Cinco fuerzas de Porter empresa CMA

Fuerza de Porter	Descripción	Impacto
Poder de negociación de los clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Los clientes de CMA incluyen entidades públicas, grandes constructoras y empresas del sector industrial, que suelen tener poder de compra considerable. • En contratos grandes (licitaciones públicas o alianzas público-privadas), los compradores pueden imponer condiciones exigentes, solicitar certificaciones específicas (ISO, trazabilidad ecológica, NSR-10), y negociar precios agresivos. • El mercado ofrece múltiples opciones (fabricantes nacionales e importadores), los clientes tienen capacidad de comparar precios, tiempos y calidades. 	Alto el poder de negociación, especialmente en el sector público y grandes obras privadas.
Poder de negociación de los proveedores	<ul style="list-style-type: none"> • CMA depende de insumos como acero, soldaduras, recubrimientos, transporte y tecnología industrial. • Muchos de estos materiales son importados y están sujetos a la volatilidad del dólar, lo que reduce el control sobre los costos. • Los grandes proveedores de acero (nacionales e internacionales) tienen capacidad de influir en precios y condiciones de entrega. 	Poder de los proveedores medio a alto, especialmente por la dependencia de insumos

	<ul style="list-style-type: none"> • Si bien hay más de un proveedor por insumo, cambiar de proveedor implica costos logísticos, pruebas de calidad y riesgos operativos, lo cual fortalece su posición. 	importados y el tipo de cambio.
Amenaza de nuevos entrantes	<ul style="list-style-type: none"> • El mercado de estructuras metálicas tiene barreras de entrada moderadas: • Requiere inversión en maquinaria, tecnología, certificaciones (ISO, NSR-10), y personal calificado. • Sin embargo, no es un sector regulado de manera restrictiva, por lo que nuevos talleres o fabricantes pueden ingresar al mercado local o regional si cuentan con el capital inicial. • CMA puede mitigar esta amenaza si refuerza su reputación, invierte en automatización y ofrece servicios integrados (diseño, fabricación y montaje). 	Amenaza media, pero CMA puede diferenciarse con tecnología, certificaciones y confianza del mercado.
Amenaza de productos sustitutos	<ul style="list-style-type: none"> • El sustituto más directo de las estructuras metálicas en construcción es el uso de materiales tradicionales como concreto, madera o ladrillo. • Las estructuras metálicas ofrecen ventajas claras en términos de velocidad de montaje, modularidad, reducción de residuos y sostenibilidad (huella de carbono, reciclabilidad). 	Amenaza media, pero decreciente en sectores que valoran sostenibilidad y rapidez.

	<ul style="list-style-type: none"> • En proyectos logísticos, mineros o de infraestructura, no hay muchos sustitutos viables para el acero estructural. Pero en vivienda o pequeñas obras, el concreto aún domina. 	
Rivalidad entre competidores	<ul style="list-style-type: none"> • El mercado colombiano cuenta con varios actores establecidos y talleres regionales que compiten por contratos públicos y privados. • La competencia de precios es fuerte, especialmente en licitaciones. • Empresas que ofrecen tecnología, cumplimiento normativo y sostenibilidad tienen ventaja competitiva. • La entrada de fabricantes internacionales o importadores de estructuras prefabricadas también incrementa la competencia. • CMA necesita diferenciarse por calidad, cumplimiento, tecnología y rapidez de entrega para competir con éxito. 	Alta rivalidad, sobre todo en regiones donde hay múltiples oferentes y precios ajustados

Tomada de: Fuente de elaboración propia

El diagrama de causa-efecto (Ishikawa), el cual se muestra en la figura 7, identificó que las ineficiencias en el proceso de abastecimiento y almacenamiento de CMA se originan en seis categorías principales: métodos (procedimientos no estandarizados, comunicación informal), personas (sobrecarga laboral, capacitación insuficiente), tecnología (ausencia de ERP, trazabilidad manual), medio ambiente (almacén desorganizado), materiales (largos tiempos de importación, certificados con retraso) y gestión (falta de indicadores, planificación reactiva).

Figura 7.

Diagrama de causa efecto (Ishikawa)



Tomado de: Fuente de elaboración propia.

Estas causas raíz interactúan generando cuellos de botella, errores y retrasos, destacando la necesidad de soluciones integrales que aborden desde la automatización tecnológica hasta la estandarización de procesos y la capacitación del personal.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta el conjunto de preguntas aplicadas al operario, que indagaban sobre los métodos de gestión de inventarios, los tipos de errores en el proceso, la distribución del personal, la planeación de materiales, el manejo de sobrantes, las complicaciones en el mercado y los tiempos de importación, buscando conocer de forma específica el nivel de estandarización de los procedimientos, la eficiencia operativa de los flujos de trabajo, la identificación de cuellos de botella y el grado de dependencia de procesos manuales, con el objetivo fundamental de diagnosticar las causas raíz de las ineficiencias en la cadena de abastecimiento y almacenamiento desde la perspectiva del personal directamente involucrado en la ejecución de las actividades logísticas diarias.

