UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL para incrementar la productividad

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

Luisa Angelica Muguerza Vera

ASESOR

Ana María Caballero García

https://orcid.org/0000-0003-3452-9204

Chiclayo, 2026

Propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL para incrementar la productividad

PRESENTADA POR

Luisa Angelica Muguerza Vera

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Ana Mariella Vidarte Llaja
PRESIDENTE

Absalón Rivasplata Sanchez
SECRETARIO

Ana María Caballero García
VOCAL

Dedicatoria

La presente investigación se la dedico a Dios, a mi madre Gladys Vera Diaz, y especialmente a mi padre Luis Muguerza Ramos que desde el cielo me cuida y quien en vida fue mi apoyo incondicional, y finalmente a mi hermana Mary Muguerza por alentarme a lograr mis metas.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por protegerme y bendecirme para llegar hasta ésta etapa que es la culminación de mi investigación.

A mis padres Luis y Gladys, que son mi inspiración y mi motor para seguir avanzando en cada etapa de mi vida.

A mi hermana Mary por su apoyo, comprensión y ejemplo.

A la Ing. Ana María Caballero, mi asesora, por darme su tiempo, su apoyo y sus conocimientos brindados a lo largo de mi investigación.

Propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL para incrementar la productividad

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	6%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	agraria.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen **6**

Abstract **7**

Introducción **8**

Revisión de literatura **10**

Materiales y métodos **14**

Resultados y discusión **16**

Conclusiones **81**

Recomendaciones **82**

Referencias **83**

Anexos **86**

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo incrementar la productividad en la empresa AHM EIRL a través de una propuesta de planificación y control de la producción de fertilizante orgánico a base de gallinaza. El diagnóstico inicial determinó que la empresa utilizaba únicamente el 14,67 % de su capacidad instalada, con una producción de 59 sacos/día, un nivel de servicio de 31 %, y un cuello de botella crítico en la etapa de molienda con un tiempo de ciclo de 121,3 min/lote, lo que generaba un promedio mensual de 2 912 sacos no atendidos. Tras la propuesta, la productividad aumentó a 168 sacos/día, lo que representa un incremento del 186 %, logrando una utilización del 42 % de la capacidad de diseño. Asimismo, se redujo el tiempo del cuello de botella en un 73 %, disminuyendo de 121,3 a 33,3 min/lote, lo que permitió estabilizar el flujo del proceso. También se incrementó la productividad de la mano de obra de 11,74 a 33,6 sacos/operario, y la productividad por máquina de 14,7 a 42 sacos/máquina, ambas mejoras equivalentes al 186 %. En cuanto al nivel de servicio, este se incrementó de 31 % a 90 %, lo que representa una mejora del 190 %, asegurando la atención oportuna de pedidos y reduciendo al mínimo los incumplimientos por falta de abastecimiento. De igual manera, la eficiencia económica aumentó de S/ 3,46 a S/ 7,15, evidenciando una mejora del 107 % en la relación costo–beneficio del proceso productivo. En conclusión, la propuesta optimizó el uso de recursos, eliminó restricciones críticas y mejoró significativamente la productividad, rentabilidad y capacidad de respuesta al mercado de AHM EIRL.

Palabras clave: Productividad, planificación de la producción, gallinaza, optimización de procesos.

Abstract

The objective of this thesis was to increase productivity at AHM EIRL through a proposal for planning and control of the production of organic fertilizer based on chicken manure. The initial diagnosis determined that the company was using only 14.67% of its installed capacity, with a production of 59 bags/day, a service level of 31%, and a critical bottleneck in the grinding stage with a cycle time of 121.3 min/batch, generating a monthly average of 2,912 unserved bags. Following the proposal, productivity increased to 168 bags/day, representing an increase of 186%, achieving a utilization of 42% of the design capacity. Furthermore, the bottleneck time was reduced by 73%, decreasing from 121.3 to 33.3 min/batch, which allowed stabilizing the process flow. Labor productivity also increased from 11.74 to 33.6 bags/operator, and machine productivity from 14.7 to 42 bags/machine, both equivalent to improvements of 186%. Service levels increased from 31% to 90%, representing a 190% improvement, ensuring timely order fulfillment and minimizing non-compliance due to lack of supply. Similarly, economic efficiency increased from S/3.46 to S/7.15, demonstrating a 107% improvement in the cost-benefit ratio of the production process. In conclusion, the proposal optimized resource use, eliminated critical constraints, and significantly improved AHM EIRL's productivity, profitability, and market responsiveness.

Key words: Productivity, production planning, organic fertilizer, process optimization.

Introducción

Según datos de la FAO [1], el consumo global de fertilizantes ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado por la creciente demanda de alimentos y la necesidad de mantener la productividad agrícola en diversas regiones. En 2023, el uso agrícola mundial de fertilizantes inorgánicos aumentó un 1,2 % en comparación con el año anterior, alcanzando un total de 190 millones de toneladas; donde este incremento se distribuyó entre los principales nutrientes: el uso de nitrógeno creció un 2 %, mientras que el de potasio aumentó un 4,4 %, mientras que el uso de fósforo disminuyó un 3,3 [2]. Adicionalmente, el "World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023" de la FAO destaca que, en 2022, el uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura alcanzó los 185 millones de toneladas de nutrientes, con un 58 % de esta cantidad siendo nitrógeno. Esto representa un aumento del 37 % en comparación con el año 2000 [3]. Por otro lado, el "Fertilizer market update" de la FAO indica que, en 2024, el precio promedio de una canasta de fertilizantes fue de 336 USD/tonelada, mientras que en 2023 la misma canasta tenía un precio un 10 % más alto, alcanzando los 375 USD/tonelada [4].

En el Perú, de acuerdo con Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) [5], el mercado para fertilizantes ha seguido una tendencia de crecimiento, impulsada principalmente por la intensificación agrícola y la importancia la productividad de cultivos básicos. Entre 2 015 y 2 022, el volumen de importación de fertilizantes creció un 2,91%, alcanzando un máximo de un millón 30 000 toneladas en su punto más alto, a pesar de registrar una caída del 14,56% en 2 022 debido a factores externos que afectaron el suministro global. El fertilizante de mayor importación en el país es la urea agrícola, que representa un 29,6% del volumen importado, seguida del sulfato de amonio y el fosfato diamónico, con el 28,3% y 8,6% del total, respectivamente. Esta demanda responde a los cultivos clave, como el arroz y la papa, que requieren nutrientes nitrogenados y potásicos para mantener un rendimiento adecuado [6]. En el periodo enero a mayo de 2025, las importaciones de fertilizantes por parte de Pernos alcanzaron US$ 302 millones, 1,2% menor a los US$ 306 millones reportados en el mismoperiodo del año anterior. En volumen observamos una reducción en las importaciones del 11%. Los principales fertilizantes importados fueron: urea, US$ 57 millones y 163,000 ton, fosfato diamónico con US$ 55 millones y 91,000 toneladas y sulfato de amoniocon US$ 30 millones y 195,000 toneladas [7].

La creciente demanda y la dependencia de importaciones reflejan la necesidad de

estrategias más efectivas en la producción nacional de fertilizantes orgánicos, esto representa una oportunidad para potenciar la sostenibilidad de la producción agrícola en el país y reducir la vulnerabilidad ante las fluctuaciones del mercado internacional.

La empresa AHM EIRL dedicada a la venta de gallinaza en sacos de 50 kg enfrenta serias dificultades en su producción de gallinaza, reflejadas en una baja productividad y un bajo nivel de cumplimiento de la demanda. En 2 024, solo se lograron atender 29 575 sacos de los 67 041 solicitados, resultando en un 33,33% de nivel de servicio. La capacidad utilizada es apenas del 14,67% frente a una capacidad de diseño de 400 sacos diarios, lo que indica un gran potencial desaprovechado. Uno de los principales problemas más relevantes detectados es el cuello de botella en la fase de molienda, la cual consume 121,2 minutos por lote y limita el flujo productivo. Este proceso depende de una máquina obsoleta, lo que contribuye a los retrasos en la cadena y dificulta el cumplimiento de pedidos. Además, se observan factores como la ausencia de control y planificación en sus procesos, insuficiente disponibilidad de materias primarias y desconocimiento del plan de producción, que agravan la ineficiencia operativa y limitan la capacidad de la empresa para responder a la creciente demanda de productos.

Considerando la problemática planteada surge la interrogante de investigación ¿Cómo la planificación y control de la producción de gallinaza de la empresa AHM EIRL incrementará la productividad?

