

**Propuesta de un diseño de sistema de gestión para la producción no conforme de
fertilizantes granulados en la empresa Prominerales S.A.S**

Yeizon Alexander Perea Tisoy

Asesor

Gustavo Andrés Araque González

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Gestión de Logística Industrial

2025

Resumen

El presente estudio aborda la problemática de los fertilizantes granulados no conformes en la empresa Prominerales SAS, ubicada en el municipio de Puerto Berrio – Antioquia, en donde se identificó que las no conformidades en los estándares de calidad generan sobre costo, gastos imprevistos y pérdidas económicas, derivados de fallas operativas, almacenamiento inadecuado, deficiencias logísticas y un sistema de control de calidad insuficiente. Por lo anterior, se propone el diseño e implementación de un sistema de gestión integral que permita identificar, controlar y reducir los puntos críticos que son las causantes de las no conformidades.

En este sentido, el estudio se desarrolló bajo la investigación aplicada desde un enfoque mixto y alcance analítico cuasi experimental, buscando comprender las relaciones entre las variables del proceso productivo, la identificación de las causas y las estrategias de mejora con diferentes herramientas.

De ahí que los hallazgos develan que las principales causas se centran en la estandarización de procesos, fallas en el control de calidad y limitaciones logísticas, así que la evaluación y aplicación del Value Stream Mapping facilitó proponer intervención con automatización, producción pull, mantenimiento preventivo y capacitación del personal. Finalmente, el estudio demuestra que la implementación de un sistema de gestión integral requiere del análisis detallado y de la aplicación de diversas herramientas, para con base en esto definir estrategias que mitiguen las no conformidad y por ende optimicen la producción en la empresa Prominerales S.A.S.

Palabras Claves: Control de calidad, fertilizantes, no conformidades, gestión de inventarios, mejora continua.

Abstract

This study addresses the issue of non-conforming granular fertilizers at Prominerales SAS, located in the municipality of Puerto Berrío – Antioquia, where it was identified that non-conformities in quality standards generate additional costs, unforeseen expenses, and economic losses, stemming from operational failures, inadequate storage, logistical deficiencies, and an insufficient quality control system. Therefore, the design and implementation of an integrated management system is proposed to identify, control, and reduce the critical points causing these non-conformities.

In this regard, the study was developed under applied research using a mixed-methods approach and a quasi-experimental analytical scope, aiming to understand the relationships between the variables of the production process, identify causes, and develop improvement strategies using various tools.

The findings reveal that the main causes are centered on process standardization, quality control failures, and logistical limitations. Thus, the evaluation and application of Value Stream Mapping facilitated the proposal of interventions involving automation, pull production, preventive maintenance, and staff training. Finally, the study demonstrates that implementing an integrated management system requires detailed analysis and the application of diverse tools to define strategies that mitigate non-conformities and, consequently, optimize production at Prominerales S.A.S.

Keywords: Quality control, fertilizers, non-conformities, inventory management, continuous improvement

Tabla de Contenido

Introducción	9
Planteamiento del Problema.....	10
Justificación.....	13
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Conceptual	16
Calidad	16
Producto no Conforme	16
Clasificación de Productos no Conformes	16
Manejo de Productos no Conformes	17
Identificación.....	18
Evaluación.....	18
Acción Correctiva.....	18
Registro y Seguimiento	18
Marco Teórico	19
Teorías sobre Calidad.....	19
Teoría de Deming (PHVA)	19
Teoría de la Calidad Total (TQM – Total Quality Management)	20

Teoría de Juran	22
Teoría Six Sigma	22
Sistema de Gestión de Calidad Bajo la Norma ISO 9001	23
Modelos de Evaluación	24
Modelo de Control Estadístico de Procesos (CEP)	24
Análisis de Modos y Efectos de Falle (FMEA).....	24
Análisis de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)	25
Auditorías	26
Estrategias de Almacenamiento	26
Manejo de Productos no Conformes en Empresas de Fertilizantes	27
Marco Legal	29
Estado del Arte	31
Información Organizacional.....	31
Misión.....	31
Visión	31
Objetivos Organizacionales.....	31
Portafolio de Productos	32
Estructura Organizacional	33
Marco Metodológico	34
Diseño de la Investigación	34

Población y Muestra.....	34
Variables de Investigación	35
Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
Técnica de Recolección de Datos.....	35
Instrumento de Recolección de Datos	36
Procedimientos para la Recolección de Datos	36
Análisis de Datos.....	37
Componente Ético.....	37
Resultados	39
Identificación de Áreas Críticas.....	39
Diagnóstico de las Causas.....	40
Recuperación del Producto no Conforme	41
Análisis DOFA.....	43
Definición de Estrategias	45
Aplicación del Value Stream Mapping	46
Conclusiones	50
Recomendaciones.....	52
Referencias Bibliográficas	53

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Normativa Aplicable Producción Fertilizantes en Colombia</i>	29
Tabla 2 <i>Variables de Investigación</i>	35
Tabla 3 <i>Fases de Recolección de Datos</i>	36
Tabla 4 <i>Análisis DOFA</i>	43

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ciclo PHVA</i>	20
Figura 2 <i>Nueve Principios del TQM en la Empresa</i>	21
Figura 3 <i>Portafolio de Productos de la Empresa Prominerales</i>	32
Figura 4 <i>Estructura Organizacional Prominerales</i>	33
Figura 5 <i>Cursograma Sinóptico Fertilizantes no Granulados</i>	39
Figura 6 <i>Producción no Conforme de Fertilizantes no Granulados</i>	41
Figura 7 <i>Diagrama de Recuperación del Producto no Conforme</i>	42
Figura 8 <i>Cursograma Analítico</i>	47
Figura 9 <i>VSM del Estado Actual del Proceso Productivo de Fertilizantes no Granulados</i>	48
Figura 10 <i>VSM del Estado Futuro del Proceso Productivo de Fertilizantes no Granulados</i>	49

Introducción

El sector agroindustrial es uno de los pilares fundamentales de la economía colombiana, ya que es fuente de empleo, impulsa el desarrollo rural y genera valor a las materias primas. Dentro de este sector, la producción de fertilizantes ocupa un lugar estratégico, ya que como indica Reyes y Cortes (2017) estos productos contribuyen de forma directa a mejorar la productividad de los cultivos, siendo importante para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola del país.

En este contexto es relevante que el crecimiento de la industria ha generado alta competitividad, exigiendo a las empresas mejorar de forma continua en sus procesos para tener crecimiento y sostenibilidad. De ahí que Díaz et al. (2021) señalan que factores como la eficiencia operativa, la calidad del producto y la gestión adecuada de materias primas y recursos, se convierten en determinantes para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Por lo anterior, se toma como referencia la situación que enfrenta la empresa Prominerales S.A.S., ubicada en el municipio de Puerto Berrio, Antioquía, dedicada a la producción de carbonato de calcio y fertilizantes granulados y líquidos, en la que se identificaron dificultades asociadas con el manejo inadecuado del producto final y deficiencias en los controles de calidad. Dichas condiciones generan una alta cantidad de productos no conformes, pérdidas económicas y afectaciones en la satisfacción del cliente.

Ante este panorama, se convierte en una necesidad proponer un sistema de gestión que le permita a la empresa optimizar los procesos de producción, almacenamiento y logística, con el fin de reducir las fallas, mejorar la calidad del producto final y fortalecer la posición de la empresa dentro del mercado.

Planteamiento del Problema

La empresa Prominerales S.A.S ubicada en el municipio de Puerto Berrío, departamento de Antioquia, la cual centra su actividad económica en la transformación y producción de carbonato de calcio de alta calidad, como también la producción de fertilizantes agrícolas; foliares (fertilizante granulado) y no foliares (fertilizante líquido). A la fecha, presenta una serie de problemas relacionados con el manejo del producto final en la etapa productiva de materiales granulados, estos problemas se pueden agrupar en las siguientes categorías: daños físicos en el producto final por manejo inadecuado en el transporte y almacenamiento, contaminación por humedad del ambiente, falta de capacitación al personal de trabajo en manejo de equipos y medición, control de calidad ineficiente

Es importante resaltar que los minerales más usados como fertilizantes agrícolas son: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio, que son indispensables para la nutrición y crecimiento de las plantas, estos compuestos se convierten en materia prima para la creación de nuevos productos a través de una serie de etapas de proceso como lo son: mezclado, granulación, secado, enfriamiento, envasado y almacenamiento (Bautista et al., 2019).

En este sentido, uno de los desafíos más importante que presenta la organización es que algunos de estos minerales tanto como en materia prima y producto final, presentan varias desventajas; una de ellas es que son compuestos químicamente volátiles, lo que significa que se desprenden y pierden fácilmente su composición al estar expuestos al ambiente. Además, son compuestos higroscópicos que absorben humedad del entorno lo que ocasiona que el material se degrade y provoque formación de grumos al acumular humedad con otros compuestos. Por este motivo, se ve en la necesidad de buscar un mecanismo y/o sistema logístico que ayude a

recuperar, adecuar y almacenar de manera correcta tanto las materias primas como el producto final sin poner en riesgo la composición de este.

Como se mencionó anteriormente, en la industria de fertilizantes uno de los mayores retos es el de manipular, adecuar y almacenar las materias primas y el producto final, buscando así minimizar el riego y el deterioro. Por ejemplo, una de las industrias más reconocidas en el ámbito de producción de fertilizantes “Yara” en la terminal de Yocoto Valle Central en Colombia, ha demostrado la efectividad de la aplicación de diversas prácticas como el sistema FIFO (First In, First Out), en donde los productos primero en producirse son los primero que deben salir al mercado, para de esta forma garantizar frescura y efectividad de los productos (Invest Pacifi, 2024).

Además, en la industria se ha implementado tecnologías avanzadas que permiten el control de temperatura y humedad en sus instalaciones, asegurando que los fertilizantes sean almacenados en condiciones óptimas, por lo que es crucial el almacenaje en sitios cerrados y seguros, que permiten monitorear constantemente las condiciones ambientales, lo cual es crucial para minimizar las pérdidas por calidad de los fertilizantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022). Por lo que la combinación de estrategias no sólo optimiza la calidad del producto final, sino que también contribuye a una mayor satisfacción del cliente y a la sostenibilidad del negocio.

En busca de nuevas alternativas de control Prominerales S.A.S ha implementado algunas estrategias para controlar la humedad del producto, como el uso de secadores y el almacenamiento en silos herméticos, sin embargo, estas medidas no han sido suficientes para evitar el daño y esto sigue ocasionado en la actualidad pérdidas económicas de aproximadamente

\$10 millones por cada lote que se produce y una baja satisfacción del cliente generando así un fuerte problema que se debe corregir en lo más pronto.

Formulación del Problema

¿Qué sistema de gestión puede implementar Prominerales S.A.S para mejorar el control y el almacenamiento de fertilizantes granulado, para reducir la tasa de defecto en la producción y minimizar las pérdidas económicas?