A partir del diagnóstico, se identifican las fortalezas, así como las deficiencias y oportunidades de mejora en las prácticas logísticas. En consecuencia, se formula una propuesta estratégica orientada a mejorar los procedimientos internos, alineada con los criterios del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa. Esta propuesta, desarrollada en la tabla 4, tiene como objetivo no solo garantizar el cumplimiento de las normativas y estándares de calidad, sino también mejorar la eficiencia operativa, reducir posibles cuellos de botella y fortalecer la coherencia entre la planificación del abastecimiento y el control del almacenamiento.

Tabla 4.

Fortalezas, deficiencias y oportunidades de mejora en las prácticas logísticas

Proceso	Situación actual	Oportunidad de mejora
Proceso de trazabilidad y gestión de inventarios	La trazabilidad se gestiona mediante un cuadro de Excel y un sistema manual con un cuaderno, existen retrasos cuando los certificados no son consistentes o no llegan a tiempo y el inventario físico solo se realiza dos veces al año.	Implementar un sistema de gestión de inventarios (ERP) que integre trazabilidad en tiempo real, adicionalmente automatizar la captura de datos mediante códigos QR o RFID para minimizar los errores humanos y Aumentar la frecuencia de los inventarios físicos para mejorar el control de stock y reducir sorpresas operativas.
Marcación de materiales	El proceso de marcación es 100% manual y propenso a errores, como discrepancias en los seriales y se realiza por una sola persona, lo que retrasa el flujo en caso de alto volumen.	Incorporar tecnología de impresión automatizada o etiquetado para reducir errores, asignar personal adicional o rotativo en la marcación para equilibrar la carga laboral en momentos de alta demanda y establecer un control de calidad paralelo para detectar errores en tiempo real.

<p>Planeación de materiales y reducción de tiempos muertos</p>	<p>La planeación de materiales depende de listas manuales y comunicación directa, lo que puede ser ineficiente, además la importación de láminas toma hasta 3 meses, lo que impacta en la planeación del stock.</p>	<p>Utilizar software de planeación de recursos (MRP) para anticipar necesidades de material con base en proyectos activos y negociar acuerdos con proveedores para acortar los tiempos de entrega o asegurar stock en consignación.</p>
<p>Manejo de sobrantes y retales</p>	<p>La decisión sobre el uso de retales depende de producción, sin un proceso claro o automatizado.</p>	<p>Crear un procedimiento estándar para clasificar y almacenar retales reutilizables, como desarrollar un sistema de seguimiento para registrar el volumen y tipo de sobrantes disponibles.</p>
<p>Tiempos y movimientos inexistentes</p>	<p>No se han realizado estudios formales de tiempos y movimientos.</p>	<p>Realizar un análisis de tiempos y movimientos en cada etapa del proceso para identificar cuellos de botella y pasos redundantes y documentar métricas clave como tiempo promedio por tarea, porcentaje de errores y capacidad por persona para establecer líneas base.</p>
<p>Distribución del personal</p>	<p>Distribución del personal: 2 en la recepción de perfiles, 1 en láminas y bigas, 3 en partes pequeñas.</p>	<p>Evaluar si la distribución actual es eficiente en relación con la carga de trabajo en cada área y redistribuir personal o contratar temporalmente durante picos de trabajo en tareas críticas como marcación y trazabilidad.</p>
<p>Priorización y control del flujo de materiales</p>	<p>La llegada de materiales depende del jefe de almacén y su comunicación con los proveedores, además realizan inventarios</p>	<p>Crear un flujo automatizado para la priorización de pedidos basado en niveles de stock</p>

	semanales de láminas, pero no existe un proceso claro para prever agotamientos.	críticos e implementar un sistema de alertas tempranas para la reposición de materiales.
--	---	--

Tomado de: Fuente de elaboración propia

El diagnóstico organizacional permitió identificar que, si bien CMA opera en un sector con oportunidades de crecimiento impulsadas por la inversión en infraestructura y la demanda de construcciones eficientes, su competitividad se ve limitada por procesos logísticos internos obsoletos, dependientes de métodos manuales y carentes de integración digital. La conjunción del análisis externo (PESTEL y Porter) y el interno (entrevistas y evaluación de procesos) evidenció que la modernización tecnológica, la estandarización de procedimientos y la gestión basada en datos no son solo opciones de mejora, sino imperativos estratégicos para eliminar cuellos de botella, reducir costos operativos y asegurar la sostenibilidad de la empresa en un mercado cada vez más exigente.