El objetivo general de la investigación fue incrementar la productividad mediante la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL, teniendo como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual de la planificación y control de la producción gallinaza en la empresa AHM EIRL, evaluar las herramientas y/o metodologías a utilizar para el desarrollo de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL ,desarrollar una propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL y evaluar el costo beneficio de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.

Esta investigación estuvo fundamentada en tres tipos de justificación, en primer lugar, la justificación teórica buscó aportar al conocimiento en el área de control y planificación de la producción, específicamente del sector de abonos orgánicos. Así, la investigación podría servir como referencia para futuras investigaciones en el campo, proporcionando una base teórica que otros estudios pudieran aprovechar en contextos similares.

En segundo lugar, la justificación práctica se enfocó en los beneficios directos para la empresa AHM EIRL. Esta investigación ofreció una solución tangible para optimizar el uso de recursos y reducir tiempos improductivos dentro de la elaboración de gallinaza. Al implementar mejoras en la planificación y control de la producción, se esperó que la empresa pudiera satisfacer la demanda de manera más efectiva, incrementar la capacidad de respuesta y posicionarse de manera competitiva en el mercado.

Finalmente, la justificación social y económica se basó en los beneficios más amplios que podría ofrecer el aumento de productividad de la empresa. Al mejorar la producción de abonos orgánicos, la investigación no solo apoyó la agricultura sostenible, sino que también contribuyó al desarrollo económico local. Este impacto tuvo el potencial de beneficiar a la comunidad, al promover una opción más amigable con el medio ambiente en el sector agrícola y al contribuir al crecimiento económico en beneficio de la región.

Revisión de literatura

En 2023, Sánchez et al. [8] realizaron el estudio "*Planificación de la Producción para Reducir los Costos de Inventario en una MYPE Peruana de Alimentos Balanceados*", cuyo objetivo fue incrementar la productividad. Aplicaron herramientas como el pronóstico de la demanda y el MRP. Los resultados obtenidos tuvieron un incremento del 25% en su productividad, al minimizar los tiempos de su producción y reducir la acumulación de inventarios. Se concluyó que la correcta planificación de su producción es crucial para reducir sus costos y mejorar la eficiencia operativa en empresas de alimentos balanceados.

En 2022, Aguirre et al. [9] llevaron a cabo el estudio "*Propuesta de Mejora en Logística y Producción según Balance de Línea, Clasificación ABC y MRP II para Reducir Sobrecostos en Empresa de Alimentos Balanceados*", cuyo objetivo fue incrementar la productividad. Aplicaron herramientas como el balance de línea y el MRP II para ajustar la capacidad de producción y mejorar la asignación de recursos. Los resultados indicaron que, tras la implementación de estas mejoras, la productividad aumentó en un 23%, logrando también una disminución respecto a sus tiempos de procesamiento a un 18%. Se concluyó que la integración de estas herramientas permitió mejorar significativamente la eficiencia en la producción, optimizando los procesos operativos.

En 2022, Rivera et al. [10] llevaron a cabo el estudio " *Diseño e implementación del sistema MRP en las ppymes*", El objetivo de esta investigación es presentar

procedimientos adecuados y recomendaciones para la implementación del MRP en las pymes. Se aplicó el sistema SAP. Finalmente, se presentan los beneficios de la implementación de un MRP disminuyendo los stocks hasta en un 50%, mejorando el servicio al cliente hasta en un 40%, mejorando su planificación productiva, minorando costos y obteniendo mayores utilidades.

En 2021, Tsegaye et al. [11] realizaron el estudio titulado "*Improvement Analysis of Production Planning and Control System*" con el objetivo de incrementar productividad en una organización etíope. Utilizaron herramientas como el pronóstico de su demanda y la planificaciónn agrregada para identificar problemas críticos y mejorar la eficiencia. Los resultados mostraron que la productividad aumentó en un 85% al abordar problemas clave relacionados con la capacidad de planificación y la previsión de la demanda. Se concluyó que la integración de estas herramientas permitió una mejor utilización de los recursos y la reducción del tiempo de inactividad.

En 2021, Yang [12] realizó el estudio "*Layout Optimization of Signal Control Box Production Line Based on SLP*", cuyo objetivo fue incrementar la productividad. Aplicaron el método SLP para rediseñar la disposición de las estaciones de trabajo, buscando optimizar el flujo de materiales y reducir los tiempos de manipulación. Los resultados evidenciaron un incremento del 30% en su productividad de la línea, al minimizar su tiempo total en su producción en un 25% y aprovechar la eficiencia en el uso del espacio. Se concluyó que el uso del SLP permitió aumentar la capacidad de producción al remover cuellos de botella y mejorar flujo de trabajo.

En 2021, Requena y Alcalá [13] realizaron el estudio "*Production Improvement Proposal According to Time Study, MRP and Line Balance to Reduce Over Costs in a Footwear Company*" con el objetivo de reducir los sobrecostos en una empresa. Aplicaron el estudio de tiempos, MRP y balanceo en línea y optimizar la secuencia de operaciones y ajustar la capacidad productiva. Los resultados evidenciaron incremento del 15% en su productividad, con una reducción del 20% en el tiempo de ciclo de producción, lo que permitió aumentar la cantidad de unidades producidas por día. Se concluyó que la combinación de estas herramientas contribuyó significativamente a mejorar la eficiencia e incrementar su capacidad productiva en la empresa.

En 2021, Silva et al. [14] llevaron a cabo el estudio "*Research of the SLP Method to Improve the Layout of an Ice Cream Factory*", con el objetivo el incrementar la productividad en una fábrica. Aplicaron el método SLP para rediseñar la organización

de los equipos y áreas laborales, con la finalidad de optimizar los flujos de sus materiales y reducir los tiempos de traslado. Los resultados mostraron un incremento del 22% en la productividad, al disminuir los tiempos de procesamiento en un 18% y eliminar los cuellos de botella identificados. Se concluyó que la implementación del SLP permitió aumentar significativamente la eficiencia operativa, optimizando el uso del espacio y mejorando el rendimiento de la producción.

En 2020, Saputra et al. [15] realizaron el estudio "*Improvement of Facility Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method to Reduce Material Movement Distance (Case Study at UKM Kerupuk Karomah)*", cuyo objetivo fue mejorar la productividad. Aplicaron el método SLP para rediseñar la disposición de la planta, con el fin de reducir el tiempo de traslado de materiales y optimizar de manera eficiente sus operaciones. Los resultados mostraron aumento del 20% en la productividad, al disminuir el tiempo total del proceso de producción en un 15% y reducir los tiempos muertos. Se concluyó que la mejora del layout a través del SLP permitió optimizar los procesos e incrementar su capacidad de producción en la empresa.

En 2020, Thevenin et al. [16] realizaron el estudio "*Material Requirements Planning Under Demand Uncertainty Using Stochastic Optimization*", cuyo objetivo fue mejorar la productividad. Aplicaron el método MRP con optimización estocástica para ajustar los lotes productivos y los niveles de existencias, enfocándose reducir los tiempos inactividad y mejorar la eficiencia operativa. Los resultados mostraron un incremento del 17% en la productividad, al reducir sus tiempos de espera para el proceso de producción y reducir una acumulación en su inventario en un 12%. Se concluyó que la aplicación del MRP con enfoque estocástico permitió mejorar el uso de recursos y su capacidad en respuesta de la producción.

En 2020, Ramirez et al. [17] llevaron a cabo el estudio " Programación de operaciones para el llenado de tolvas dosificadoras en una empresa de concentrados", con el fin de establecer un proceso de toma de decisiones de corto y mediano plazo involucradas en las empresas de alimentos balanceados para animales, mediante el cálculo de los requerimientos de materiales, que se elabora de manera similar al enfoque del MRP, en donde a partir del Programa maestro de producción MPS, se desagregan las necesidades de materia prima y los tiempos en que estas serán requeridas, mediante la utilización de listas de materiales como resultado se sabe que inicialmente se presentaba un registro de pérdida al 19% de las horas del tiempo productivo, es decir 1,52 horas por turno, a causa de paros asociados a la carencia de materia prima disponible en las tolvas; al implementar

el modelo propuesto, que incluye es sus restricciones el cumplimiento de los requerimientos, se elimina la ocurrencia de paros por esta causa y se disminuyen los tiempos de aislamiento, condiciones que contribuyen a un ahorro aproximado de 35 millones de pesos mensuales para la empresa estudiada.