Justificación

La gestión efectiva de productos no conformes es esencial para mantener la integridad del sistema de calidad de una empresa y asegurar la satisfacción del cliente. En este sentido, la calidad del producto constituye una garantía fundamental para el consumidor y un factor clave para la supervivencia de las empresas (Zandi y Fathi, 2011).

Señala Díaz et al. (2021) que la gestión adecuada de los procesos de producción requiere de eficiencia y efectividad, por lo que las organizaciones que han alcanzado el éxito han logrado integrar estos elementos, encontrando beneficios como el fortalecimiento de la reputación organizacional, la maximización de los recursos, la generación de confianza y la mejora de la competitividad (p.20).

En la empresa Prominerales S.A.S, se genera una alta cantidad de productos no conformes los cuales representan una pérdida económica significativa para la empresa, ya sea por el costo de la materia prima desperdiciada, la mano de obra y repetición de trabajo realizada por la producción defectuosa, o devolución de todo el producto por algún defecto en la compra por parte de los clientes.

Los altos índices de productos no conformes que conllevan a pérdidas económicas son comunes en diversas industrias, incluyendo a Prominerales S.A.S. Sin embargo, investigaciones sobre casos de éxito han demostrado que la implementación de sistemas de gestión de calidad adecuado en donde se incluye la planificación y documentación de todos los procesos es crucial para dar una solución eficaz a la problemática. De ahí que el estudio de González et al. (2022) destaca que tras la implementación del sistema de calidad en la empresa fue posible observar mejorar notables en los indicadores de satisfacción del cliente, reducción de pérdidas, devoluciones y quejas.

Las mejoras se logran gracias a la aplicación de diferentes prácticas como la gestión de causa y efecto, control de procesos y el enfoque de mejora continua, los cuales permiten a las organizaciones identificar y corregir los problemas de forma proactiva, optimizando recursos y elevando la calidad de los productos (Hernández, 2018).

Por lo tanto, en este trabajo de grado nos enfocamos en buscar estrategias que ayuden a minimizar la producción de producto no conforme en la sección de fertilizantes granulados, tomando como punto de partida la implementación de un sistema de gestión eficiente de producción, adecuación, y almacenamiento, que genere un impacto positivo en la empresa optimizando los procesos en la etapa productiva, y que permita minimizar la pérdida de producto no conforme, aumentar el rendimiento y mejorar la rentabilidad de la empresa.

Objetivos

Objetivo General

Proponer para la empresa Prominerales S.A.S un sistema de gestión integral que genere eficiencia en los procesos productivos, minimice la generación de producción no conforme y optimice el manejo de materias prima a lo largo de toda la cadena de suministro.

Objetivos Específicos

Diseñar un plan estratégico para encontrar los puntos críticos durante el proceso con el fin garantizar la viabilidad de los productos.

Definir acciones y practicas eficientes de logística, que ayuden a optimizar los recursos, minimizar los costos y maximizar la calidad del producto.

Estandarizar cada etapa del proceso productivo para asegurar el correcto funcionamiento según los estándares de calidad.

Marco Conceptual

Este apartado establece las definiciones y herramientas de calidad que se utilizan en las organizaciones para la identificación y manejo de productos no conformes, de igual forma se contextualizan los métodos de análisis y la evaluación de las causas raíz de los problemas detectados.

Calidad

La calidad es un atributo de valor que satisface las necesidades y expectativas de los clientes (Herrera, 2006, p.110). Además, la ISO 9001:2015 establece que la gestión de calidad es un enfoque sistemático que garantiza que los productos sean consistentes con las especificaciones requeridas, por lo que incluye el proceso de mejora continua y el uso de herramientas para monitorear el desempeño de las organizaciones.

Producto no Conforme

De acuerdo con la ISO 9001:2015, un producto tangible o intangible se considera no conforme cuando no cumple con las especificaciones, requisitos o normas establecidas, ya sean internas o externas (International Organization for Standardization, 2015). El manejo adecuado de estos productos es crucial para mantener los estándares de calidad y la satisfacción del cliente.

En este sentido, Goetsch y Davis (2016) afirma que la identificación y el manejo adecuado de estos productos son esenciales para preservar la calidad y la conformidad del sistema de producción, garantizando la mejora continua y la efectividad del proceso productivo.

Clasificación de Productos no Conformes

La clasificación de productos no conformes es un paso fundamental en la gestión de calidad, ya que permite identificar y determinar las acciones correctivas adecuadas para abordar

los problemas de manera eficiente y de esta forma facilitar la toma de decisiones, sino que también asegurar que los esfuerzos de mejora prioricen las áreas críticas de los procesos productivos. Según Montgomery (2012), los productos no conformes se pueden clasificar en varias categorías, cada una con implicaciones diferentes para la gestión de calidad y la satisfacción del cliente.

Defectos críticos: Son aquellos que representan un riesgo directo para la seguridad del usuario o que afecta de forma significativa el funcionamiento esencial del producto, por lo que requieren de atención inmediata, ya que comprometen la viabilidad de productos en el mercado y causar daños graves (Delgado et al., 2004).

Defectos mayores: Se refiere a defectos que impactan de forma negativa el desempeño del producto, aunque no comprometen directamente su seguridad. En este sentido, los defectos afectan la funcionalidad del producto, lo que puede generar insatisfacción en los clientes y, a largo plazo generar una mala reputación organizacional (Delgado et al., 2004).

Defectos menores: Son aquellos que tienen un impacto mínimo en la funcionalidad o en la apariencia del producto. Esto quiere decir que no afectan de forma grave el uso del producto, lo que puede disminuir la percepción de la calidad y de esta forma afectar la satisfacción del cliente (Delgado et al., 2004).

Manejo de Productos no Conformes

El manejo de productos no conformes es un proceso que incluye varias etapas que permiten garantizar la identificación, el tratamiento y la prevención de los defectos, de acuerdo a Juran y Godfrey (1999) el procedimiento debe realizarse de forma sistemática para minimizar el impacto que tienen los productos no conformes en la calidad general de la producción de las

organizaciones, en este sentido se reconocen 4 etapas que corresponden a un ciclo continuo y que son fundamentales para cumplir con los estándares de calidad establecidos.

Identificación

Primera etapa que consiste en la detección de los productos que no cumplen con los requisitos especificados, ya sean técnicos, normativos o de calidad. En consecuencia, la identificación temprana permite reconocer las características de los productos para evitar que los productos defectuosos lleguen al cliente o interfieran en el flujo de la producción (de la Lama, 2008, pp. 68-72).

Evaluación

La segunda etapa requiere del análisis del impacto del defecto en el producto, por lo que implica la evaluación de la gravedad del problema, el impacto en la funcionalidad y seguridad, y con base en esto poder determinar la prioridad con la que se debe tratar el problema (García et al., 2003. p.92).

Acción Correctiva

En esta etapa, se realiza la implementación de los ajustes en el proceso de producción, cambios o métodos que permiten corregir el defecto identificado con el objetivo de eliminar la causa raíz del problema del defecto y evitar su recurrencia (de la Lama, 2008, pp. 68-72).

Registro y Seguimiento

Finalmente es necesario realizar la documentación adecuada de los productos que no cumplen con los estándares, el detalle del defecto, las acciones correctivas implementadas y los resultados (García et al., 2003. p.92). Adicionalmente, el seguimiento de las acciones correctivas permite la verificación de las medidas adoptadas y asegurar que no se repitan los problemas.

Marco Teórico

Teorías sobre Calidad

De acuerdo con Chacón y Rugel (2018) a lo largo de la historia la calidad ha sido abordada desde diferentes perspectivas con el objetivo de que los productos y servicios cumplan con la satisfacción de los clientes de acuerdo con los requerimientos, siendo fundamentales para adaptarse a las nuevas demandas del mercado.

Teoría de Deming (PHVA)

La teoría de Deming fue desarrollada en 1990 se basa en la calidad y la mejora continua de los procesos y de los servicios con el objetivo de optimizar la eficacia y eficiencia organizacional (Fernández y Ortega, 2008, p.218).

Partiendo de lo anterior, el modelo consiste en cuatro etapas para mejorar de forma continua: Planificar, Hacer, Actuar y Verificar, también conocido como PHVA que a su vez requiere de la aplicación de herramientas como el diagrama causas-efecto, Pareto, DOFA y flujogramas, para identificar las áreas de oportunidad y las fortalezas, considerando las debilidades para definir un plan de mejora, seguido de la implementación, para luego evaluar los resultados y realizar los ajustes necesarios, y de esta forma fomentar un entorno de mejora constante y colaboración (González et al., 2020, pp.1864-1865).

Figura 1*Ciclo PHVA*

Nota. Definición de cada una de las etapas del ciclo PHVA. Tomado de. Montesiono et al. (2020, p.1864) citan a Deming (1989).

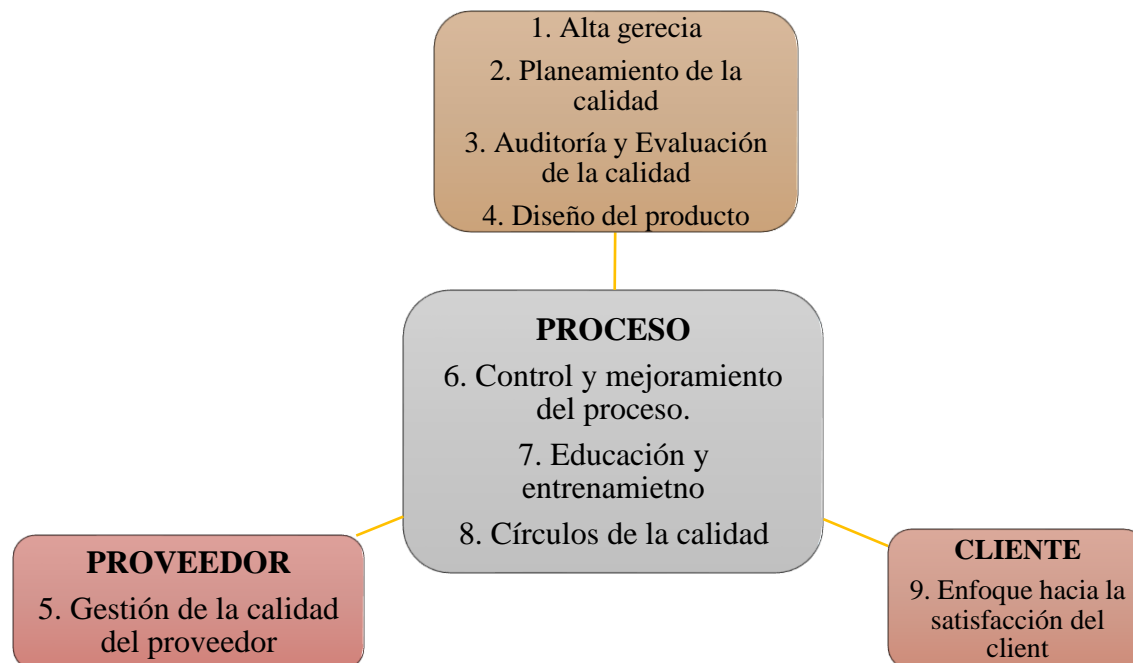
Teoría de la Calidad Total (TQM – Total Quality Management)

La gestión de calidad total es una filosofía que busca la mejora continua en todos los aspectos de una organización, con el objetivo de alcanzar la máxima satisfacción del cliente. Este enfoque requiere de la participación de todos los miembros de una organización, por lo que promueve la responsabilidad compartida entre todos los empleados en búsqueda de la calidad. Por lo que la teoría se fundamenta en la premisa de que cada proceso y sistema dentro de la organización deben contribuir a la calidad total, lo que incluye producción de bienes y servicios,

optimización de procesos y relaciones con proveedores y clientes (Perdomo y González, 2004, p.96).