Resultados de la Solución

Teniendo como base el análisis a la información recopilada en la empresa CMA, se establecen una serie de soluciones estructuradas con base en el diagnóstico de procesos clave como la trazabilidad de materiales, gestión de inventarios, marcación, planeación, uso de sobrantes, distribución del personal y priorización del flujo de materiales. Estas propuestas buscan resolver problemáticas identificadas en el funcionamiento actual, reducir errores operativos, aprovechar mejor los recursos y prepararse para una operación más digitalizada y resiliente.

Las soluciones planteadas priorizan la automatización, el uso de tecnologías de información (ERP, MRP, RFID), la estandarización de procesos y la toma de decisiones basada en datos, en línea con las mejores prácticas de la industria de manufactura y construcción.

Al implementar estas mejoras, CMA podrá no solo aumentar su eficiencia operativa, sino también fortalecer su capacidad para cumplir con estándares normativos, responder con agilidad al mercado y consolidarse como un proveedor confiable y sostenible en el sector de estructuras metálicas.

En la actualidad, la trazabilidad e inventario se gestionan de manera manual en Excel o cuadernos, con controles físicos semestrales que generan una alta probabilidad de errores y desactualización. Para modernizar este proceso, se propone implementar un sistema ERP con módulo de gestión de inventarios y trazabilidad en tiempo real, incorporando tecnología de escaneo con códigos QR o RFID desde la recepción de cada ítem. Asimismo, se plantea la realización de inventarios físicos trimestrales o cíclicos por familia de productos y la integración de certificados y documentos de calidad

directamente en el sistema. Con estas mejoras, se espera reducir errores humanos, contar con visibilidad inmediata del inventario y evitar las llamadas “sorpresas operativas”.

En cuanto a la marcación de materiales, actualmente se realiza de manera 100% manual, con dependencia de una sola persona y frecuentes errores en la serialización. La propuesta es implementar un sistema de etiquetado automatizado, complementado con impresoras industriales portátiles, así como asignar personal de apoyo rotativo en momentos de alta carga laboral. Además, se recomienda establecer un punto de control de calidad inmediato para detectar y corregir errores antes de que los materiales pasen al siguiente proceso. Con estas medidas se logrará reducir fallas por duplicación o marcación incorrecta, agilizar la entrega de materiales marcados y fortalecer la trazabilidad y el cumplimiento normativo.

Por otro lado, la planeación de materiales presenta limitaciones, ya que actualmente se basa en listas manuales y comunicación informal, lo que, sumado a los largos tiempos de importación, afecta la continuidad operativa y la eficiencia de la producción. Para anticiparse a estas dificultades, se propone la integración de un sistema MRP (Material Requirements Planning) conectado al ERP de la empresa, que permita prever las necesidades de materiales de acuerdo con el cronograma de proyectos.

Cabe diferenciar entre el MRP I, orientado únicamente a la planificación de requerimientos de materiales, y el MRP II (Manufacturing Resource Planning), que amplía su alcance al integrar los recursos de producción, la capacidad operativa, los costos y la planificación financiera. En este contexto, se recomienda la adopción del MRP II, ya que ofrece una visión integral de los procesos logísticos y productivos, permitiendo una planificación más precisa, una coordinación eficiente entre áreas y un

control completo de los recursos, factores clave para mejorar la trazabilidad, la calidad del servicio y la sostenibilidad operativa.

También se sugiere negociar acuerdos de consignación o reducción de tiempos de entrega con proveedores estratégicos y mantener un stock mínimo de láminas y materiales críticos, definido a partir de la rotación histórica y proyecciones de demanda. Estos ajustes permitirán reducir tiempos muertos, mejorar el control sobre el inventario disponible y mitigar el impacto de retrasos en importaciones.

Finalmente, en lo referente a tiempos y movimientos, se identifica que no existen estudios formales que permitan medir la eficiencia de cada tarea dentro de los procesos de recepción, almacenamiento, marcación y despacho. La propuesta consiste en realizar un estudio detallado de tiempos y movimientos en cada etapa, estableciendo líneas base de productividad tales como tiempo promedio por tarea, porcentaje de errores y capacidad por operario. Con esta información será posible balancear cargas de trabajo, planificar tiempos con mayor precisión y detectar cuellos de botella operativos. Entre los beneficios esperados destacan la identificación de oportunidades de mejora específicas, una mejor planificación de recursos y la toma de decisiones basada en datos reales.

De acuerdo con las oportunidades identificadas se muestra el análisis realizado y las fases para la implementación de estas en la tabla 5 donde se evidencia la duración, los responsables y los recursos necesarios para llevar a cabo esta propuesta:

Tabla 5.