Y como bases teóricas, se conceptualiza en primer lugar, como variable independiente, la gallinaza es un subproducto del estiércol de las gallinas, utilizado en la agricultura como fertilizante orgánico debido a su elevado aporte de nutrientes importantes como nitrógeno, fósforo y potasio [18]. El proceso productivo de la gallinaza implica etapas fundamentales que incluyen la recolección, procesamiento y almacenamiento [19]. El objetivo final es obtener un producto orgánico de alta calidad que pueda ser utilizado para potenciar la fertilidad de la tierra y promover un mayor crecimiento en los cultivos [20].

Para optimizar la elaboración de gallinaza, es fundamental aplicar herramientas de mejora en ingeniería que permitan planificar y controlar el proceso de manera más eficiente:

Para el pronóstico en demanda resulta que se debe calcular la cantidad de gallinaza necesitará producir, con base en datos históricos y tendencias de mercado [21]. Esta herramienta permite ajustar la producción para satisfacer la demanda, evitando tanto la escasez como el exceso de inventario, lo cual es crucial para mantener la eficiencia del proceso [22].

Plan Agregado de Producción es la herramienta de planificación y establece un equilibrio entre la demanda pronosticada y la capacidad de producción en un horizonte de mediano plazo. Su objetivo es optimizar el uso de los recursos disponibles, como la mano de obra y el equipo, y planificar la producción de manera que se minimicen los costos asociados con la fluctuación en la capacidad o inventarios [23].

Plan Maestro de Producción (PMP) detalla la cantidad de productos específicos que se deben fabricar en cada periodo, basándose en el Plan Agregado de Producción [24]. El PMP especifica el calendario de producción, desglosando la cantidad de material a producir en periodos más cortos, como semanas o días, asegurando así para que realicen los objetivos para la producción y se responda adecuadamente a las necesidades del mercado [24].

Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) es una metodología utilizada para determinar los materiales y componentes necesarios para cumplir con el Plan Maestro de

Producción [25]. El MRP calcula las medidas y los tiempos en que se deben aprovisionar los insumos necesarios [26].

El Estudio de tiempos y movimientos permite identificar y reducir los tiempos improductivos en el proceso productivo, optimizando las operaciones y minimizando los cuellos de botella [27].

Planificación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP) consiste en reorganizar la disposición de los equipos y áreas de trabajo dentro de la planta de producción para mejorar el flujo de materiales y reducir las distancias recorridas [28].

Como variable dependiente, la productividad hace referencia a la eficacia en el uso de los recursos en un proceso y generar un producto o servicio [29]. Se mide comúnmente como la relación entre la cantidad de productos obtenidos y los recursos empleados, como tiempo, mano de obra, materiales o capital [30].

Para medir la productividad, se pueden utilizar indicadores específicos, como la productividad laboral (productos por trabajador) o la productividad del capital (productos por unidad de capital invertido) [29].

La productividad puede incrementarse mediante la optimización de los procesos productivos, la diminución en los tiempos ociosos, la optimización en el manejo de los recursos y la automatización de tareas repetitivas [25]. En el caso de la producción de gallinaza, el uso de herramientas como el pronóstico de la demanda, el Plan Agregado de Producción, el MRP, y la planificación del layout son fundamentales para optimizar la eficiencia en sus operaciones y disminuir sus costos, lo que conduce a un aumento importante en la producción de proceso productivos [27].

Materiales y métodos

El presente estudio realizado se desarrolló bajo un enfoque de manera proyectiva, ya que tuvo como propósito formular propuestas o planes procedimentales para abordar y resolver problemas o necesidades identificadas empíricamente en la organización [31]. De este modo, el estudio fue dirigido hacia la creación de soluciones potenciales para una mejora en la productividad de producción de gallinaza.

Cabe señalar que, esta investigación tiene un enfoque explicativo, puesto que se basó en analizar las relaciones de causa/efecto de las variables implicadas [32]. La intención fue establecer cómo los factores de planificación y control de la producción impactan en la capacidad de la organización para satisfacer la demanda de gallinaza.

El diseño en esta investigación es de carácter no experimental, dado que no se

introdujeron estímulos ni se manipularon condiciones experimentales para las variables estudiadas [33]. En su lugar, se analizó el comportamiento de las variables en su contexto natural, permitiendo así una observación detallada de las dinámicas de producción sin alteraciones inducidas.

La población en estudio estaba constituida por su producción anual en sacos de 50 kg de gallinaza registrada en el año 2023. Para el análisis, se utilizó una muestra censal que abarcó a toda la población, asegurando así una representación completa de los datos de producción de ese periodo.

Para la recopilación de los datos, se utilizó la técnica de análisis de procesos. Este método facilitó una revisión exhaustiva del funcionamiento organizacional, permitiendo la observación y análisis detallados de todos los componentes de los procesos: entradas, salidas, mecanismos de operación y controles internos [33]. La aplicación de esta técnica contribuyó a identificar posibilidades de optimización en cada etapa del proceso de producción.

Como instrumento de recaudación de datos, se empleó la ficha de observación, la cual fue diseñada con el objetivo de medir, analizar y evaluar el desempeño del proceso productivo en la empresa [31]. Este instrumento proporcionó los datos necesarios para realizar un análisis integral de los componentes que participan en la producción, contribuyendo así a una evaluación precisa y orientada hacia la mejora continua en la productividad de la organización.

Tras llevar a cabo esta investigación, se desarrollaron una serie de actividades organizadas en función de cada objetivo específico, con el propósito de alcanzar el objetivo general planteado.

En primer lugar, se realizó un diagnóstico detallado de la actual situación de planificación y el control en la producción de gallinaza en la empresa. Este proceso incluyó la recolección de datos mediante observación directa y el análisis de los registros históricos de producción y ventas, con el fin de identificar las carencias y problemáticas específicas que impactaban la productividad. Asimismo, se evaluaron los procedimientos internos en términos de gestión de recursos, abastecimiento de materia prima y tiempos de respuesta a la demanda. A través de este diagnóstico, se obtuvo una comprensión detallada de los factores que limitaban el cumplimiento de los pedidos y se sentaron las bases para proponer mejoras en el manejo de la planificación de producción.

Posteriormente, se realizó una evaluación para las diversas herramientas y

metodologías de control y planificación de la producción aplicable al contexto de la empresa. En esta etapa, se analizaron enfoques como el pronóstico de demanda, el estudio de movimientos y tiempos, y las técnicas de distribución de planta. Cada método fue valorado en función de su capacidad para reducir tiempos improductivos, mejorar el flujo de trabajo y optimizar el uso de recursos. Esta evaluación permitió seleccionar aquellas herramientas que, al implementarse, ofrecerían una repercusión favorable en la gestión de la producción, facilitando una respuesta adecuada a las fluctuaciones de demanda y planificación de recursos humanos y materiales.

Con base en los hallazgos obtenidos en el diagnóstico y la evaluación de herramientas, se diseñó la propuesta de control y planificación de producción adaptada a las necesidades específicas de la empresa. Se incluyó un plan agregado de su producción que se basa en pronósticos de demanda, que se elaboró utilizando datos históricos de ventas. Este plan permitió establecer requerimientos de materiales de manera anticipada, disminuyendo con ello el riesgo de escasez de materias primas. Además, se desarrolló una estrategia de redistribución de planta mediante el uso del método SLP y las técnicas de balanceo de línea, con el fin de mejorar una eficiencia del flujo de trabajo y disminuir cuellos de botella en el proceso de producción.

Finalmente, se realizó una evaluación económica de la propuesta de planificación y control de la producción. Este estudio incluyó el cálculo relacionado a los gastos en la implementación de las herramientas y metodologías seleccionadas, además de la estimación de las ganancias beneficios en cuanto al incremento en productividad y mejora y en el cumplimiento de la demanda. Mediante la comparación entre los costos iniciales y los beneficios proyectados, se determinó la factibilidad económica para la propuesta, aportando una base firme en la empresa en cuanto a decisiones estratégicas.

Resultados y discusión

Diagnóstico de la situación actual de control y planificación de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.