Figura 2

Nueve Principios del TQM en la Empresa



Nota. La figura es un esquema que enlaza los 9 principios del TQM con la base de una organización. Tomado de. Benzaquen (2013, p.45).

En consecuencia, la adopción de la TQM en una empresa es un proceso estructurado que facilita la adopción de los 9 principios y prácticas, la cual requiere de una inversión significativa de recursos, así como la transformación organizacional profunda que inicia en la cultura y un tiempo para la implementación y aceptación de los cambios. Además, es importante que se definan y socialicen desde la alta gerencia, el papel que desempeña la TQM ya que esto motiva a los colaboradores, así como establecer las condiciones de transición como lo es la capacitación, la comunicación efectiva y los equipos de trabajo (Benzaquen, 2014, pp. 69.71).

Teoría de Juran

Es importante destacar que Joseph Juran (1990) define la calidad como una “adecuación al uso”, por lo que los productos de calidad deben satisfacer las necesidades del cliente, desde este enfoque las empresas logran aumentar la satisfacción del cliente, ser competitivas y mejorar su participación en el mercado. Con base en su teoría, la propuesta se centra en la trilogía de la calidad: planificación, control y la mejora de la calidad (Fernández y Ortega, 2008, p.219).

En la planificación se desarrollan productos y procesos que respondan a las necesidades de los clientes, el control de la calidad evalúa el desempeño de los objetivos, por lo que requiere de generar acciones sobre los errores del sistema y la mejora busca que se eleven los estándares de calidad mediante proyectos específicos, procesos y recursos (Pérez et al., 2023)

Teoría Six Sigma

La estrategia se centra en la mejora de la calidad mediante la reducción de la variabilidad de los procesos, buscando alcanzar los niveles mínimos de defecto a menos de 3.4 defectos por millón para que la empresa alcance niveles óptimos de calidad y de eficiencia. Siendo necesario el uso de datos y análisis estadísticos los cuales permiten identificar y eliminar las causas de los defectos, cumpliendo con las especificaciones del cliente (Arias et al., 2008).

Arias et al, (2008) describen que la metodología Six Sigma contempla cinco fases claves: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC), los cuales permiten no solo mejorar la calidad, sino además reducir los costos, mejorar la eficiencia y aumentar la satisfacción del cliente (pp.265-267).

La primer definir, fase que consiste en la que se identifican los procesos críticos y las necesidades del cliente. Seguido por la de medir, la que implica la recopilación de los datos, así

como la evaluación de los sistemas de medición. Luego se analiza, es la fase donde se identifican las causas raíz de los problemas. Con esto se determinan las acciones a mejorar, es decir es la fase en la que se desarrollan las acciones de mejora o las soluciones que permiten optimizar los procesos. Y por último, la fase de controlar, con la que se garantiza que los cambios que se implementan se mantienen.

Sistema de Gestión de Calidad Bajo la Norma ISO 9001

La Norma de la Organización Internacional de Normalización ISO 9001 es un estándar que establece los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de Calidad, en pro de que las organizaciones cumplan con las necesidades de los clientes y así generar satisfacción del cliente mediante la entrega de productos y servicios que cumplan con los requisitos legales, incluyendo procesos de mejora continua y aseguramiento de la conformidad del cliente (Benzaquen y Convers, 2015).

Los requisitos claves de la norma requieren de la comprensión del contexto organizacional, el compromiso de la alta dirección, planificación basada en riesgos y oportunidades, la gestión eficaz de recursos, operaciones y desempeño, así como la mejora continua. La norma es aplicable a cualquier organización, sin importar el tamaño o el sector de la economía al que pertenezca (Benzaquen y Convers, 2015).

De acuerdo con (León et al., 2018) la implementación de la ISO 9001 contribuye a la estandarización de los procesos, mejora la eficiencia operativa y aumenta la competitividad en el mercado.

Modelos de Evaluación

Con base en el contexto de los productos no conformes es posible relacionar cuatro modelos o herramientas que permiten a las empresas evaluar la calidad del proceso realizado y por ende el desempeño de los productos.

Modelo de Control Estadístico de Procesos (CEP)

Hernández y Da Silva (2016) definen el CEP como una herramienta centrada en el análisis de datos para monitorear y mejorar los procesos de producción, por lo que el objetivo es asegurar que los productos fabricados cumplan con los estándares de calidad requeridos, reduciendo costos y mejorando la competitividad. En este sentido, la herramienta utiliza un muestreo estadístico para lo que es necesario la recolección, interpretación y análisis de datos de calidad, detectando desviaciones o problemas en los procesos antes de que los productos lleguen al cliente final, lo anterior reduce de forma significativa los costos asociados a las inspecciones masivas y se mejora la eficiencia operativa.

En función de lo anterior, el CEP permite visualizar la variabilidad de un procesos un determinar si este se encuentra dentro de los límites de control establecidos, permitiéndole a las empresas actúen de forma preventiva y realicen los ajustes en el proceso antes de se generen productos defectuosos.

Análisis de Modos y Efectos de Falle (FMEA)

El método de Análisis de Modo y Efecto de falla es una herramienta que permite asegurar la calidad mediante la evaluación sistémica de los procesos y/o productos con el objetivo de detectar posibles fallas, anticipando los problemas antes de ocurran y diseñar acciones preventivas y correctivas (Campos et al., 2023).

Es importante señalar que Beltrán y Munévar (2010) definen que la aplicación se realiza en seis fases secuenciales, la primera es la descripción del proceso, seguido por la elaboración de un diagrama de flujo, identificación de posibles fallas a las cuales se les debe calificar en tres factores claves: ocurrencia, severidad y detección de cada modo de falla, para asignar un nivel de prioridad al riesgo (NPR) de cada evento, lo que facilita la toma de decisiones sobre las acciones que se deben seguir sobre los aspectos que requieren atención urgente y finalmente la actualización del proceso

Este enfoque no solo mejora la calidad del producto o la eficiencia operativa, sino que también ayuda a prevenir costos derivados de fallas del proceso al detectar de forma temprana los costos de no calidad derivados de las no conformidades, optimiza recursos y mejora la satisfacción del cliente.

Análisis de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

El método de análisis de causa y efecto fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943 para verificar la calidad de los procesos, por lo que es ampliamente conocida y utilizada en la gestión de calidad ya que permite identificar y analizar las posibles causas que generan un problema o defecto en un proceso. Por lo que la herramienta se base en la premisa de que cualquier efecto tiene diversas causas, las cuales tienen una interacción entre sí, y permite derivar las causas en categorías específicas que incluyen: material, mano de obra, método, ambiente, máquina y medida (Basílio y Campos, 2021).

Para aplicar el diagrama de Ishikawa es necesario un enfoque estructurado que comienza por la definición del problema, así como el objetivo que se desea, posterior a esto se realiza la observación detallada del proceso involucrando al personal que lo realiza, para identificar las

posibles causas. La información obtenida requiere del análisis y discusión con los expertos, para así eliminar las irrelevantes y de esta forma construir el diagrama (Ishikawa, 1993). Lo que no solo facilita la solución del problema, sino que permite la comprensión del proceso por el equipo y sienta las bases para el uso de otras herramientas de calidad.

Auditorías

De acuerdo con la ISO 19011: 2018 la auditoría es un “proceso sistemático, independiente y documentado” cuyo objetivo es obtener evidencia a través de registros, declaraciones y hechos o cualquier otra información relevante, y evaluarlas de forma objetiva. El proceso busca que se determina el nivel de cumplimiento de una serie de criterios definidos, evaluando las actividades y los resultados relacionados con la calidad satisfacen las disposiciones que previamente se han establecido.

La auditoría garantiza que los procesos sean apropiados y se realicen conforme a los requisitos y normativas vigentes, sin embargo, se clasifican en internas y externas. Las auditorías internas son realizadas por el personal de la organización, y permiten identificar las áreas de mejora y asegurar el cumplimiento de los procesos y procedimientos internos. Mientras que las auditorías externas son realizadas por auditores independientes con el propósito de verificar el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales o certificaciones de calidad (Sotelo, 2017).

Estrategias de Almacenamiento

En la logística, las estrategias de almacenamiento son cruciales para gestionar los productos de forma eficiente para que se minimicen pérdidas económicas y se optimicen los recursos de los que dispone la empresa (Pinheiro et al., 2017).

Para lograr la gestión de almacenamiento las organizaciones han implementado diversos métodos que permiten la identificación rápida y precisa de los productos, la correcta clasificación

y separación de los productos para evitar errores en el proceso de distribución y el aseguramiento de calidad (Tunubala et al., 2018, pp.197-200).

Algunas de las estrategias más comunes son el almacenamiento por tipo o por lotes, que permite organizar los productos de acuerdo con las características o fechas de vencimiento. Además, la implementación del sistema FIFO (First In, First Out) garantiza que los productos más antiguos se distribuyan primero, evitando la obsolescencia y asegurando la correcta utilización (Pérez y Wong, 2018).

Por su parte Moreno et al., (2018) resaltan la importancia del almacenamiento segregado, el cual implica asignar zonas específicas dentro del almacén para diferentes tipos de productos ya sea por sus condiciones, características o para aquellos que presentan algún tipo de defecto (productos no conformes) con el fin de que no se mezclen con los productos conformes.

Así mismo, los avances tecnológicos han permitido la automatización en el manejo del inventario como lo es código de barras o RFID, facilita el seguimiento, la localización y la trazabilidad de los productos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los riesgos que se tienen por errores humanos (Mejía et al., 2013, pp.80-82).

Manejo de Productos no Conformes en Empresas de Fertilizantes

El manejo adecuado de productos no conformes en empresas de fertilizantes es un aspecto crítico para garantizar la calidad del producto y minimizar los riesgos que se puedan generar a la salud y el ambiente. En el caso de los productos defectuosos generan un peligro potencial al no gestionarlos de forma correcta, ya que los componentes pueden causar contaminación del suelo y el agua, generando afectaciones al ecosistema (López et al., 2017). Por lo que las empresas deben implementar procedimientos para la identificación, segregación y disposición de este tipo de productos, con el fin de evitar consecuencias negativas para la organización.

Además, los fertilizantes son insumos esenciales en la agricultura, por lo que el manejo de productos no conformes tiene un impacto directo en la seguridad alimentaria, ya que se debe garantizar que no lleguen a los campos, ya que del ser el caso esto pone en riesgo la salud humana (Chen y Lee, 2018).