Análisis de oportunidades y fases propuestas de implementación

Oportunidad	Análisis técnico y estratégico	Implementación sugerida
Digitalización y trazabilidad (ERP + MRP)	Migrar registros manuales a un ERP/MRP mejora visibilidad en tiempo real, reduce errores y sincroniza compras con producción.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fase 1 (0–2 meses): Selección del ERP con soporte en inventarios y trazabilidad. ✓ Fase 2 (3–6 meses): Migración de datos maestros (materiales, proveedores, órdenes). ✓ Fase 3 (6–9 meses): Configuración de MRP con niveles mínimos y máximos. ✓ Fase 4 (9–12 meses): Integración con móviles/lectores para captura en planta. ✓ Responsables: Gerente de TI y jefe de Abastecimiento. ✓ Recursos: Licencias de software, consultoría de implementación, capacitación al personal.
Automatización de marcación (RFID/QR)	RFID incrementa precisión en inventario, QR es más económico. La decisión depende	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Piloto QR (0–2 meses): Implementar en retales y piezas pequeñas. ✓ Piloto RFID (3–4 meses): Aplicar en láminas de alto valor. ✓ Estandarización (5–6 meses): Crear SOPs

	<p>del valor unitario, volumen y criticidad.</p>	<p>de marcación, control de calidad inmediato y puntos de validación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Escalamiento (6–12 meses): Ampliar cobertura RFID a lotes críticos. ✓ Responsables: Coordinador de Almacén y director de Mejora Continua. ✓ Recursos: Impresoras de etiquetas, lectores RFID/QR, software de integración.
<p>Estudios de tiempos y movimientos</p>	<p>Permiten establecer tiempos estándar, eliminar pasos sin valor agregado y balancear cargas laborales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Etapa 1 (0–1 mes): Seleccionar procesos críticos (recepción, marcación, ubicación). ✓ Etapa 2 (1–3 meses): Realizar estudios con cronómetro industrial y observación. ✓ Etapa 3 (3–4 meses): Definir tiempos estándar y rediseñar métodos de trabajo. ✓ Etapa 4 (5–6 meses): Capacitar operarios en nuevos métodos. ✓ Etapa 5 (6+ meses): Implementar tableros de indicadores y auditorías periódicas. ✓ Responsables: Ingeniero de Procesos y Supervisores de Planta. ✓ Recursos: Cronómetros industriales, software de medición, capacitación.
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diagnóstico (0–2 meses): Clasificación

<p>Planeación estratégica de abastecimiento</p>	<p>Negociar lead times y contratos de consignación reduce riesgos de desabastecimiento.</p> <p>Integración digital con proveedores.</p>	<p>ABC de materiales críticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Negociación (2–4 meses): Contratos de consignación con proveedores clave. ✓ Integración (4–8 meses): Implementación de EDI o conexión ERP con proveedores. ✓ Control (8–12 meses): Monitoreo de OTD (On-Time Delivery) y penalizaciones. ✓ Responsables: director de Compras y jefe de Abastecimiento. ✓ Recursos: Software ERP conectado con proveedores, contratos formales, reuniones de seguimiento.
<p>Gestión de retales</p>	<p>Un sistema formal para retales reduce compras de materia prima y desperdicios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fase inicial (0–1 mes): Crear espacios específicos en bodega para retales. ✓ Fase 2 (1–3 meses): Catalogar digitalmente retales (peso, dimensiones, calidad). ✓ Fase 3 (3–5 meses): Integrar catálogo en ERP y vincular con órdenes de producción. ✓ Fase 4 (6–12 meses): Monitorear uso de retales y reportar ahorro mensual. ✓ Responsables: Supervisor de Almacén y Coordinador de Producción. ✓ Recursos: Espacio físico, software ERP,

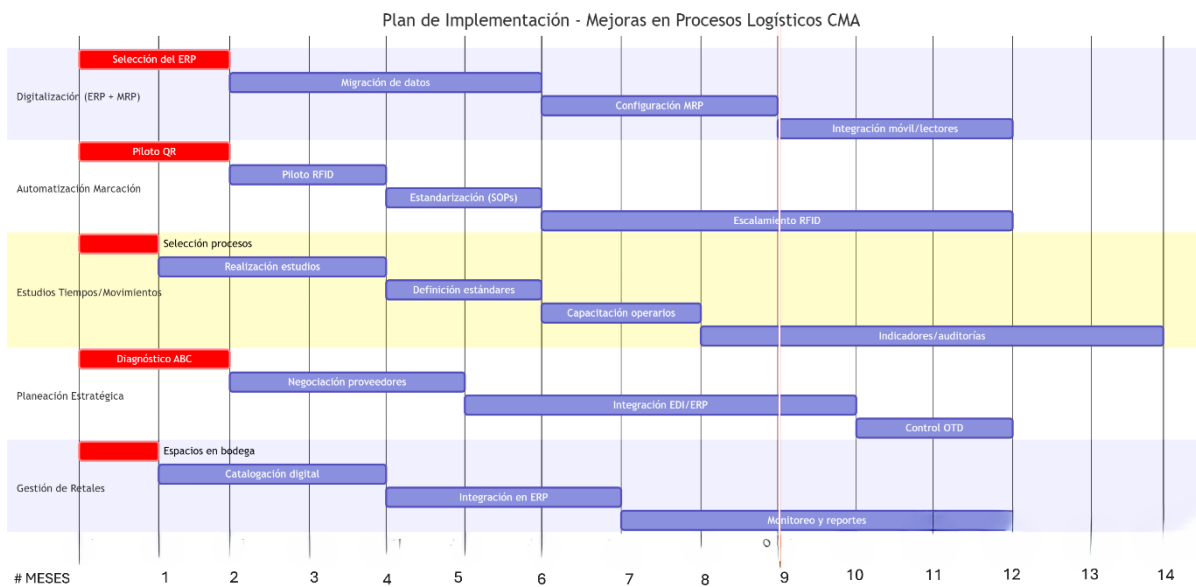
		escáner de códigos, capacitación al personal.
--	--	---