La empresa

La organización en estudio, conocida comercialmente como AHM EIRL, inició sus operaciones el 1 de junio de 2019 y actualmente está en operación activa. Se especializa en ventas mayoristas de productos intermedios principalmente fertilizantes y abonos orgánicos, ampliando además su oferta con el servicio de transporte de carga por carretera para atender diversas necesidades del sector agrícola de la región. Su sede está

legalmente ubicada en la Avenida Chiclayo S/N, frente a la Quinta Richard Lado Shagui, en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo. La organización s estructurada en cuatro áreas principales, siendo la gerencia general la que tiene el nivel jerárquico más alto, con responsabilidad sobre los departamentos de administración, ventas y producción. Tal distribución permite coordinar las operaciones y supervisar el desarrollo de las actividades para lograr el cumplimiento de los objetivos comerciales y productivos.

Descripción del proceso productivo

Productos

- **Gallinaza**

La gallinaza es un tipo de abono producido a partir de la materia fecal de aves de corral, principalmente gallinas. Este fertilizante natural es rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo convierte en un recurso valioso para mejorar la calidad del suelo y promover el crecimiento saludable de las plantas. Además, su aplicación contribuye a la sostenibilidad agrícola al reducir la necesidad de fertilizantes químicos.

- **Subproductos**

En el proceso de producción de gallinaza, no se generan subproductos adicionales aprovechables. Todo el material procesado se orienta exclusivamente a la producción de gallinaza.

- **Desechos y desperdicios**

La producción de gallinaza genera algunos desechos y desperdicios que deben gestionarse adecuadamente para minimizar su impacto ambiental. Entre estos se incluyen restos de plumas, fragmentos de cáscaras de huevo y pequeñas cantidades de materia inorgánica que suelen mezclarse en el proceso.

Materiales e insumos

i. Materiales directos

El único material directo utilizado en la producción es la gallinaza, que constituye la base del abono elaborado por la empresa.

ii. Materiales indirectos

Como material indirecto, se utilizan sacos de polietileno de baja densidad (PEBD) para el embalaje y almacenamiento del producto final, asegurando su transporte y

conservación.

iii. Abastecimiento de materiales

El proceso de abastecimiento de materiales se lleva a cabo de manera desorganizada, ya que la empresa solo solicita la materia prima cuando recibe pedidos de los clientes. Este enfoque provoca variaciones en el tiempo de entrega de los suministros, oscilando entre 3 días y una semana. Como consecuencia, la empresa a menudo no cumple con los plazos acordados, lo que lleva a que los clientes rechacen pedidos. Este incumplimiento genera retrasos en la producción, impidiendo que el producto se complete a tiempo y reduciendo las ganancias debido a los rechazos de los clientes.

iv. Mano de obra

La empresa AHM EIRL cuenta con 5 colaboradores, quienes llevan a cabo el proceso productivo durante 8 horas por día, 24 días por mes.

Se le consultó al gerente general acerca de los colaboradores y señaló que los trabajadores poseen un nivel educativo básico y carecen de experiencia laboral, lo que significa que no están calificados para sus funciones. Esto se debe a que fueron contratados de manera informal y, en su mayoría, son residentes de la zona. Además, la empresa no proporciona capacitaciones ni fomenta el desarrollo de habilidades o conocimientos en los operarios, lo que genera cierto nivel de descontento entre ellos.

v. Maquinaria y equipos

Las maquinarias y equipos que hacen parte de proceso productivo se tienen a las fajas transportadoras, la excavadora y el molino.

vi. Suministros

La empresa emplea directamente el suministro de energía eléctrica, el cual es abastecido por Electronorte y combustible fósil por los grifos aledaños. Por otro lado, el agua potable no se utiliza como un insumo directo en la producción, sino que se emplea ocasionalmente para la limpieza de las maquinarias, sin que esta actividad se realice de manera diaria.

Tabla 1. *Suministro de energía eléctrica*

Maquinaria	**Cantidad**	**Consumo en kW.h**	**N° de horas el día**	**N° días al mes**	**Costo por kW.H**	**Total**
Faja transportadora	2	1,1	8	24	S/ 0,49	**S/ 206,98**
Maquinaria	Cantidad	Consumo en gal.h	N° de horas el día	N° días al mes	Costo por ga.h	**Total**
Excavadora	1	12	8	24	S/ 0,52	**S/ 1 198,08**
Molino	1	10	8	24	S/ 0,52	**S/ 998,40**
Total al mes						**S/ 2 403,46**

De acuerdo con la tabla 1 el consumo mensual de energía eléctrica es de S/ 206,98 mientras que el de combustible es de S/ 2 196,48 teniendo lo que en su conjunto representa S/ 2 403,46.

Proceso de producción

a. **Descarga:** La operación de descarga consiste en recibir la materia prima y llevarla al área de procesamiento. Este paso inicial implica descargar el material y posicionarlo adecuadamente para su manipulación en el siguiente proceso. La duración estimada de esta operación es de 45,8 minutos.
b. **Molienda:** En la etapa de molienda, la materia prima es procesada para reducir su tamaño, lo que facilita su manipulación y asegura la homogeneidad del producto final. Este proceso se realiza con una máquina de molienda que, debido a su estado obsoleto, presenta constantes paros en la producción. La maquinaria se avería con frecuencia, interrumpiendo el flujo de trabajo, y su reparación suele requerir tiempo considerable, lo cual prolonga aún más la duración de esta fase, que ya es la más extensa del ciclo de producción con un tiempo estimado de 121,3 minutos.
c. **Pesado:** La operación de pesado implica medir la cantidad exacta de material que se empleará en cada saco. Este paso es fundamental para garantizar la uniformidad del producto final. La duración de esta etapa es de 20,3 minutos.
d. **Empaquetado:** Una vez pesado, el material es colocado en sacos individuales de 50 kg. Este proceso de empaquetado asegura que cada saco contenga la cantidad adecuada y facilita el transporte y almacenamiento del producto. La duración de

esta operación es de 44,7 minutos.

e. **Sellado:** Finalmente, cada saco es sellado para evitar derrames y mantener la calidad del producto hasta su entrega al cliente. Esta última operación en el proceso tiene una duración de 15,2 minutos.

Sistema de producción

AHM EIRL opera bajo un sistema de producción make to order (MTO), es decir, produce únicamente cuando recibe pedidos específicos de los clientes; así mismo, su enfoque de fabricación se basa en lotes, procesando grupos homogéneos del producto según los requerimientos de cada orden; pero sin embargo, aunque producir bajo demanda debería facilitar el control del proceso y evitar acumulación de inventarios, en la práctica la empresa presenta fallas significativas en la planificación y control de la producción (PCP).

Análisis para el proceso de producción

Para llevar a cabo el análisis del proceso de producción, se emplearon herramientas como el diagrama de flujo (Anexo 5), el diagrama de operaciones (DOP), el diagrama de actividades del proceso (DAP) y el diagrama de recorrido.

Cabe resaltar que, para elaborar un DOP y DAP precisos, se llevó a cabo un estudio de tiempos empleando el método Mundel, un método tradicional que proporciona un 95% de nivel de confianza y un margen de error del 5%. Este análisis se realizó considerando los 4 000 kg que la empresa procesa diariamente.

Para aplicar el método de Mundel, inicialmente se realizó un estudio preliminar de tiempos promedio, teniendo en cuenta que debían llevarse a cabo 10 observaciones preliminares para actividades con tiempos menores a 2 minutos y 5 observaciones para aquellas con tiempos superiores a 2 minutos, dado que los tiempos más breves tienden a presentar mayores desviaciones (ver Anexo 07).

En la siguiente etapa, se calculó el rango A, que corresponde a la diferencia entre el valor más alto y el más bajo, y el rango B, que es la suma de estos dos valores. Luego, se dividió el rango A entre el rango B para obtener un resultado que permitió, mediante la consulta en la Tabla de Mundel (ver Anexo 06), determinar el número de observaciones requeridas para cada actividad (ver Anexo 08).

Finalmente, con el número actualizado de observaciones según la tabla de Mundel, se procedió a recalcular los tiempos promedio (ver Anexo 09).

A partir de las observaciones realizadas se procedió a tomar estos tiempos como referencia para el DOP (Anexo 10) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 2. *Cuadro resumen DOP*

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		4	125,95
Inspección		0	0,00
Combinada		1	121,34
Total		5	247,29

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se realizó el DAP (Anexo 11) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 3. *Cuadro resumen DAP*

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operación		4	125,9	
Inspección		0	0,0	
Combinada		1	121,24	
Transporte		4	24,5	25
Almacén		2	0	
Demora		1	4,93	
Total		**12**	**276.52**	**25**

Según la información de la tabla 3, el estudio incluye un total de 12 actividades, de las cuales 5 son operativas, acumulando un tiempo total de 247,29 minutos. De estas actividades operativas, una es combinada, lo que significa que se ejecuta una operación mientras se realiza una inspección de manera simultánea. Las demás actividades, que no son productivas, suman un tiempo total de 27,6 minutos.