De igual forma, para las empresas es fundamental cumplir con las normativas y regulaciones locales e internacionales para garantizar la seguridad de los productos, ya que el incumplimiento de estas regulaciones genera sanciones económicas, pérdidas de licencias de operación o daños en la reputación de la empresa (Sánchez et al., 2020).

Marco Legal

En Colombia, el marco legal para el manejo de productos no conformes está basado en una serie de normativas y regulaciones que buscan garantizar la seguridad ambiental, la salud humana y el cumplimiento de estándares de calidad.

Tabla 1

Normativa Aplicable Producción Fertilizantes en Colombia

Norma	Descripción	Relación con el manejo de productos no Conformes
Ley 9 de 1979 – Código Sanitario Nacional	Disposiciones generales sobre la protección de la salud y la prevención de riesgos sanitarios.	Obliga a las empresas a retirar productos defectuosos o no conformes y regula la disposición adecuada.
Ley 99 de 1993 – ley General Ambiental	Formula los principios para la protección ambiental. Regula el manejo de productos que puedan generar contaminación.	Exige a las empresas que gestionen productos no conformes por medio de prácticas sostenibles.
Resolución 150 de 2003	Regula los fertilizantes y acondicionadores de suelos, generando las directrices para la comercialización y el uso.	Establece los requisitos de calidad y el manejo adecuado de los productos.
Reglamento técnico NTC 2859 de 2007	Especificaciones técnicas para los fertilizantes y las pruebas necesarias para garantizar la efectividad.	Establece las condiciones bajo las cuales deben ser almacenados los productos que no cumplen con los estándares de calidad.

Reglamento Técnico NTC 1927 de 2001	Regula la comercialización y la calidad de los fertilizantes de uso agrícola (etiqueta, etiquetado y control de calidad)	Contribuye a la identificación de productos no conformes mediante el etiquetado adecuado.
ISO 9001 de 2015	Norma internacional que establece los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.	Directrices para el manejo de productos que no cumplen con los requerimientos.
ISO 13485 de 2016	Norma internacional diseñada para la industria de dispositivo médico y aplicable a la producción de fertilizantes vinculados al sector agrícola.	Principios que establecen que los productos defectuosos deben ser identificados y gestionados de forma adecuada para evitar riesgo a los consumidores.

Nota. La tabla presenta el resumen de las regulaciones y la relación con el manejo de productos no conformes en la industria de fertilizantes. Tomado de. Ley 9/1979, Ley 99/1993, Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2003), Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (2001), Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (2007), International Organization for Standardization. (2015), International Organization for Standardization. (2016).

Estado del Arte

Información Organizacional

Prominerales S.A.S es una empresa colombiana fundada el 23 de septiembre de 1998 ubicada en Puerto Berrio- Antioquia, especializada en la fabricación de productos minerales no metálicos, por lo que se dedica a la explotación minera, procesamiento y comercialización de minerales para los sectores de papel, plásticos, pinturas y nutrientes para suelos, centrándose en la extracción y procesamiento de carbonato de calcio (EMIS, 2023)

Misión

“Crear valor y generar crecimiento en la región ofreciendo al mercado nacional e internacional, productos de calidad que atienden las necesidades de nuestros clientes, brindando así bienestar a nuestros socios, proveedores, empleados y comunidad de influencia”

(Prominerales S.A.S, s.f).

Visión

“Ser una organización líder en la comercialización de minerales no metálicos y nutrientes para suelos, reconocida en el mercado por su amplia gama de productos, el excelente soporte técnico, precio justo, así como la sostenibilidad social y ambiental” (Prominerales S.A.S, s.f).

Objetivos Organizacionales

Calidad del producto: Garantizar la producción de carbonato de calcio y otros minerales con los más altos estándares de calidad.

Sostenibilidad: Implementar prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental de las operaciones productivas.

Innovación: Fomentar la innovación en procesos y productos para mejorar la eficiencia operativa.

Desarrollo del talento humano: Promover el ambiente laboral saludable y el desarrollo personal y profesional.

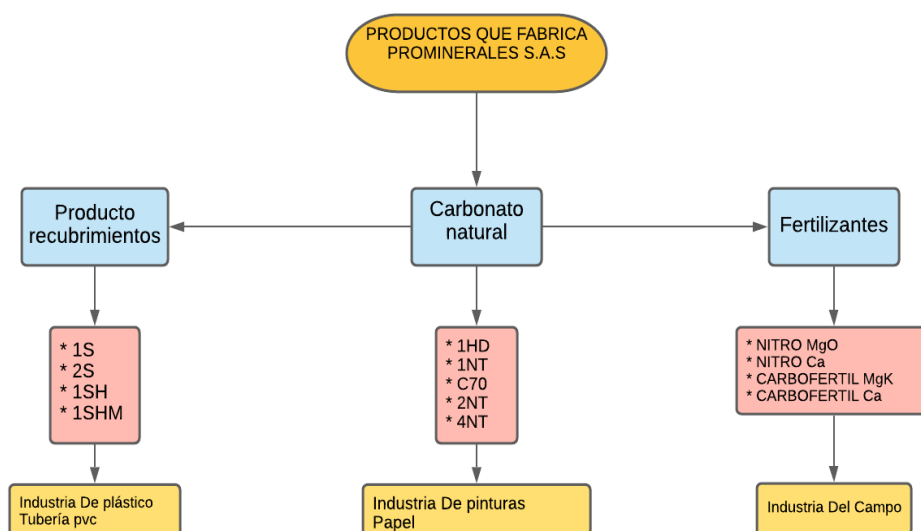
Responsabilidad social: Contribuir el desarrollo de las comunidades y reducir el impacto al ambiente.

Portafolio de Productos

En el mercado la empresa maneja una gama de productos que incluye: Carbonato de calcio para pinturas, papel y plásticos, recubrimiento para plásticos, cal agrícola y fertilizantes para el campo líquido y sólido (Prominerales S.A.S, s.f).

Figura 3

Portafolio de Productos de la Empresa Prominerales



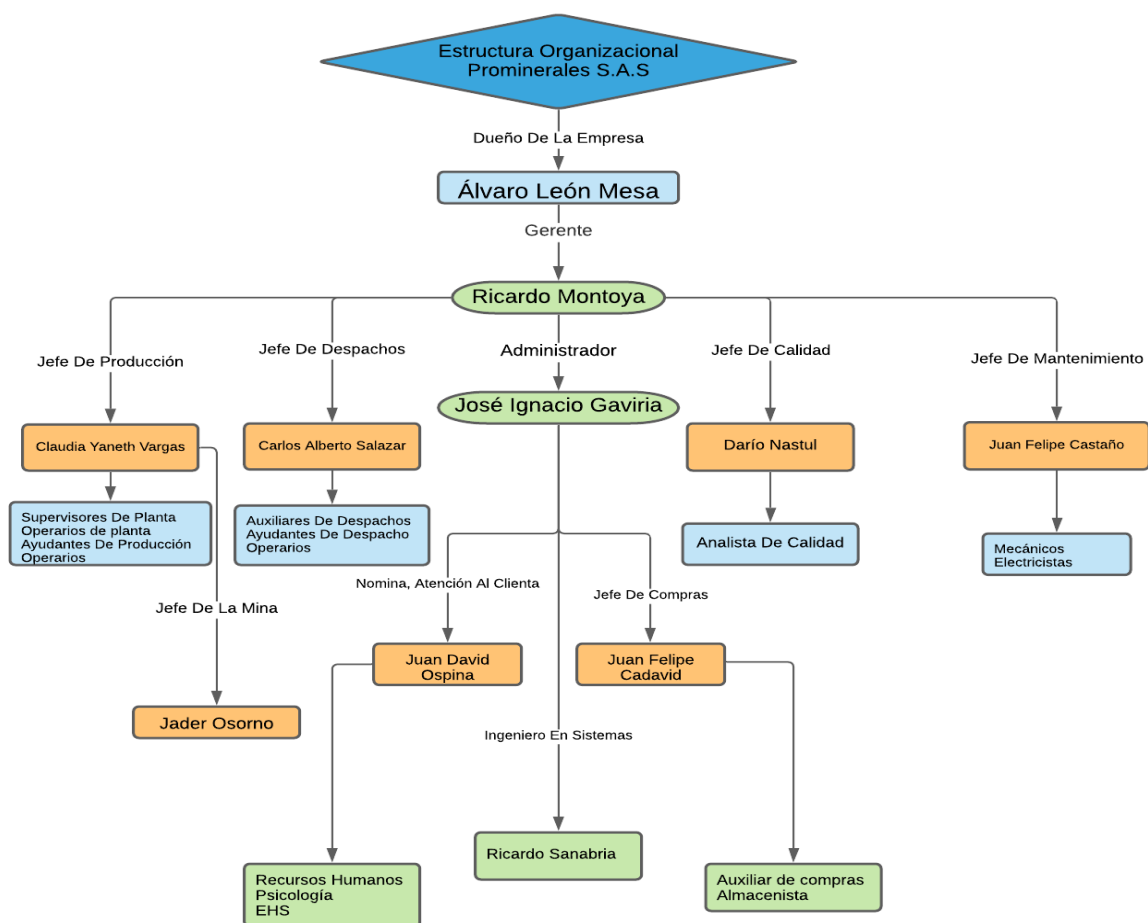
Nota. Principales productos fabricados por la empresa.

Estructura Organizacional

La empresa maneja una estructura de tipo jerárquico la cual se caracteriza por tener una cadena de mando donde cada uno de los empleados debe realizar el reporte de la gestión a su superior, por lo que la toma de decisiones se concentra en la gerencia, facilitando el control y la supervisión de los procesos.

Figura 4

Estructura Organizacional Prominerales



Nota. Niveles de jerarquía que tiene la empresa.

Marco Metodológico

Diseño de la Investigación

De acuerdo con lo señalado por Lozada (2014) el estudio se desarrolló bajo la investigación aplicada, la cual permite dar soluciones favorables a problemas que se dan en contextos reales con los conocimientos previamente adquiridos. Por lo que se busca proponer estrategias efectivas para el manejo de productos no conformes de la empresa Prominerales S.A.S, mediante la identificación de las herramientas y procedimientos que sean fáciles de implementar con base a las características específicas de la empresa, y de esta forma optimizar la gestión de los recursos y mejorar la satisfacción de los clientes.

Además, la naturaleza de la investigación se fundamentó en la metodología mixta, que combina de manera efectiva métodos cuantitativos y cualitativos, con el fin de abordar y resolver problemas complejos que se presentan en diferentes contextos (Peña et al., 2023).

El alcance analítico- cuasi experimental, lo que va más allá de la descripción por que se buscó la comprensión de las relaciones causales entre las variables, siendo útil para identificar el ¿por qué? y el ¿cómo? se puede influir en la mejora del proceso de producción (Manterola y Otzen, 2015).