Tomado de: Fuente de elaboración propia

Teniendo en cuenta estos tiempos sugeridos de implementación se elabora un diagrama de Gantt, mostrado en la figura 8, en el que se muestra de forma visual cada una de las fases, las actividades a desarrollar y su duración teniendo un tiempo total de implementación de 12 meses más 2 más de seguimiento por medio de indicadores y auditorías.

Figura 8.

Diagrama de Gantt para la implementación del plan de mejora



Tomada de: Fuente de elaboración propia

Como parte de la propuesta de mejora derivada del diseño de actividades y del estudio de tiempos y movimientos, se plantea la estandarización del proceso logístico con el objetivo de consolidar una metodología uniforme, eficiente y replicable para las operaciones

de abastecimiento y almacenamiento. Esta estandarización se proyecta como una fase posterior a la validación del método propuesto, garantizando que los resultados obtenidos durante la consultoría se mantengan de forma sostenida en el tiempo.

La propuesta contempla la formalización de un método estándar de trabajo, documentado en procedimientos operativos que definan la secuencia óptima de actividades, los tiempos establecidos, los roles y responsabilidades del personal, así como las condiciones necesarias de seguridad y calidad. Este esquema permitirá controlar el desempeño operativo, facilitar la capacitación del personal y servir de base para el ciclo de mejora continua dentro del Sistema de Gestión de la Calidad enfocado a los objetivos organizacionales. Su estructura principal se basa en un ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar) el cual se estructura en la gestión de los procesos y sus interacciones con el fin de entender, proponer y alcanzar los resultados previstos en la política de calidad y la dirección estratégica con eje principal en el pensamiento basado en riesgos aprovechando las oportunidades y prevenir los resultados no deseados.

La implementación del proyecto representa un aporte directo al fortalecimiento del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la empresa, ya que las mejoras propuestas se integran a los requisitos de la norma ISO 9001:2015, especialmente en los apartados relacionados con la gestión de procesos, el control de la información documentada y la evaluación del desempeño. Los procedimientos diseñados facilitarán la actualización y control de documentos dentro del sistema, asegurando la uniformidad en la ejecución de las actividades logísticas y su trazabilidad. Asimismo, el uso de herramientas digitales permitirá un seguimiento más preciso de los indicadores logísticos y de calidad,

promoviendo la toma de decisiones basada en información confiable.

De igual forma, la integración del ciclo PHVA en las operaciones logísticas impulsará revisiones periódicas del desempeño, auditorías internas y acciones correctivas oportunas, fortaleciendo la cultura de mejora continua dentro de la organización. La participación del personal en el desarrollo de la propuesta contribuye a consolidar una cultura organizacional orientada a la calidad, el compromiso y la eficiencia.

Impacto y Valor Agregado

La implementación propuesta generará impactos positivos en distintos niveles de la organización. En el ámbito operacional, se logrará una mayor fluidez en el flujo de materiales, la reducción de cuellos de botella en los procesos de recepción y almacenamiento, así como una mejor disponibilidad de materiales para la producción. Desde la perspectiva estratégica, se asegura la alineación con los estándares ISO 9001:2015, se avanza en la preparación hacia entornos de fabricación lean e Industry 4.0, y se fortalece la capacidad competitiva de la empresa mediante la diferenciación tecnológica. En cuanto al aspecto cultural, se promueve una cultura organizacional basada en datos y en la mejora continua, al tiempo que se empodera al personal a través de la capacitación y su participación en el rediseño de procesos. Finalmente, en términos de sostenibilidad, se impulsa la reducción de desperdicios y la optimización del uso de recursos, disminuyendo la huella ambiental gracias a la reutilización de retales y la reducción de movimientos innecesarios.

Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la consultoría académica desarrollada en la empresa, así como las recomendaciones de cierre del trabajo.