% Actividades productivas según tiempo

$$\frac{125{,}9 + 121{,}3}{276{,}52} x100 = 89{,}36\%$$

Dentro del tiempo total dedicado al proceso productivo de fertilizantes, un 89,96% corresponde a tiempo productivo, es decir, períodos enfocados en la fabricación eficiente del producto final. Este tiempo incluye actividades de operación, inspección y

aquellas combinadas que involucran ambas tareas de manera simultánea.

% Actividades improductivas según tiempo

$$\frac{24{,}5 + 4{,}93}{276{,}52} x100 = 10{,}64\%$$

En contraste, el 10.64% restante se encuentra asociado a actividades improductivas como las correspondientes a la operación del transporte de materiales o a los períodos de espera en donde el proceso se ve detenido afectado por la carencia de material. Este ineficiente porcentaje de improductividad no se genera solamente por la naturaleza del proceso, sino que es esencialmente consecuencia directa de la deficiente planificación y control de la producción, con la ausencia del flujo continuo y de la cobranza organizativa adecuada en el layout productivo causando el despilfarro innecesario, la acumulación de material en proceso y los tiempos muertos que hacen que se incremente el tiempo usado de AHM EIRL, afectando su eficiencia operacional.

Después de completar los respectivos DOP y DAP, se elaboró el diagrama de recorrido (Anexo 12). Esta herramienta permite complementar el análisis del proceso al mostrar las máquinas e instalaciones involucradas, trazando la ruta de movimiento que siguen tanto los operarios como el material desde el inicio del proceso de producción hasta que se obtiene y almacena el producto final.

Indicadores actuales de producción y productividad

a. **Demanda**

A continuación, se presenta un resumen del total de pedidos que la empresa recibió entre marzo de enero 2023 al septiembre del 2024, comparando estos pedidos con la cantidad efectivamente producida durante ese periodo.

Tabla 4. *Demanda histórica vs pedidos atendidos de enero 2023 al septiembre del 2024*

Año	Mes	Demanda total de sacos 50 kg.	Producción de sacos 50 kg. (pedidos atendidos)	Sacos 50 kg. no atendidos	Causas
2024	Septiembre	4 368,00	1 456,00	2 912,00	Falta de pronóstico de demanda para planificar el requerimiento mensual.
	Agosto	4 347,00	1 449,00	2 898,00	Ineficiencia en el reabastecimiento de materia prima por ausencia de un plan maestro de producción.
	Julio	4 338,00	1 446,00	2 892,00	Inexistencia de un programa de producción semanal para atender los pedidos.
	Junio	4 320,00	1 440,00	2 880,00	Falta de control en los tiempos de proceso que genera retrasos.
	Mayo	4 311,00	1 437,00	2 874,00	Descoordinación operativa por falta de control de la capacidad instalada.
	Abril	4 296,00	1 432,00	2 864,00	Desconocimiento del plan de producción por falta de comunicación interna.
	Marzo	4 281,00	1 427,00	2 854,00	Planificación deficiente que no considera las variaciones de la demanda.
	Febrero	4 269,00	1 423,00	2 846,00	Ausencia de un plan de abastecimiento que garantice disponibilidad de insumos.
	Enero	4 254,00	1 418,00	2 836,00	Falta de registro histórico para estimar la demanda a cubrir.
2023	Diciembre	4 239,00	1 413,00	2 826,00	Ausencia de una planificación estructurada del proceso productivo.
	Noviembre	4 224,00	1 408,00	2 816,00	Falta de control operativo que deriva en paradas no planificadas.
	Octubre	4 212,00	1 404,00	2 808,00	Reposición reactiva de materias primas sin cronograma definido.
	Septiembre	4 197,00	1 399,00	2 798,00	Falta de socialización del plan de producción con el personal operativo.
	Agosto	4 182,00	1 394,00	2 788,00	Falta de monitoreo de indicadores de cumplimiento de producción.
	Julio	4 170,00	1 390,00	2 780,00	Incapacidad para anticipar las necesidades de producción por falta de pronósticos.
	Junio	4 155,00	1 385,00	2 770,00	Carencia de planificación del abastecimiento según demanda estimada.
	Mayo	4 140,00	1 380,00	2 760,00	Ausencia de un calendario de producción alineado a los pedidos.
	Abril	4 128,00	1 376,00	2 752,00	Falta de control de rendimiento por proceso y tiempos estándar.
	Marzo	4 113,00	1 371,00	2 742,00	Solicitud tardía de materiales debido a falta de programación mensual.
	Febrero	4 098,00	1 366,00	2 732,00	Descoordinación interna por falta de estandarización de procedimientos.
	Enero	4 083,00	1 361,00	2 722,00	Falta de supervisión del cumplimiento de los plazos programados.
	Total	88 725,00	29 575,00	59 150,00	

Fuente: AHM EIRL

Este análisis revela un número de pedidos no atendidos, cuya causa principal es la

falta de planificación y control en la producción. La empresa, con apenas cuatro años en el mercado y un enfoque empírico en su gestión, aún necesita desarrollarse. Con la asesoría adecuada, capacitación, y una sólida planificación y control de la producción, la empresa estará en condiciones de satisfacer la demanda y expandirse en el mercado.

b. **Producción actual**

La producción promedio de enero 2 023 al septiembre del 2 024 fue información brindada por la empresa y se expone a continuación.

Tabla 5. *Producción promedio de enero 2023 al septiembre del 2024*

Año	Mes	Cantidad de sacos x 50 kg. producidos	Equivalente en kg.
2024	Septiembre	1 456,00	72 800,00
	Agosto	1 449,00	72 450,00
	Julio	1 446,00	72 300,00
	Junio	1 440,00	72 000,00
	Mayo	1 437,00	71 850,00
	Abril	1 432,00	71 600,00
	Marzo	1 427,00	71 350,00
	Febrero	1 423,00	71 150,00
	Enero	1 418,00	70 900,00
2023	Diciembre	1 413,00	70 650,00
	Noviembre	1 408,00	70 400,00
	Octubre	1 404,00	70 200,00
	Septiembre	1 399,00	69 950,00
	Agosto	1 394,00	69 700,00
	Julio	1 390,00	69 500,00
	Junio	1 385,00	69 250,00
	Mayo	1 380,00	69 000,00
	Abril	1 376,00	68 800,00
	Marzo	1 371,00	68 550,00
	Febrero	1 366,00	68 300,00
	Enero	1 361,00	68 050,00
Promedio mensual en kg.			70 416,67
Promedio diario en sacos			59

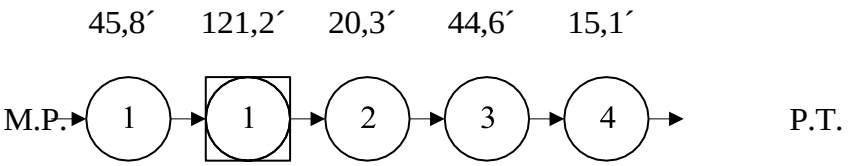
Fuente: AHM EIRL

$$Producción\ actual = \frac{70\ 416{,}67}{50\ kg/saco} * \frac{\frac{kg}{mes}}{24\frac{días}{mes}} = 59\ sacos/día$$

Según la tabla 5, la empresa produce en promedio 59 sacos por día. Esto significa que la producción actual alcanza los 59 sacos de producto terminado, procesando un total de 4 000 kg de materia prima al día (divididos en 4 lotes de 1 000 kg cada uno). El proceso enfrenta un cuello de botella en la etapa de molienda, con una duración de 121,3 minutos por lote. Esto equivale a procesar 1 000 kg de materia prima y obtener 14,75 sacos de producto terminado en 121,3 minutos.

c. **Cuello de botella**

Luego de calcular el tiempo promedio de cada actividad, se identificó el cuello de botella en el proceso de producción de fertilizantes.



Como se puede observar, el proceso de molienda con 121,2 minutos para un lote de 4 000 kg de materia prima es el cuello de botella (Ver Anexo 9).

$$Cuello\ de\ botella\ (c) = 121{,}2\ min/lot$$

El tiempo correspondiente al cuello de botella determina la velocidad del proceso productivo.