Población y Muestra

La población objeto de estudio en concordancia a lo definido por Arias (2006, p. 81), corresponde a un grupo finito a alineado con las necesidades de investigación. La cual incluyó todos los procesos productivos, empleados y clientes de la empresa Prominerales S.A.S sede Puerto Berrio.

Por su parte, para la muestra se utilizó la técnica de muestreo probabilístico estratificado, con lo que se aseguró que la muestra fuera representativa y adecuada para la recopilación de información que permitan tener una perspectiva del problema (Otzen y Manterola, 2017). Con base a lo anterior la muestra se conformó 5 trabajadores: supervisor, jefe de producción, jefe de calidad, jefe de despacho y un cliente en específico.

Variables de Investigación

Tabla 2

Variables de Investigación

Variable dependiente	Variable independiente
Número de productos no conformes	Implementación del sistema de gestión integral
Tiempo de ciclo de producción	Capacitación del personal
Costo de producción	Uso de herramientas de gestión (software, indicadores, etc.)
Nivel de satisfacción del cliente	

Nota. La tabla muestra la clasificación de los tipos de variables considerados en la investigación.

Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica de Recolección de Datos

Como técnica de recolección se implementó la observación y la revisión documental, que tal como señala Peña (2022) se utiliza para analizar registros existentes del tema de estudio, permitiendo la contextualización de información empresarial que contribuyó en la identificación de la causa raíz y definición de estrategias.

Adicionalmente, se aplicó la encuesta de tipo estructurado que consiste en un conjunto de preguntas formuladas sobre un tema de interés (Díaz et al., 2013). En el contexto de la aplicación permitió identificar los factores que afectan la calidad del producto fertilizante para el campo que produce la empresa Prominerales S.A.S.

Instrumento de Recolección de Datos

Cuestionarios: diseñado con preguntas cerradas y en escala de Likert para cuantificar la percepción de los empleados para medir el nivel de satisfacción e impacto de las soluciones propuestas.

Entrevistas: A expertos en gestión de calidad y a directivos de la organización para obtener información cualitativa sobre el proceso de implementación y sus resultados.

Registros: reportes de producción, inventario y control de calidad.

Procedimientos para la Recolección de Datos

La recolección de datos se organizó en varias fases, las cuales permitieron el cumplimiento de los objetivos trazados:

Tabla 3

Fases de Recolección de Datos

Fase	Objetivo	Acción	Resultado
1	Identificar los procesos y dificultades recurrentes relacionadas con los productos no conformes	Revisión documental	Detección de fallas en la producción y gestión de calidad
2	Identificar las áreas críticas relacionadas con la calidad del producto	Revisión de procesos y aplicación de encuestas	Lista de las áreas que requieren intervención

3	Diseñar las estrategias de mejora e implementación de la propuesta de mejora	Análisis de problemática para el diseño de estrategias	Estrategias viables que pueden ser implementadas en la organización
4	Asegurar que los empleados se capacitan y aplican las nuevas estrategias del sistema de forma efectiva.	Plan de capacitación para los empleados	Equipo de trabajo preparado para la aplicación de la propuesta de mejora.
5	Analizar los resultados obtenidos en las fases anteriores y evaluación de la efectividad	Análisis de datos recolectados con las herramientas y diseño de indicadores.	Comparación de los resultados antes y después de la implementación.

Nota. La tabla muestra las diferentes fases que guiaron el desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos.

Análisis de Datos

Para el análisis de los datos utilizó el análisis descriptivo conforme a la información recolectada, con la que se resumen las características de las causas fundamentales de los productos no conformes antes y después de la implementación, contexto interno y externo de la empresa.

Componente Ético

La investigación se desarrolló bajo los principios éticos fundamentales como la transparencia, honestidad, respeto y la integridad en la recolección, análisis y uso de la información que fue proporcionada de forma libre por la empresa Prominerales S.A.S, dando autorización para el manejo de la información con fines investigativos. El estudio se llevó a cabo en coherencia a lo estipulado en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, la

Declaración de Helsinki (2013) y las Pautas Éticas Internacionales (2002) (Comisión especial de Bioética UNAD, 2017).

De acuerdo con el tipo de investigación se clasifica como de riesgo mínimo, ya que se centró en el análisis técnico y organizacional de los procesos de la empresa “Prominerales SAS”, sin intervención directa sobre los trabajadores. No obstante, para la recolección de datos, se solicitó el consentimiento informado de los participantes, respetando la confidencialidad y protección de la información recolectada, conforme a la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales.

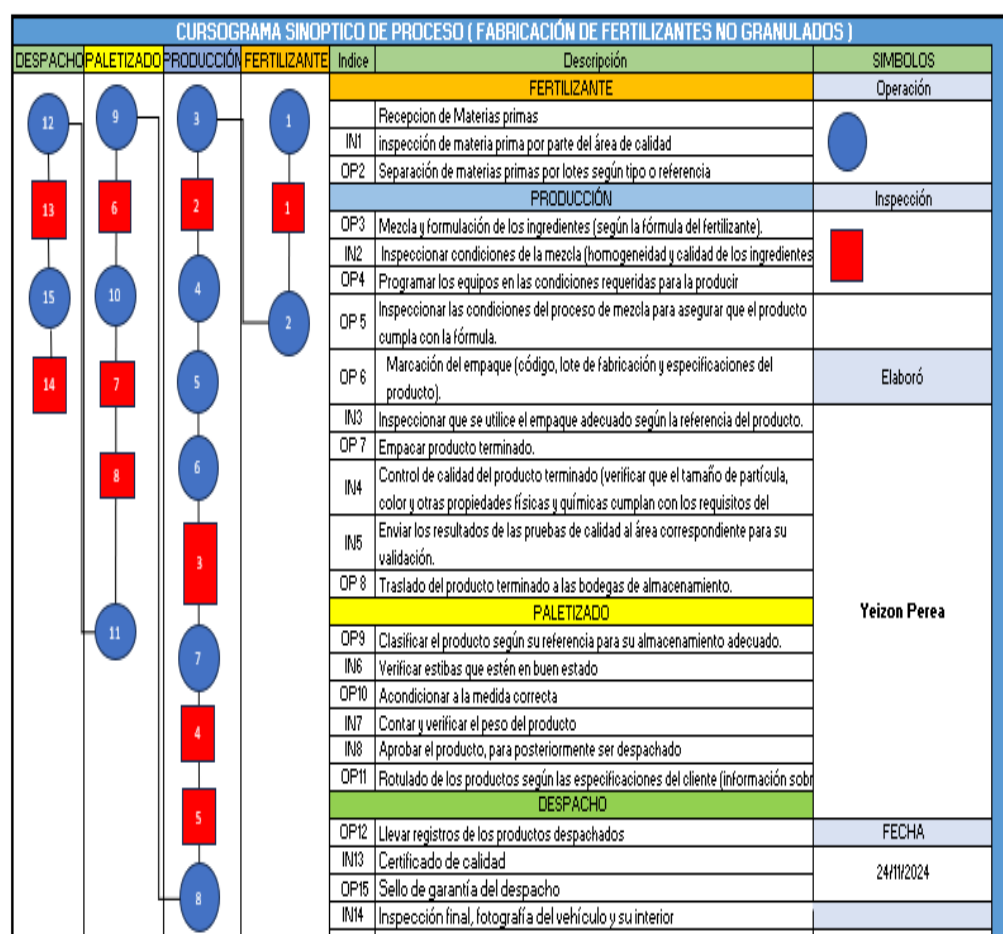
Resultados

Identificación de Áreas Críticas

Al realizar el análisis del proceso de producción de fertilizantes no granulados en la empresa Prominerales S.A.S se identificaron áreas críticas que contribuyen a la generación de productos no conformes. En este sentido, a continuación se presentan los resultados del diagnóstico de los procesos involucrados para identificar la causa raíz de la problemática.

Figura 5

Cursograma Sinóptico de Fertilizantes no Granulados



Nota. En el diagrama se visualiza las etapas del proceso productivo para facilitar la comprensión de la secuencia.

En primer lugar, se presenta el cursograma detallado del proceso de producción en el que se presentan las diferentes etapas desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del producto, constituyendo una herramienta clave para comprender la secuencia de operaciones y los puntos críticos de control dentro de la cadena productiva.

y distancias.

Ahora bien, el análisis del proceso permitió identificar puntos críticos de control

1. La formulación y mezcla de los insumos no se realiza de forma estandarizada.

Las materias primas para los fertilizantes no siempre son inspeccionadas de forma rigurosa.

2. Los equipos de mezcla no son verificados de forma recurrente.

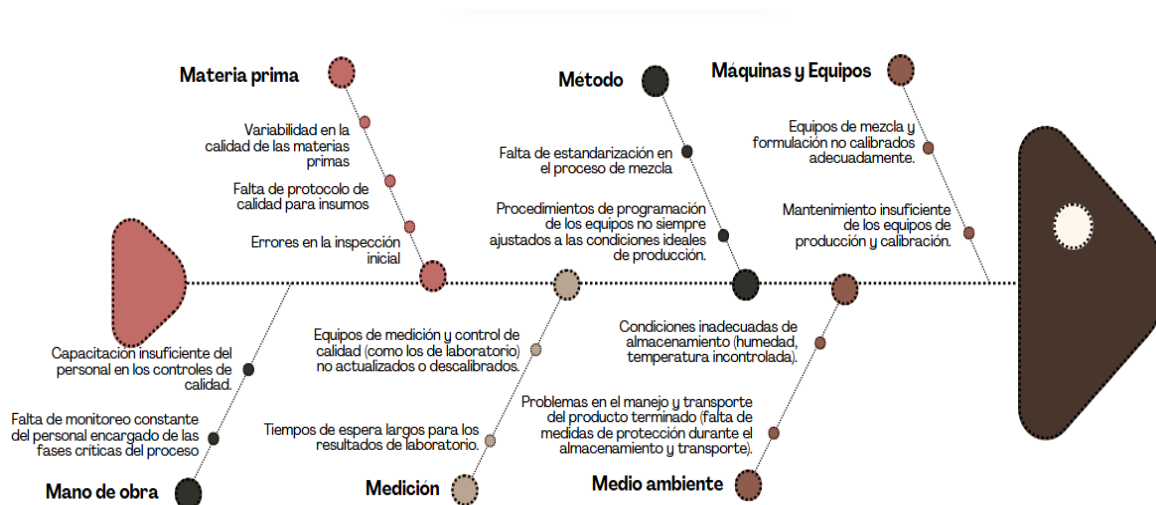
Se presentan inconsistencias en el control del empaque, por lo que se presenta variabilidad en el peso y posibles contaminaciones durante el almacenamiento.

3. Se presentan retrasos en la obtención de los resultados de laboratorio.

Se detectaron deficiencias en las condiciones de almacenamiento como lo es falta de control de temperatura en la bodega.

Diagnóstico de las Causas

Como parte del diagnóstico se desglosa sistemáticamente las posibles causas que contribuyen al problema de producción de fertilizantes. Por lo que las causas se agrupan en categorías para presentar la interrelación entre las diferentes causas y el impacto en la generación de productos que no cumplen con los estándares para salir al mercado.