Conclusiones

1. Se concluye que el diagnóstico realizado mediante observación directa, entrevistas y análisis de datos permitió identificar las condiciones actuales de operación. Se evidenció que el proceso de abastecimiento y almacenamiento en CMA se caracteriza por una dependencia crítica de métodos manuales (registros en Excel y cuadernos, marcación manual), lo que genera ineficiencias significativas, falta de trazabilidad confiable y una alta propensión a errores que impactan directamente los tiempos y la productividad.

2. Se identificó que los cuellos de botella más críticos se localizan en las actividades de marcación manual de materiales (por ser un proceso lento y propenso a errores) y en la gestión reactiva del inventario (debido a la falta de un sistema de información en tiempo real). La causa raíz de estos problemas es la ausencia de sistemas automatizados y de procedimientos estandarizados integrados al flujo de trabajo.

3. Se formuló una propuesta de mejora que rediseña el flujo de movimientos internos. Este plan incluye la automatización de la trazabilidad (mediante ERP y códigos QR/RFID), la estandarización de métodos de trabajo (con SOPs para marcación y gestión de retales) y la implementación de herramientas de planificación (MRP), cumpliendo así con los criterios de mejora continua y alineación con el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.

4. Se determinó que la implementación gradual y priorizada de las soluciones propuestas, comenzando por un piloto de trazabilidad y la selección de un ERP, es fundamental para que CMA incremente su competitividad. La modernización de sus procesos logísticos le permitirá reducir costos operativos, mejorar su capacidad de respuesta y sentar las bases para un crecimiento sostenido y escalable.

Recomendaciones

1. **Priorizar la Digitalización (ERP/MRP):** Se recomienda iniciar de inmediato el proceso de selección e implementación de un sistema ERP con módulos específicos de gestión de inventarios y planificación de materiales (MRP). Esta es la piedra angular que permitirá la ejecución efectiva de las demás recomendaciones y proporcionará la visibilidad necesaria para la toma de decisiones.

2. **Implementar un Piloto de Trazabilidad Automatizada:** Se sugiere ejecutar un proyecto piloto para la automatización de la marcación utilizando tecnología de códigos QR en materiales de alto valor o rotación. Esto permitirá validar los beneficios, ajustar los procedimientos y calcular el ROI preciso antes de una escalada total, mitigando el riesgo de la inversión.

3. **Establecer una Cultura de Medición y Mejora Continua:** Es crucial institucionalizar el estudio de tiempos y movimientos. Se recomienda capacitar al personal de ingeniería de procesos en estas técnicas y realizar mediciones periódicas para establecer benchmarks, identificar nuevas oportunidades de mejora y mantener los estándares de productividad.

4. **Fortalecer la Gestión Estratégica de Proveedores:** Se debe formalizar la relación con proveedores clave iniciando negociaciones para establecer acuerdos de consignación o reducir los plazos de entrega. Esto mitigará el impacto de los largos

tiempos de importación y mejorará la resiliencia de la cadena de suministro.

5. Capitalizar el Valor de los Retales: Se recomienda implementar urgentemente el sistema de gestión de retales propuesto. Asignar un espacio delimitado, catalogar los sobrantes e integrar su disponibilidad en el sistema de planificación generará ahorros inmediatos en la compra de materia prima y promoverá una operación más sostenible.

6. Invertir en Capacitación y Gestión del Cambio: Para garantizar el éxito de cualquier implementación, es fundamental desarrollar un plan de capacitación para todos los usuarios involucrados y un plan de gestión del cambio que comunique efectivamente los beneficios y involucre a los colaboradores desde las etapas iniciales, minimizando la resistencia y fomentando la adopción.

Referencias

- ANDI. (2023). *Informe de competitividad de la industria manufacturera en Colombia*. Bogotá: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.
- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). *Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado*. Otavalo: Universidad de Otavalo.
- Bello Parra, D., Murrieta Domínguez, F., & Cortes Herrera, C. A. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias*. Tecnológico Nacional de México.
- Bogota.gov.co. (s.f.). Plan de desarrollo distrital 2020-2024. Obtenido de <https://bogota.gov.co/yo-participo/plan-desarrollo-claudia-lopez-2020-2024/>
- Coyle, J. J., Langley, C. J., Novack, R. A., & Gibson, B. J. (2017). *Administración de la cadena de suministro* (9.^a ed.). Cengage Learning.
- DANE. (2022). *Informe sobre la situación de la construcción en Colombia*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion>
- EMR. (2023). *Mercado de acero en Colombia*. Obtenido de <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-acero-en-colombia>
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2020). *Administración y control de la calidad* (10.^a ed.). Cengage Learning.
- Gan, F., & Triginé, J. (s.f.). *Cuadro de Mando Integral*.
- Gilbreth, F. B., & Gilbreth, L. M. (1917). *Applied motion study: A collection of papers on the efficient method to industrial preparedness*. Sturgis & Walton.