La falta de estandarización de los tiempos operativos, la inexistencia de un plan maestro de producción y la deficiente gestión de recursos ocasionan que esta etapa concentre la mayor carga del proceso, ralentizando el flujo productivo y reduciendo significativamente la capacidad de respuesta de la empresa frente a la demanda

d. **Producción estimada**

Los datos de la Tabla 06 se basan en historiales y registros proporcionados por la empresa; sin embargo, a partir del estudio de tiempos detallado en el Anexo 9, el cual considera la jornada efectiva de trabajo de 480 minutos diarios, debido al trabajo de 8 horas diarias y el cuello de botella del proceso con un tiempo de ciclo de 121,2 minutos por lote, se procede a calcular la producción real, es decir, la cantidad máxima que la empresa estaría en condiciones de producir operando con su capacidad disponible.

$$Producción\ estimada = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

$$Producción\ estimada = \frac{480\frac{min}{dia}\,x\,(1-0{,}1064)}{121{,}2\ min/lote} = 3{,}54\frac{lotes}{dia} = 52{,}2\ sac/dia$$

A partir del estudio del Diagrama de Actividades del Proceso (DAP), se determinó que el 10,64 % del tiempo total corresponde a actividades improductivas. Considerando el tiempo efectivo diario disponible y el ciclo del cuello de botella del proceso (molienda: 121,2 min por lote), la capacidad real del sistema productivo es de 3,54 lotes por día. Dado que cada lote solo aporta 14,75 sacos de 50 kg, la producción estimada del sistema asciende a 52,2 sacos por día. No obstante, los registros históricos de producción muestran que la empresa alcanza 59 sacos diarios, lo que sugiere que el proceso opera con sobrecarga o con una variabilidad no contemplada en el estudio de tiempos. Esta situación evidencia la necesidad de revisar la planificación del proceso y controlar adecuadamente los tiempos y recursos utilizados durante la jornada laboral.

e. **Productividad**

❖ **Maquinaria**

Se tuvo en cuenta las 4 máquinas con las que trabaja la empresa teniendo así:

$$P.maquinaria = \frac{52{,}2\ sacos/día}{4\ maquinas} = 13{,}05\frac{sacos}{día}máquina$$

El análisis realizado indica que la empresa produce 13,05 sacos de producto terminado por cada una de las máquinas.

❖ **Materiales**

Se tuvo en cuenta que la cantidad por saco es de 50kg saco por ende el total procesado es de 4,000 kg o 4 ton de gallinaza al día:

$$P.materiales = \frac{52{,}2\ sacos/día}{4\ ton} = 13{,}05\frac{sacos}{ton}de\ gallinaza$$

El análisis realizado indica que la empresa produce 13,05 sacos de producto terminado por cada tonelada de gallinaza destinada a producir 1 lote.

❖ **Mano de obra**

Se tuvo en cuenta los 5 operarios con los que trabaja la empresa teniendo así:

$$P.mano\ de\ obra = \frac{52{,}2\ sacos/día}{5\ operarios} = 10{,}44\ sacos/operario$$

El análisis realizado indica que la empresa produce 10,44 sacos de producto terminado por operario.

f. **Eficiencia**

❖ **Eficiencia física**

Se tuvo en cuenta la producción actual, la cantidad en kg. que entra por saco y el total de materia prima procesado al día teniendo así:

$$Eficiencia\ física = \frac{52{,}2\ \frac{sacos}{día} * 50\ \frac{kg}{saco}}{4000\ kg} = 65{,}25\%$$

El análisis realizado indica que se aprovecha el 65,25 % por 01 kg de materia prima, es decir 652 gramos y 348 gramos son perdidos pero aprovechados en el siguiente lote.

❖ **Eficiencia económica**

Para encontrar la eficiencia económica se tuvo que calcular el costo por operario, el costo de materia prima por 52,2 sacos de 50kg., costo por consumo de energía y combustible al mes teniendo así:

Tabla 6. *Costo por operario*

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual	Costo por día	
Operarios	4	S/ 1 600,00	S/	266,67
Maquinista	1	S/ 7 200,00	S/	300,00
			S/	**566,67**

Fuente: AHM EIRL

De acuerdo a la información recolectada en la empresa los operarios tienen un salario mensual de S/ 1 600 a excepción del maquinista que cobra S/ 7 200. Cabe destacar que este sueldo es fijo sin considerar cuanto se produzca al día.

Tabla 7. *Total de materia prima requerida*

Producción diaria (sacos 50 kg.)	52,2
Total en kg	2 610.00
Aprovechamiento	65,25%
Total de kg. de MP requerida	4 000,00

Fuente: Elaboración propia

También fue necesario tener en cuenta la eficiencia física de 65,25% para encontrar la cantidad de MP necesaria para producir los sacos de gallinaza.

Tabla 8. *Costo total de materia prima por 52.2 sacos de 50 kg.*

Material	Proporción	Total requerido en kg.	Costo unitario	Costo por kg.
Gallinaza	100%	4 000,00	S/ 0,04	S/ 140,00

Tal como se puede observar en la tabla 8, sólo se usa estiercol de gallina necesitando un total de 4 toneladas por día teniendo un costo de S/ 140,00.

Tabla 9. *Costo de energía y combustible al mes*

Maquinaria	Cantidad	Consumo en kW.h	N° de horas el día	N° días al mes	Costo por kW.H	Total
Faja transportadora	2	1,1	8	24	S/0,49	S/ 206,98
Excavadora	1	12	8	24	S/0,52	S/1 198,08
Molino	1	10	8	24	S/0,52	S/998,40
		Total al mes				**S/2 403,46**
		Total al día				**S/100,14**

Fuente: AHM EIRL

Así mismo fue necesario conocer el costo de energía y combustible por día teniendo así un total de S/ 100,14.

Tabla 10. *Costo por saco*

Costo M.O.	**S/566,67**
Costo Energía	S/100,14
Costo M.P.	S/140,00
Tota por producción actual	S/806,81
Total sacos producidos	52.2
Costo x saco	S/15.45

La tabla 10 presenta un resumen de los costos analizados, los cuales totalizan S/ 806,81 por día. Dado que se producen 52.2 sacos diarios, se determinó que el costo por saco es de S/ 15,45, sin incluir un costo adicional de S/ 0,70 por cada saco utilizado para el empaque.

Tabla 11. *Costo de producción*

Costo	Valor	Producción actual	Total por día
Costo variable de producción	S/ 16,16	52.2	S/ 843,35
	Total		S/ 843,35

$$Eficiencia\ económica = \frac{Cantidad\ producida\ x\ precio\ de\ venta}{Costo\ variable\ de\ producción} = S/\ 2{,}32$$

La eficiencia económica alcanzó un valor de 232,11 %, lo que indica que, por cada sol invertido en los costos variables de producción, la empresa recupera S/ 2,32, generando una ganancia de S/ 1,32 por sol invertido, esto debido al precio de venta de S/ 37,5, por lo que este resultado confirma que, aun con su nivel actual de producción, el proceso es económicamente rentable, aunque con un considerable margen de mejora si se incrementa la utilización de la capacidad instalada.

g. **Capacidad**

❖ **Capacidad de diseño**

Manteniendo la jornada de 8 horas (480 min/día) y asumiendo condiciones ideales, cero tiempos improductivos, rendimiento físico del 100 % (1 000 kg/lote, 20 sacos de 50 kg por lote) y ajuste del cuello de botella (molienda), y reduciendo el tiempo improductivo la línea alcanza una capacidad de diseño de 200 sacos/día

❖ **Capacidad efectiva o real**

De acuerdo al análisis realizado previamente se tiene que actualmente la empresa AHM EIRL alcanza 52.2 sacos por día.

❖ **Capacidad ociosa**

La capacidad que AHM EIRL no está aprovechando es de 147.8 sacos por día.

$$C.ociosa = C.diseño - C.real = 200 - 52.2 = 147.8$$

❖ **Capacidad utilizada**

La empresa utiliza solo el 26.1 % de su capacidad total, lo cual es un valor considerablemente bajo. Por ello, es necesario optimizar los procesos para incrementar este porcentaje y así poder cubrir la demanda existente.

$$C.utilizada = C.real \; / \; Cdiseño = 52.2/200 = 26.1\%$$

h. **Rechazos de pedidos**

Los pedidos rechazados entre del 2023 hasta septiembre de 2024 se expone a continuación.