Figura 6*Producción No Conforme de Fertilizantes No Granulados*

Nota. En el diagrama de causa y efecto (Ishikawa) se revelan las áreas críticas que contribuyen al problema de calidad del producto final.

Recuperación del Producto no Conforme

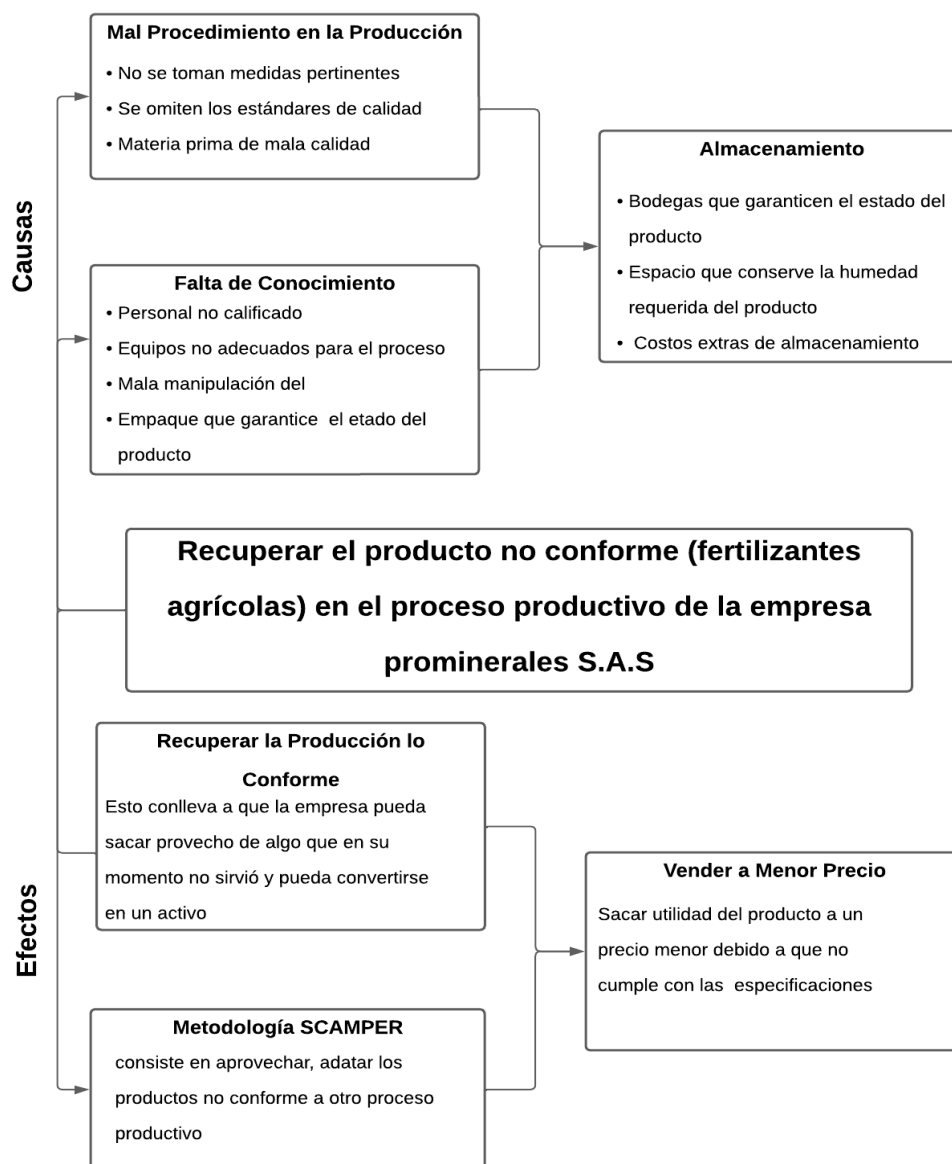
Con base en las causas identificadas que generan productos no conformes en el proceso de producción de fertilizantes agrícolas, se planteó una estrategia integral de recuperación que permita transformar las pérdidas en oportunidades futuras. Por lo que en la figura 6 se sintetiza las acciones a implementar para que se mitiguen los efectos negativos, como lo son el aprovechamiento de productos mediante la metodología SCAMPER, la venta a menor precio de lotes no conformes y la mejora en las condiciones de almacenamiento.

Las alternativas pretenden reducir el desperdicio, optimizar los recursos y mejorar la eficiencia operativa de la empresa, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y la normativa vigente para fertilizantes. Es importante resaltar que lo anterior incluye la

identificación, segregación y el manejo adecuado de los productos no conformes, para de esta forma evitar que se utilicen o distribuyan de forma accidental.

Figura 7

Diagrama de Recuperación del Producto no Conforme



Nota. El esquema destaca las estrategias de recuperación del producto no conforme en el proceso productivo a partir de las causas identificada.

Análisis DOFA

Con base en el análisis documental y los resultados obtenidos del diagnóstico del proceso de producción, se elaboró un análisis DOFA para identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que afectan el proceso productivo y la competitividad de la empresa.

Tabla 4

Análisis DOFA

Variable	Factor	Descripción
Fortalezas	Reconocimiento organizacional	Prominerales cuenta con más de 20 años en el mercado, lo que le da un posicionamiento en el sector.
	Capacidad de producción	La empresa posee instalaciones adecuadas y capacidad para producir grandes volúmenes de fertilizantes.
	Buenas relaciones con los proveedores	Durante la trayectoria ha logrado establecer relaciones sólidas con los proveedores de sus materias primas.
	Compromiso con la sostenibilidad	La empresa se ha esforzado por implementar iniciativas para desarrollar productos amigables con el ambiente.
	Diversificación de productos	La compañía ofrece una gama de productos que no se limita a los fertilizantes.
Debilidades	Variabilidad en la calidad de las materias primas	Falta de inspección rigurosa a las materias primas que afecta la producción.

	Falta de estandarización en los procesos	Ausencia de protocolos en la mezcla y formulación de insumos para fertilizantes.
	Inadecuada calibración de equipos	Los informes revelan que las calibraciones no cumplen con el cronograma establecido.
	Capacitación insuficiente del personal	Falta de formación adecuada en controles de calidad y procedimientos operativos.
	Condiciones inadecuadas de almacenamiento	No se cuenta con regulador de temperatura en la bodega de almacenamiento.
	Insatisfacción de los clientes	Se han presentado reclamaciones de los clientes con relación a las entregas
Oportunidades	Demanda de fertilizantes sostenibles	Aumento en la preferencia de los clientes por productos amigables con el medio ambiente.
	Avances tecnológicos en producción	Amplia gama de herramientas tecnológicas aplicadas en la industria para mejorar la eficiencia de los procesos y la calidad de los productos.
	Expansión del mercado agrícola	Demanda de productos agrícolas en el mercado internacional.
	Incentivos gubernamentales	El gobierno nacional ha generado subsidios para las empresas que implementan prácticas sostenibles.

	Colaboraciones estratégicas	Posibilidad de establecer alianzas con instituciones o empresas tecnológicas para mejorar los procesos.
Amenazas	Competencia creciente	Aumento en el número de competidores en el mercado que ofrecen fertilizantes a mejores precios.
	Fluctuaciones en los precios de las materias primas	Las variaciones de la TRM generan impacto en los precios de las materias primas importadas.
	Regulaciones ambientales estrictas	Nuevas normativas ambientales para las empresas que hacen que su incumplimiento genere multas o sanciones.
	Cambio climático	Los cambios climáticos bruscos son un riesgo potencial en la disponibilidad y calidad de las materias primas.
	Percepción negativa sobre fertilizantes	Preocupación sobre el uso de químicos en la agricultura, que influye en la demanda de fertilizantes.

Nota. Se identificaron las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas del proceso de producción.

Definición de Estrategias

A partir del diagnóstico realizado con la matriz DOFA, se realiza la formulación de diferentes estrategias cada una orientada a la mejora de las áreas críticas identificadas, buscando potencializar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, mitigar las amenazas y superar las

debilidades. Por lo que se proponen las siguientes estrategias orientadas para optimizar la eficiencia y la calidad del proceso productivo en la empresa Prominerales S.A.S.

1. Optimizar el proceso de producción de fertilizantes mediante el establecimiento de protocolos escritos en donde se estandaricen los tiempos y movimientos realizados, para de esta forma reducir los desperdicios y reprocesos.
2. Fortalecer el control de calidad durante la etapa de producción, implementando controles en línea que permitan la detección de las no conformidades de manera oportuna.
3. Reducir los tiempos muertos en las actividades de paletizado y despacho, mediante la aplicación de herramientas (Value Stream Mapping) que permitan identificar actividades sin valor agregado.
4. Desarrollar un programa de capacitación para el personal enfocado en las prácticas operativas eficientes, en el que se incluya el adecuado manejo de la materia prima y el uso correcto del equipo durante paletizado y despacho.
5. Implementar controles visuales, sistemas automatizados y registros estandarizados que permitan realizar el seguimiento de cada uno de los lotes desde la producción hasta el despacho, para de esta forma facilitar la trazabilidad de la gestión.

Aplicación del Value Stream Mapping

De acuerdo con el análisis se realizó la identificación de los puntos críticos determinando aquellos que generan productos no conformes y pérdidas en el proceso productivo. De ahí que se aplicó la herramienta Value Stream Mapping conocida por sus siglas en inglés VSM, con la que se mapea el flujo actual de valor desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final, evidenciando etapas con reprocesos, demoras y errores de manipulación.

Por lo que, en primera instancia se elaboró el cursograma analítico detallado del proceso de producción de carbonato de calcio natural de la empresa, en este se identifican las diferentes actividades que componen el proceso, incluyendo las operaciones, el transporte, inspecciones, esperas y almacenajes, así como los tiempos y distancias asociadas a cada una.