Gurusis. (24 de Julio de 2024). Almacén de materias primas: ¿Qué es y cómo se organizan?. Obtenido de <https://gurusis.com/almacen-de-materias-primas-que-es-como-se-organizan/>

Gutiérrez Pulido, H. (2020). Calidad y productividad. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

Hardgrave, B. C. (2009). *New study shows RFID significantly improves item-level inventory accuracy*. University of Arkansas Information Technology Research Institute.

Investopedia. (2024). *Material Requirements Planning (MRP): Benefits and best practices*. Recuperado de <https://www.investopedia.com/>

Jacobs, F. R. (2022). Administración de operaciones. Producción y Cadena de suministros. McGraw-Hill Interamericana.

Kanigel, R. (1997). *The one best way: Frederick Winslow Taylor and the enigma of efficiency*. Viking.

Manene, L. M. (2011). LOS DIAGRAMAS DE FLUJO: SU DEFINICIÓN OBJETIVO VENTAJAS ELABORACIÓN FASES REGLAS Y EJEMPLOS DE APLICACIONES.

Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2013). Motion and Time Study for Lean Manufacturing.

Murphy, P., & Jr. A. M. K. (2015). Logística contemporánea. México: Pearson.

Palacios Acero, L. C. (2009). Ingeniería de métodos movimientos y tiempos (1a. ed.). Ecoe Ediciones.

Premios ICCA 2023 – ICCA. (s.f.). Com.co. Recuperado el 28 de septiembre de 2024 de <https://icca.com.co/premios-icca/>

Rajadell Carreras, M. (2021). LEAN MANUFACTURING: Herramientas para producir mejor. Ediciones Díaz de Santos.

Rojas López, M. D., Guisao Giraldo, E. Y., & Cano Arenas, J. A. (2011).

Logística integral. Bogotá: Ediciones de la U.

Taylor, F. W., Fayol, H., & Hitz Lender, H. (2016). Principios de la administración científica = Administración industrial y general (Reimpresión de la 2da edición). Edigrama.

A. Anexo.

Brief de Alcance de la captura de información primaria – Universidad Ean

Nombre de la Organización	CMA Ingeniería y Construcción S.A.S
Página web	https://estructurasmetalicas.com.co/
Integrantes del grupo	María Fernanda Correa Morales Juliana Escobar Sánchez Gabriela Espitia Rincón
Tiempo de desarrollo (inicio – fin)	09/2024 – 04/2025
Nombre del Cliente (persona de contacto)	Juan Pablo Coronado, director de mejora continua
Correo Electrónico	jpcoronado@cma.com.co
Reto / Oportunidad	Mejora de eficiencia de movimiento de materiales en planta de estructuras metálicas,
Enfoque o abordaje específico del reto, por parte del grupo	Realizar un estudio de tiempos y movimientos en los procesos de abastecimiento de la planta, evaluar los costos asociados derivados del movimiento interno de materia prima y elementos procesados, y diseñar una propuesta de mejora para el proceso logístico de abastecimiento y almacenamiento, alineada con los criterios del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.
Alcance y Descripción detallada de la captura	Se realizará un estudio de campo para obtener datos directos que permitan validar y complementar la información secundaria

<p>de información primaria</p>	<p>recolectada previamente. Se aplicarán entrevistas semiestructuradas a los operarios responsables del manejo de materiales y al personal de almacén para comprender los detalles operativos, las dificultades diarias y las posibles ineficiencias en los procesos actuales.</p> <p>También se usarán grupos focales con el director de abastecimiento y su equipo de trabajo para explorar las percepciones sobre las áreas de mejora. Se realizará el análisis PESTEL y de las cinco fuerzas de Porter para entender el contexto empresarial actual.</p>
<p>Resultados Esperados</p>	<p>Recolectar datos que permitan entender la tendencia y comportamientos actuales en los procesos de almacenamiento y abastecimiento, con el fin de poder analizar la situación y buscar opciones de mejora frente al estado actual de los procesos.</p>
<p>Qué No se Quiere</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementaciones • Mediciones de eficiencia
<p>Información que se requiere de la empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de empleados involucrados en el proceso de abastecimiento y almacenamiento • Procedimientos (si existen) sobre el proceso de abastecimiento y almacenamiento de materiales en la compañía • Mapas de procesos actuales (si existen). • Descripción detallada de cada etapa del proceso: actividades, responsables, tiempos estimados y tiempos reales.