Tabla 12. *Costo de producción*

Año	Mes	N° pedidos ingresados	Pedidos ingresados en sacos de 50 kg.	N° pedidos entregados a tiempo	Pedidos entregados a tiempo en sacos de 50 kg.	N° pedidos incumplidos	Pedidos incumplidos en sacos de 50 kg.
2024	Septiembre	96	4 368,00	39	1 456,00	57	2 912,00
	Agosto	88	4 347,00	36	1 449,00	52	2 898,00
	Julio	72	4 338,00	29	1 446,00	43	2 892,00
	Junio	52	4 320,00	21	1 440,00	31	2 880,00
	Mayo	64	4 311,00	26	1 437,00	38	2 874,00
	Abril	76	4 296,00	31	1 432,00	45	2 864,00
	Marzo	100	4 281,00	40	1 427,00	60	2 854,00
	Febrero	68	4 269,00	28	1 423,00	40	2 846,00
	Enero	92	4 254,00	37	1 418,00	55	2 836,00
2023	Diciembre	84	4 239,00	34	1 413,00	50	2 826,00
	Noviembre	72	4 224,00	29	1 408,00	43	2 816,00
	Octubre	60	4 212,00	24	1 404,00	36	2 808,00
	Septiembre	76	4 197,00	31	1 399,00	45	2 798,00
	Agosto	88	4 182,00	36	1 394,00	52	2 788,00
	Julio	68	4 170,00	28	1 390,00	40	2 780,00
	Junio	68	4 155,00	28	1 385,00	40	2 770,00
	Mayo	72	4 140,00	29	1 380,00	43	2 760,00
	Abril	84	4 128,00	34	1 376,00	50	2 752,00
	Marzo	72	4 113,00	29	1 371,00	43	2 742,00
	Febrero	60	4 098,00	24	1 366,00	36	2 732,00
	Enero	76	4 083,00	31	1 361,00	45	2 722,00
	Total	1 588,00	88 725,00	644,00	29 575,00		59 150,00

Fuente: AHM EIRL

Nivel de servicio	N° sacos entregados a tiempo / N° sacos pedidos en tota
Nivel de servicio	29 575,00 / 88 725,00
Nivel de servicio	**33,33%**

Según la tabla 12, la empresa cumple con solo el 33,33% de las entregas de gallinaza, mientras que el 66,67% restante corresponde a pedidos no cumplidos. Esto refleja un alto porcentaje de clientes insatisfechos debido al incumplimiento de las fechas de entrega, lo cual se debe principalmente a la ausencia de una planificación y control efectivos de la producción, así como a la falta de un plan de abastecimiento de materias primas e insumos.

El suministro de materiales se realiza únicamente cuando se recibe un pedido de fertilizantes, lo que genera pérdidas de tiempo innecesarias. Al no contar con un inventario, la reposición de existencias toma entre 3 días y una semana, lo cual retrasa la producción y provoca que los clientes rechacen los pedidos por incumplimiento en las fechas acordadas. Además, debido a la capacidad limitada de la empresa, esta también se ve en la necesidad de rechazar nuevos pedidos una vez que ha alcanzado su límite de producción.

Evaluación de las herramientas y/o metodologías a utilizar para el desarrollo de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL

El árbol de jerarquías se construye con el propósito de descomponer, estructurar y planificar de manera lógica y ordenada el problema central respecto a los pedidos no atendidos en AHM EIRL y su impacto directo en la productividad. Esta representación permite apreciar cuáles son esos criterios clave y/o subcriterios que inciden en la demanda insatisfecha (deficiencias en la planificación de la producción, cuello de botella en la molienda, tiempos improductivos, y la cantidad de recursos críticos disponibles en el proceso). Por otro lado, planteamos alternativas de mejora tales como TOC, JIT, MRP y SLP, todos alineados a los resultados del diagnóstico realizado.

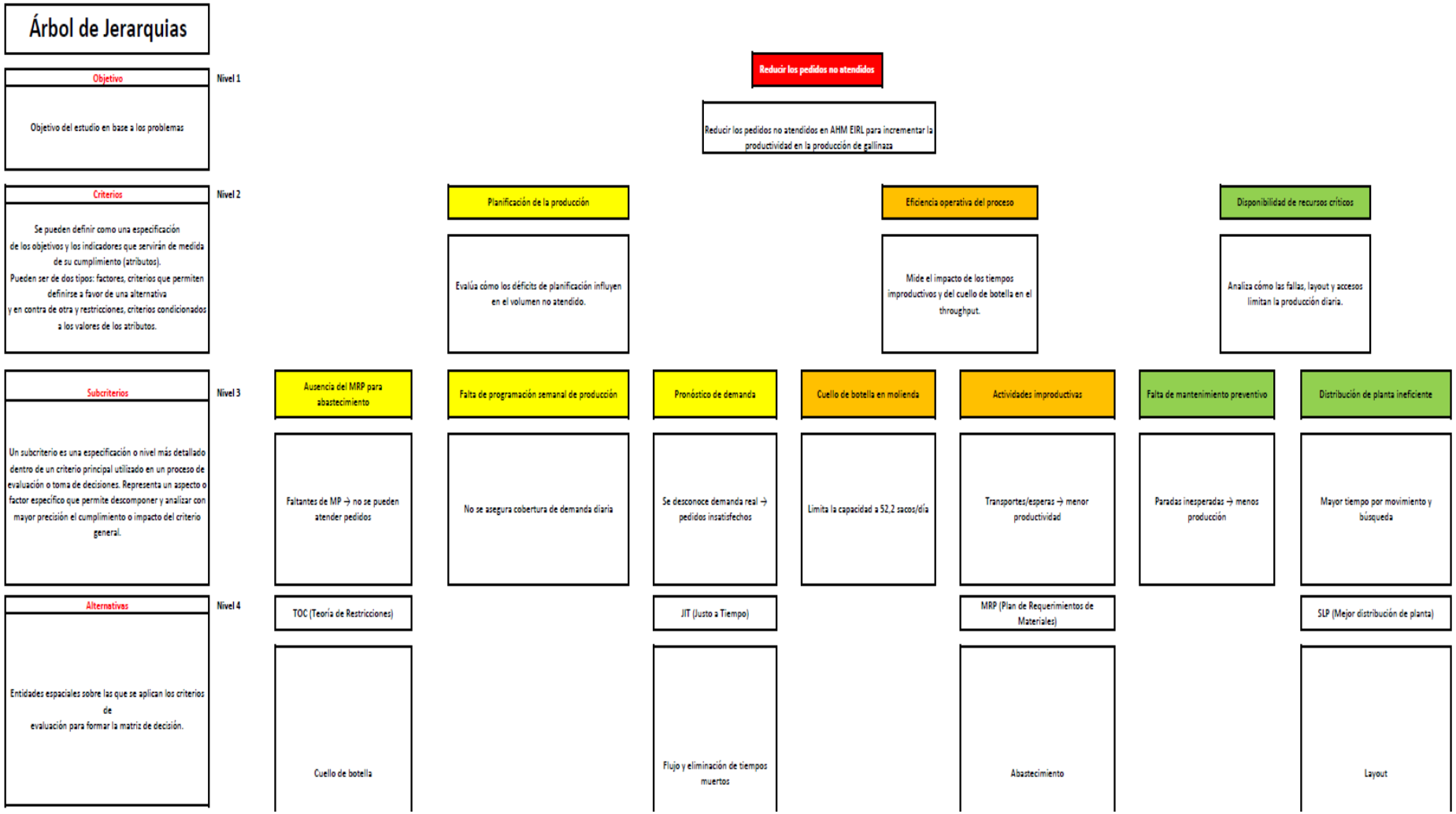


Figura 1. *Árbol de jerarquías*

Según los resultados obtenidos a partir del método AHP (ver Anexo 22), la alternativa con mayor prioridad para la reducción de pedidos no atendidos y para el incremento de la productividad en AHM EIRL es MRP (Plan de Requerimientos de Materiales) con un peso global de 0,326. Este resultado evidencia que el principal factor que origina demanda satisfecha está relacionado con la falta de planificación del abastecimiento y la falta de una programación precisa de las cantidades de materia prima necesarias para cumplir con la demanda.