Figura 8

Cursograma Analítico

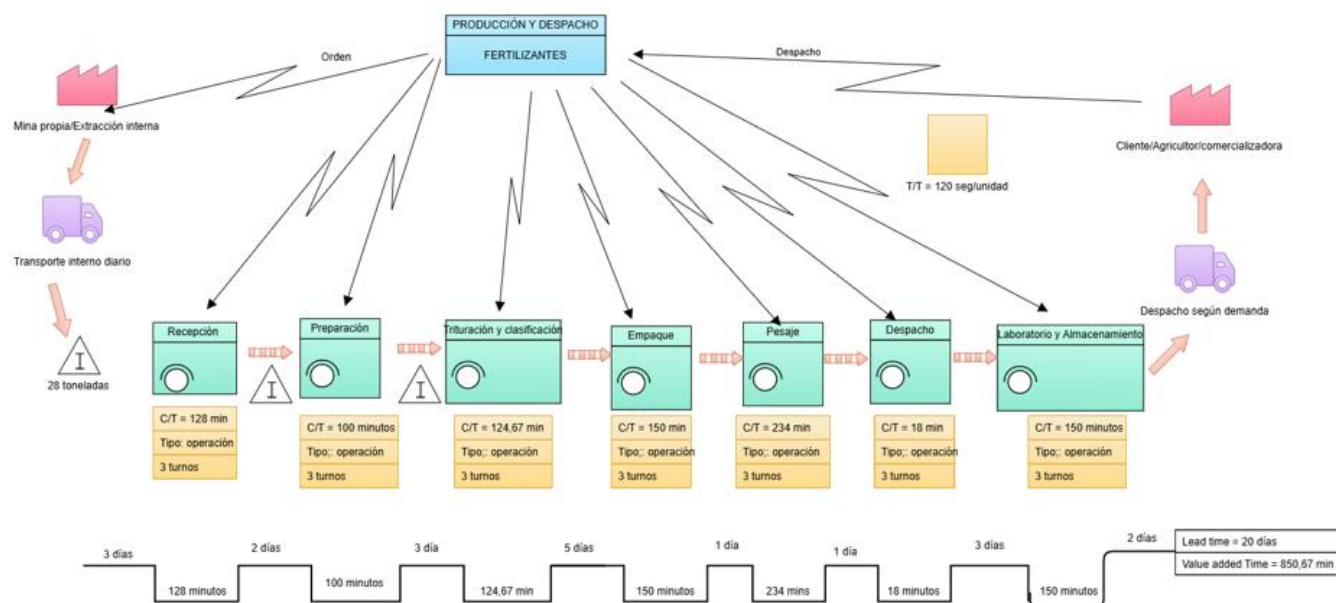
CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N°: _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar. * * * * * Maq. * * * * *									
Proceso:		RESUMEN									
Fecha: 20/04/2025		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Ecoa.					
El estudio inicia:		●	Operación	14							
Método: Actual: _____ Propuesto: _____		→	Transporte	3							
Producto: CARBONATO DE Ca		■	Inspección	3							
Nombre del operari: prominerales S. A. S		□	Espera	2							
Elaborado por: Yelson Perea		▼	Almacenaje	2							
Tamaño del Lote: Toneladas		Total de Actividades realizadas		24							
		Distancia total en metros		230							
		Tiempo min/hombre		98							
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones	
					●	→	■	□	▼		
1	Transporte de la materia prima (piedra caliza) de la mina a la planta de producción	28			●	→					
2	Recepción de la materia prima				●						Volquetas
3	Control de calidad a la piedra caliza (pruebas químicas)				●						Alancen
4	A la espera de resultados				□						Directamente de la Mina
5	Se separa por lotes la piedra caliza				●						llega con sus analisis
6	Se procede a alimentar la planta de producción			3000	●						Operario del cargador
7	Se lava y se tritura la piedra caliza				●						
8	Entra el producto al sistema de molienda				●						Cuenta con un sistema automático
9	Pasa por clasificadores que le reducen el tamaño de partículas				●						
10	Se almacenan en los silos para ser empacados		10,0								
11	Se empacan el producto en sacos de 25 y 1000 kg				●						
12	Se saca muestra por cada tonelada producida				●						El operario o empacador
13	Se envían muestras al laboratorio		100,0		●						
14	Se esperan los resultados de laboratorio			3000	□						
15	Se procede a trasladar el producto terminado a las bodegas		50,0		●						Montacargas
16	Despacho del producto			3000	●						
17	A la espera que entre el vehículo que transporta el producto			3000	□						
18	Se ubica el vehículo en la zona establecida				●						
19	Se revisa el producto que este en condiciones óptimas, para ser despachado				●						
20	Traslado del producto en bodega a la zona de despacho		70,0		●						Montacargas
21	Se inicia hacer el cargue		34		●						
22	Se inspecciona que el cargue quede bien acomodado			3000	●						
23	Se pesa el vehículo con el producto		68		●						
24	Se le entrega toda la documentación (certificado de calidad y remisión)			3000	●						Bascula Camionera Al conductor del vehículo que transporta la carga
Tiempo Minutos: 98,0			230,0	5880							

Nota. En el diagrama muestra las actividades detalladas del proceso clasificadas en operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenajes, con sus respectivos tiempos.

Con base en la información detallada del cursograma y se realizó un VSM del estado actual, en el que se identifican las etapas críticas del proceso productivo, así como los principales puntos de acumulación de tiempo, los cuales afectan la eficiencia y la calidad del producto final-

Figura 9

VSM del Estado Actual del Proceso Productivo de Fertilizantes no Granulados

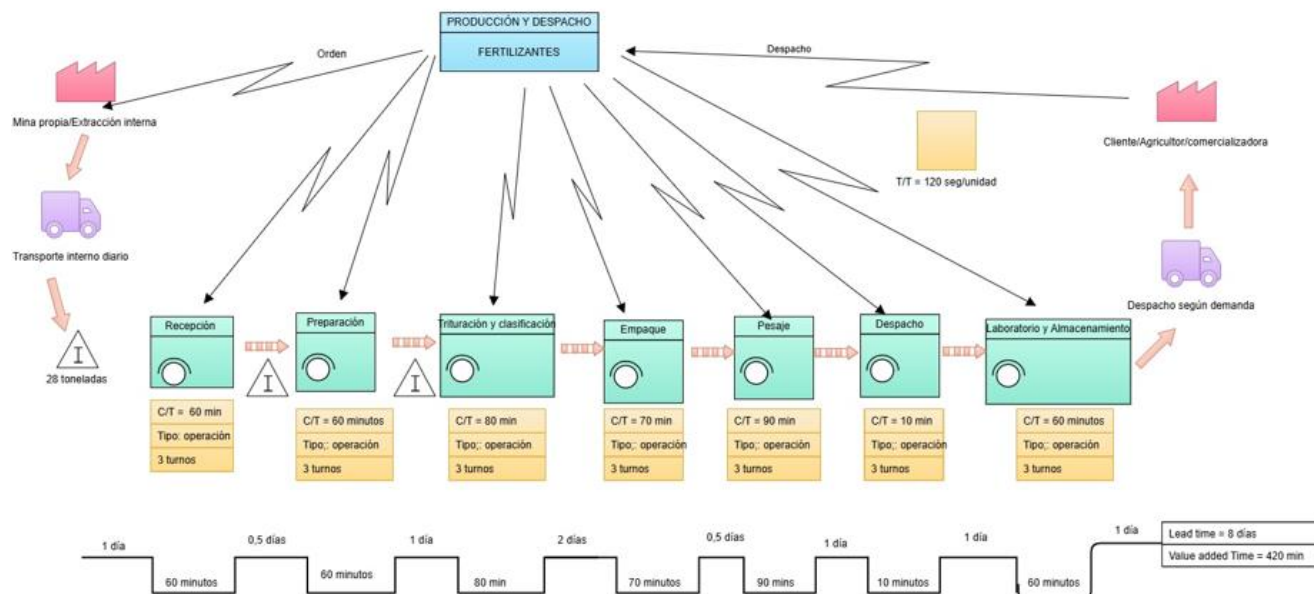


Nota. El mapa detalla el estado actual del flujo de valor del proceso productivo de fertilizantes no granulados.

A partir del diagnóstico, se diseñó el estado futuro en el que se contempla la implementación de sistemas automatizados para la preparación y pesaje, así como sensores en línea para el control de calidad en tiempo real, lo que demuestra una reducción significativa en los tiempos de ciclo. Además, se propone aplicar producción pull para sincronizar los procesos y disminuir inventarios intermedios, así como fortalecer el mantenimiento preventivo para evitar paradas inesperadas y realizar capacitación al personal para estandarizar las operaciones. Finalmente se propone optimizar la logística de despacho para agilizar la entrega al cliente.

Figura 10

VSM del Estado Futuro del Proceso Productivo de Fertilizantes no Granulados



Nota. El mapa detalla el estado futuro del flujo de valor del proceso productivo de fertilizantes no granulados.

Dichas estrategias de mejora le permiten a la empresa reducir el lead time total de 20 a 5 días y el tiempo de valor agregado de 850 a 420 minutos, logrando que el proceso sea más eficiente y que se alinee a la demandad del mercado.

Conclusiones

El desarrollo de la investigación permitió que se realizará un diagnóstico integral del proceso de producción de fertilizantes no granulados en la empresa Prominerales S.A.S., por lo que la colaboración fue fundamental para el análisis del proceso y la determinación de estrategias. Por lo que con base en la información proporcionada se identificaron deficiencias como la estandarización de procesos, la inspección detallada de las materias primas, el control de calidad y las condiciones en las que se almacenan los productos, son factores que impactan la generación de productos no conformes y la eficiencia operativa de la empresa.

Es importante destacar, que el análisis DOFA es una herramienta clave para comprender de forma integral el contexto de la empresa, ya que se enlistan tanto los factores internos, como los externos. De ahí que se identificaron fortalezas significativas como la experiencia, la capacidad productiva y las relaciones sólidas con los proveedores, sin embargo, dentro de las debilidades que enfrenta la empresa se relacionan con la falta de estandarización, capacitación y control riguroso en etapas claves del proceso.

Adicionalmente, se formularon estrategias orientadas a la optimización del proceso productivo, como lo son el uso de herramientas tecnológicas, controles de calidad rigurosos y estandarización de procesos, sin dejar a un lado la capacitación del personal, sentando las bases para que la empresa mantenga el plan de mejora continua y sostenibilidad. En cuanto a la aplicación del Value Stream Mapping (VSM) se concluye que los flujos de valor y los puntos de acumulación de tiempos y reprocesos facilitan la identificación de intervenciones prioritarias.

Finalmente, se genera el estado futuro en el que se incorpora el proceso de automatización, controles en línea, producción pull y el fortalecimiento del mantenimiento, lo que muestra una reducción significativa en los tiempos de ciclo y el lead time total, que en consecuencia se alinea con las exigencias del mercado, las necesidades de la empresa y el cumplimiento de los objetivos. Por lo que los resultados del estudio permiten evidenciar que la empresa tiene potenciales para la mejora continua y la gestión empresarial basada en el análisis de datos y la aplicación de estrategias, ya que esto permite incrementar la competitividad y la sostenibilidad organizacional.

Recomendaciones

Se recomienda a la empresa fortalecer la gestión integral del proceso productivo, enfatizando en la incorporación de herramientas que automaticen, sistematicen y controlen los procesos críticos, como la preparación, el pesaje y el control de calidad, ya que contar con datos precisos y actualizados le permitirán no solo agilizar las operaciones, sino también minimizar los errores humanos y mejorar la trazabilidad para que la gerencia tome decisiones informadas, logrando optimizar el flujo de los materiales y reducir los tiempos de espera.

Además, es importante que la empresa realiza la planificación de la implementación de las estrategias de forma gradual, ya que esto puede generar incertidumbre y rechazo, por lo que la implementación gradual y acompañada de un plan de formación le permitirá a la empresa que los cambios se integren de manera natural y sostenible.