	<ul style="list-style-type: none">• Listado de materiales críticos y su nivel de rotación.• Detalles del sistema de trazabilidad (si existe).• Distribución del personal en las áreas críticas.• Perfiles de puesto y responsabilidades específicas de los empleados involucrados en los procesos analizados.• Disponibilidad de capacitación o formación sobre los procesos actuales.• Información sobre turnos de trabajo y tiempos efectivos por jornada.• Herramientas utilizadas en la gestión de inventarios• Listado de proveedores principales y condiciones de trabajo (plazos, certificados, devoluciones).• Detalles de los tiempos de importación y entrega local.• Procedimientos actuales de comunicación y negociación con proveedores.• Información sobre devoluciones: frecuencia, causas, y costos asociados.• Costos de almacenaje, inventarios y materiales desperdiciados.• Presupuesto disponible para la implementación de mejoras.• Costos actuales asociados a los procesos operativos (mano de obra, materiales, devoluciones, etc.).
--	--

	<ul style="list-style-type: none">• Beneficios esperados de mejoras en los procesos (reducción de costos, mejora en tiempos, etc.)
--	--

B. Anexo.

Entrevista realizada a operario de la empresa CMA

PREGUNTA
<p>1. ¿Hay pasos innecesarios en el proceso, los cuales no se deberían hacer, pero se hacen?</p> <p>El marcado manual de materiales es muy lento y propenso a errores, y tenemos que hacer verificaciones constantes porque a veces los certificados de materiales no llegan a tiempo o tienen inconsistencias.</p> <p>Cuando no se tiene el espacio para recibir el material se apila todo en el parqueadero y cuando un puente grúa esté disponible se trata de apilar en la zona de almacenamiento, en el parqueadero está expuesto a lluvia, viento y otras condiciones que nos pueden afectar la calidad de las láminas.</p>
<p>2. ¿Qué métodos o sistemas utilizan para la gestión de los inventarios?</p>

Trabajamos principalmente con un cuadro de Excel y un cuaderno físico para registrar todo. El inventario físico solo lo hacemos dos veces al año, lo que a veces genera sorpresas cuando el stock no coincide con lo registrado.

3. ¿Qué tipo de errores se pueden presentar en el proceso?

Los errores más comunes son discrepancias en los seriales durante el marcado manual, duplicación de registros, y problemas con la trazabilidad cuando los certificados no son consistentes. También ocurren errores en la ubicación de materiales por la falta de un sistema organizado.

4. ¿Cómo funciona el proceso general de almacenamiento de materiales?

Cuando llegan los materiales, los recibimos, marcamos manualmente y ubicamos en diferentes sectores de la planta. Contamos con tres áreas principales de almacenamiento y usamos puente grúas de 10 y 5 toneladas para mover el material hacia las áreas de corte.

Tenemos un almacén solamente para repuestos tales como tornillería, perfiles pequeños, insumos para soldaduras, etc.

5. ¿Cómo está distribuido el personal para la ejecución de este proceso?

Somos 2 personas en la recepción de perfiles, 1 en láminas y vigas, y 3 en partes pequeñas. Solo una persona se encarga del marcado, lo que crea cuellos de botella cuando hay mucho volumen.

6. ¿Cómo funciona la planeación de los materiales en el proceso?

La planeación se hace mediante listas manuales y comunicación directa con el jefe de almacén. No tenemos un sistema formal, lo que a veces causa que no anticipemos bien las necesidades.

7. ¿Tienen estudios preliminares de tiempos y movimientos del proceso?

No, no se han realizado estudios formales de tiempos y movimientos. Trabajamos basados en la experiencia y no tenemos métricas establecidas.

8. ¿Qué proceso tienen con los sobrantes de material?

No tenemos un proceso claro para los retales. La decisión de usarlos depende de producción, pero no hay un sistema para clasificarlos o rastrearlos, así que a veces se desperdician.

9. ¿Qué hace complicado el proceso de marcado de lámina?

Es 100% manual, lo hace una sola persona, y es muy propenso a errores. Cuando hay discrepancias en los seriales o alto volumen de trabajo, se retrasa todo el flujo.

10. ¿Cómo priorizan la llegada de materiales?

La priorización la hace el jefe de almacén según la comunicación con los proveedores y las necesidades de producción, pero no hay un sistema automatizado para esto.

11. ¿Cómo se establece cuando se está agotando el stock del material?

Hacemos inventarios semanales de láminas, pero no hay un proceso claro para prever agotamientos. A veces nos damos cuenta muy tarde que falta material.

12. ¿Qué proceso se tiene con las órdenes de compra con los proveedores?

El jefe de almacén se comunica directamente con los proveedores. No hay un sistema integrado, lo que a veces causa demoras y falta de seguimiento.

13. ¿Cuál es el tiempo promedio que se demoran las importaciones?

Las importaciones de láminas pueden tomar hasta 3 meses, lo que afecta mucho nuestra planeación y a veces nos deja sin stock crítico. Así que nos toca empezar a buscar proveedores nacionales, pero es difícil.