En cuanto a futuras investigaciones, se recomienda la profundización en el desarrollo de metodologías que integren la gestión de inventarios, así como la evaluación de las estrategias diseñadas y la indagación del impacto en la cultura organizacional, ya que esto amplía el panorama de la resolución de retos que enfrenta el sector y contribuye a que las empresas se impulsen a plantear dentro de su plan de trabajo la mejora continua.

Referencias Bibliográficas

- Arias, L., Portilla, L., & Castaño, J. (2008). Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. *Scientia Et Technica*, vol. XIV, núm. 38, junio, 2008, pp. 265-270 Universidad Tecnológica de Pereira. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903846.pdf>
- Basílio, G., & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. N°. 26 (13-21). https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.3485
- Bautista, L., Bolaños, M., Argüelles, J., & Fischer, G. (2019). Fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en mora (*Rubus glaucus* Benth.): Efecto sobre Antracnosis bajo condiciones controladas. *Acta Agronómica*, vol. 68, núm. 3, pp. 228-236, <https://doi.org/10.15446/acag.v68n3.68337>
- Beltrán, J., & Munevar, J., (2010). Guía para la aplicación de la Metodología AMEF para la gestión y administración del riesgo <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-tecmilenio/logistica-internacional/e-book-en-pdf-guia-para-la-aplicacion-de-la-metodologia-amef-para-la-gestion-y-administracion-del-riesgo/15511483>.
- Benzaquen, J. (2013). Calidad en las empresas latinoamericanas: El caso peruano *Journal of Globalization, Competitiveness & Governability / Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad / Revista de Globalização, Competitividade e Governabilidade*, vol. 7, núm. 1, enero-abril, pp. 41-59. <https://www.redalyc.org/pdf/5118/511851337005.pdf>
- Benzaquen, J. (2014). La ISO 9001 y TQM en las empresas latinoamericanas: Perú *Journal of Globalization, Competitiveness & Governability / Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad / Revista de Globalização, Competitividade e*

Governabilidade, vol. 8, núm. 1, enero-abril, pp. 67-89.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511851340005>

Benzaquen, J., & Convers, J. (2015). El ISO 9001 y TQM en las empresas de Colombia. *Journal of Globalization, Competitiveness & Governability / Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad / Revista de Globalização, Competitividade e Governabilidade*, 9(3), 107-128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511851345005>

Campos, T., Sánchez, L., Rodríguez, M., Castillo, D., Gutiérrez, E., & Valdéz, M. (2023).

Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en Producción y su Impacto en Costos de No Calidad en una Empresa Refresquera. *Conciencia Tecnológica*, núm. 66, pp. 58-69.

<https://www.redalyc.org/journal/944/94477589006/html/#ref3>

Chacón, J. & Rugel, S. (2018). Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad. *Rev.*

Espacio. Vol. 39 (Nº 50) Año 2018. Pág. 14.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n50/a18v39n50p14.pdf>

Comisión Especial de Bioética UNAD. (2017). Criterios éticos para la formulación de proyectos de investigación. <https://noticias.unad.edu.co/index.php/2024/1833-criterios-eticos-para-formular-un-proyecto-de-investigacion>

De la Lama, A. (2008). La teoría del control total de calidad. La organización de la empresa en un ambiente científico y de competencia global. *Denarius*, núm. 16, marzo, 2008, pp.

51-78. www.redalyc.org/pdf/6956/695676744003.pdf

Delgado, E., Escamilla, L., Pérez, A., & Arias, L. (2004). Determinación de parámetros de la contaminación microbiana presente en un área de fabricación de medicamentos estériles a base de antibióticos β -lactámicos. *Universitas Scientiarum*, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2004, pp. 23-3. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49990203>

- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación educ. médica* vol.2 no.7 Ciudad de México jul./sep.
http://scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009
- Díaz, G., & Salazar, D. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Podium*, 39, 19–36. DOI:10.31095/podium.2021.39.2
- Díaz, G., Quintana, M., & Fierro, D. (2021). La competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones. *INNOVA Research Journal*, ISSN 2477-9024 (Enero-Abril). Vol. 6, No.1 pp. 145-161. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n1.2021.1465>
- EMIS. (2024 diciembre 26). Prominerales S.A.S. (Colombia).
https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Prominerales_SAS_es_1209909.html
- Fernández, N., & Ortega, E. (2008). Calidad de gestión en las unidades de información de la Universidad del Zulla: paradigma de innovación en la sociedad del conocimiento *Telos*, vol. 10, núm. 2, mayo-agosto, pp. 209-236 Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín.
<https://www.redalyc.org/pdf/993/99318157002.pdf>
- García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos *Industrial Data*, vol. 6, núm. 1, agosto, pp. 89-94. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- Goetsch, D. L., & Davis, S. (2016). *Quality management for organizational excellence: Introduction to total quality* (8th ed.). Pearson.
- González, L., & García, E. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de alimentos. *Conciencia Tecnológica*, núm. 63. <https://www.redalyc.org/journal/944/94472192002/html/>
- Hernández, H., Barrios, I., y Martínez, D. (2018). Gestión de la calidad: Elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Revista Criterio libre*, 16(18), 180-195.

- Hernández, C., & Da Silva, F. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad Tecnología Química, vol. XXXVI, núm. 1, enero-abril, pp. 130-145 Universidad de Oriente. <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543786011.pdf>
- Herrera, R. (2006). El concepto de calidad: Un marco conceptual. Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica, vol. 16, núm. 1, enero-julio, pp. 107-121. Universidad de Costa Rica. <https://www.redalyc.org/pdf/441/44170517008.pdf>
- Invest Pacific. (2024). Yara Colombia inaugura su terminal de fertilizantes más grande y moderna en Latinoamérica. Noticias Agroindustria. <https://www.investpacific.org/noticias/manufacturas/yara-colombia-inaugura-su-terminal-de-fertilizantes-mas-grande-y-moderna-en-latinoamerica/>
- Ishikawa, K. (1993). Controle de qualidade total: à maneira japonesa. Rio de Janeiro: Campos.
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2003). Resolución 150 de 2003 por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30042205>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (2001). Norma Técnica Colombiana NTC 1927, Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC 2859. Procedimientos de muestreo para Inspección por atributos parte 10: Introducción a la serie de normas NTC-ISO 2859 sobre el muestreo para Inspección por atributos. ICONTEC. https://www.soefecepp.com/wp-content/uploads/2021/07/fdocuments.net_ntc-iso-2859-10pdf.pdf?srsltid=AfmBOorbhBsyC5Xn93GKfh6IEKA-JTFqxn5Wl-mM4KvpXOLHyO9pVHcv

International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements. ISO.

International Organization for Standardization. (2016). ISO 13485:2016 Medical devices - Quality management systems - Requirements for regulatory purposes. ISO.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19011: Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión <https://uadeo.mx/wp-content/uploads/2020/11/NORMA-ISO-19011-2018.pdf>

Juran, Joseph M. (1990). *Jurán y el liderazgo para la Calidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A

Juran, J., & Godfrey, A. (1999). *Juran's Quality Handbook* (5th ed.). McGraw-Hill Retrieved from https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries_en

León, C., Menéndez, A., Rodríguez, A., López, B., García, M., y Fernández, S. (2018). Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas. AMC vol.22 no.6 Camagüey nov.-dic. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552018000600843

Ley 9/1979, de 24 de enero, por la cual se dictan Medidas Sanitarias. (1979). *Boletín Oficial del Estado 35193*, de 5 de febrero de 1979. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>

Ley 99/1993, de 22 de diciembre, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (1993). *Boletín Oficial del Estado 41146*, de diciembre 22 de 1993. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

- Ley 1581/2012, de 17 de octubre, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales (2012). *Boletín Oficial del Estado* 48587, de octubre 18 de 2012
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- López, I. (2009). Herramientas de mejoramiento continuo en las empresas aparadoras y su impacto en la recepción del producto no conforme en Plasticaucho Industrial SA.
<https://catalogobiblioteca.puce.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=216602>
- López, A. L., Sánchez, M. C., & Álvarez, R. (2017). Impact of non-conforming fertilizers on agricultural yield and environmental safety. *Journal of Agricultural Science*, 12(6), 788-797. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1392921>
- Lozada, José. (2014). La investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMÉRICA*, N° 3, diciembre, pp (34-39). Universidad Tecnológica Indoamérica
- Manterola, C., & Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2 Parte. Estudios Cuasi-Experimentales. *Int. J. Morphol.* vol.33 no.1 Temuco mar.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022015000100060
- Mejía, S., Yepes, D., & Arango, B. (2013). Gestión e Implementación del RFID en las Empresas *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, vol. 6, núm. 17. pp. 72-84 Universidad de Santiago de Chile. <https://www.redalyc.org/pdf/4778/477847109006.pdf>
- Moreno, E., Orjuela, P., & Murillo, W. (2018). Manejo de residuos peligrosos y desarrollo de cultura ambiental en la Universidad Manuela Beltrán. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, vol. 2, núm. 3, pp. 93-107.
<https://www.redalyc.org/journal/5739/573962289007/html/>

- Montgomery, D. C. (2012). *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed.). Wiley. European Commission. (2020). Directive 2001/95/EC on general product safety.
- Montesionos, S., Vázquez, C., & Maya, I. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 25, núm. 92. Universidad del Zulia, Venezuela. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29065286036>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* vol.35 no.1 Temuco mar. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext
- Peña, T. (2022). Etapas del análisis de la información documental. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, vol. 45, núm. 3, 2022, Septiembre-Diciembre, pp. 1-7. Escuela Interamericana de Bibliotecología. <https://www.redalyc.org/journal/1790/179072898004/179072898004.pdf>
- Perdomo, J., & González, J. (2004). Medición de la gestión de la calidad total: una revisión de la literatura *Cuadernos de Administración*, vol. 17, núm. 28, julio-diciembre, pp. 91-109. Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.redalyc.org/pdf/205/20502805.pdf>
- Pérez, M., & Wong, H. (2018). Gestión de inventarios en la empresa SOHO color salón & Spa en Trujillo (Perú), en 2018. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, vol. XIV, núm. 27. <https://www.redalyc.org/journal/4096/409658132010/html/>
- Pérez, T., León, C., & Hernández, M. (2023). Fundamentos teóricos para un sistema de gestión de la calidad en el Laboratorio Provincial de Biología Molecular. *Rev Hum Med* vol.23 no.3 Ciudad de Camaguey sept.-dic. 2023 Epub 03-Dic. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202023000300008

- Pinheiro, O., Breval, S., Rodríguez, C., & Follman, N. (2017). Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* vol.25 no.2 Arica jun. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000200264
- Reyes, G., & Cortés, J. (2017). Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe. *Bioagro*, vol. 29, núm. 1, 2017, pp. 45-52 Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85750098005.pdf>
- Secretaría Central de ISO. (2012). *Directrices para la auditoria de un sistema de gestión*. Ginebra, Suiza: ISO.
- Zandi, F., Niaki, S. T. A., Nayeri, M. A., & Fathi, M. (2011). Change-point estimation of the process fraction non-conforming with a linear trend in statistical process control. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(10), 939-947.