En segunda posición se encuentra JIT (Justo a Tiempo) con un peso global de 0,289, lo que refleja la importancia de reducir los tiempos improductivos arriba identificados en el DAP (10,64%), así como la necesidad de mejorar el flujo continuo es reducir las paralizaciones que disminuyen la productividad. La alternativa TOC (Teoría de Restricciones) ocupa el tercer lugar, con un peso global de 0,263, lo que indica que, si bien el cuello de botella en la molienda limita la capacidad productiva, este factor es secundario frente a la planificación del abastecimiento. Finalmente, SLP presenta el menor peso global (0,106), demostrando que la redistribución de planta tiene un impacto positivo sobre el sistema productivo, pero resultando de menor importancia respecto a la priorización estratégica del sistema productivo.

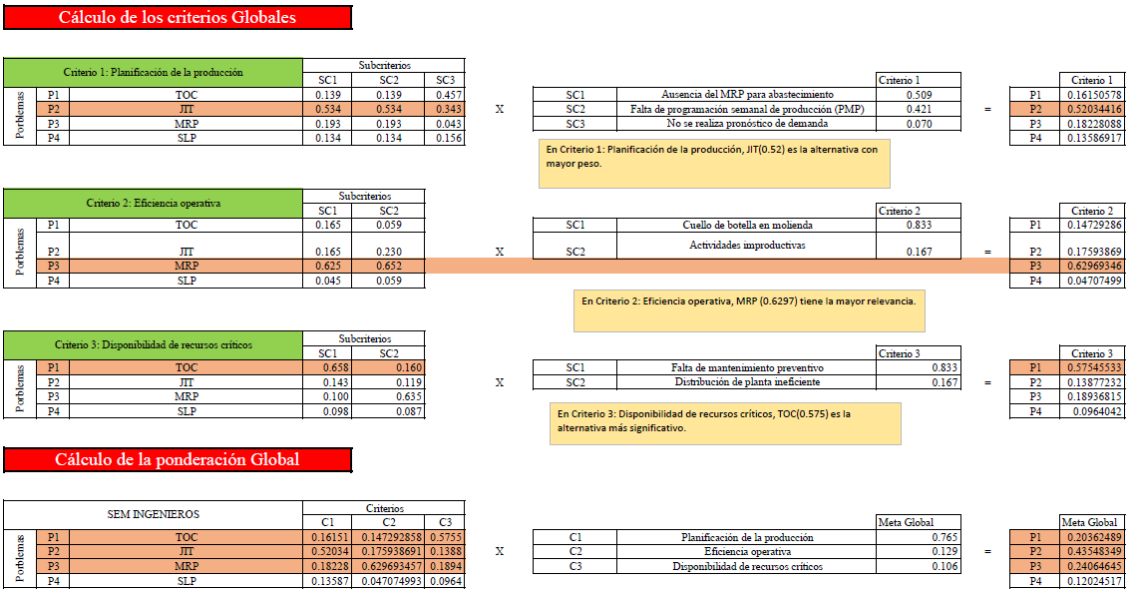


Figura 2. *Resumen de AHP*

IC	0.041
IA	0.99
RC	4.1%

Es importante señalar que la consistencia de los juicios emitidos en la matriz de comparación por pares fue validada mediante el cálculo del Índice de Consistencia (IC = 0,041) y la Razón de Consistencia (RC = 4,1%); y dado que el valor de RC es menor al umbral aceptado de 10%, se concluye que los criterios evaluados presentan un nivel adecuado de coherencia y consistencia en las comparaciones realizadas, lo cual garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos mediante el método AHP

En síntesis, el AHP unidad que la mejora en la planificación de materiales debe tenerse en cuenta como la alternativa prioritaria, seguida de estrategias enfocadas en el flujo operativo continuo y la optimización de la restricción. Esto permitirá reducirlos pedidos que no han sido atendidos, elevar la utilización de la capacidad instalada incluso mejorar la productividad general del proceso de elaboración de gallinaza en AHM EIRL.

Tabla 13. *Diagrama de Pareto*

Causas del bajo nivel de Servicio	**magnitud**	**Frecuencia relativa**	**Frecuencia acumulada**	**Zona**
Cuello de botella en molienda	0.8333	27.78%	27.78%	A
Falta de mantenimiento preventivo	0.8333	27.78%	55.56%	A
Ausencia del MRP para abastecimiento	0.5094	16.98%	72.54%	A
Falta de programación semanal de producción (PMP)	0.4205	14.02%	86.55%	B
Actividades improductivas	0.1667	5.56%	92.11%	B
Distribución de planta ineficiente	0.1667	5.56%	97.66%	C
No se realiza pronóstico de demanda	0.0701	2.34%	100.00%	C
Total	3.0000	100%		

A partir de los pesos obtenidos mediante el método AHP (ver Anexo 22), se elaboró el diagrama de Pareto de las causas del bajo nivel de servicio en AHM EIRL. Los resultados muestran que tres causas pertenecen a la Zona A, representando el 72,54 % del impacto total en la atención de pedidos:

- Cuello de botella en molienda (27,78 %)
- Falta de mantenimiento preventivo (27,78 %)
- Ausencia del MRP para abastecimiento (16,98 %)

Estas causas deben ser tratadas con prioridad inmediata, dado que concentran la

mayor pérdida de productividad y son responsables del alto volumen de pedidos no atendidos.

En la Zona B, se encuentran dos causas que aportan el 17,58 % del problema:

- Falta de programación semanal de producción (14,02 %)
- Actividades improductivas (5,56 %)

Estas causas tienen un nivel de incidencia medio y requieren acciones correctivas complementarias que refuercen las mejoras de la Zona A.

Finalmente, en la Zona C, se ubican las causas con menor impacto acumulado (7,90 %), relacionadas con aspectos estructurales del proceso:

- Distribución de planta ineficiente (5,56 %)
- No se realiza pronóstico de demanda (2,34 %)

Aunque su incidencia es baja, su corrección contribuirá a consolidar mejoras sostenidas en la planificación y el flujo operativo

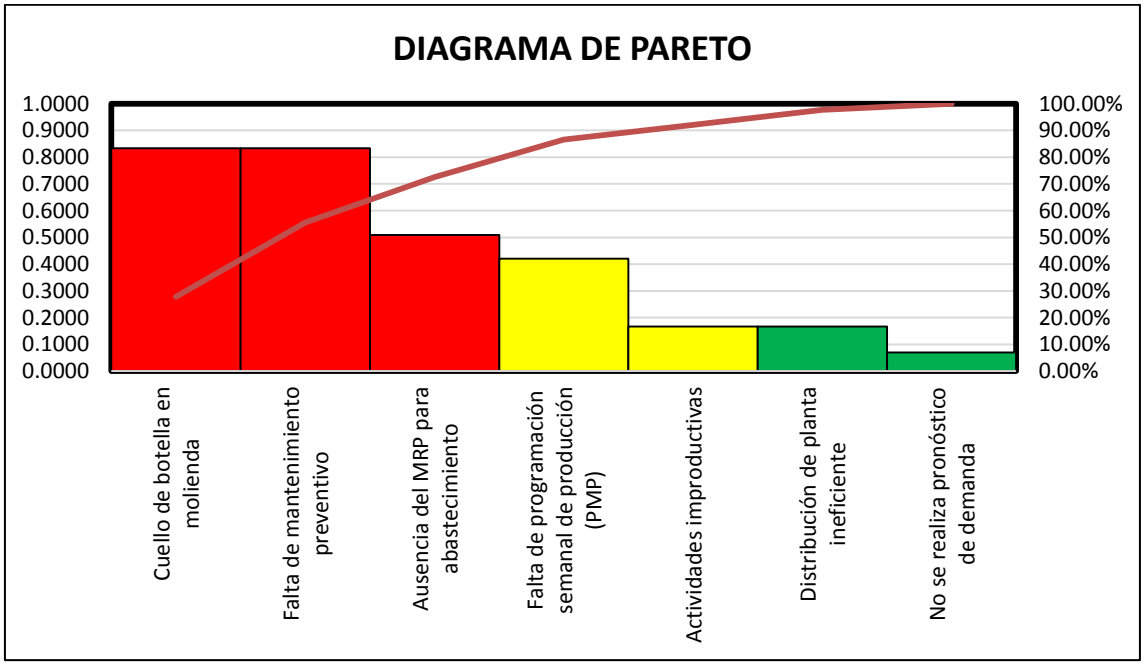


Figura 3. *Diagrama de Pareto*

Para seleccionar la metodología adecuada, se utilizó el método de factores ponderados, el cual permite determinar el sistema más conveniente para este proyecto. En primer lugar, se elaboró una tabla de comparación basada en criterios o factores específicos, con el propósito de identificar los problemas presentes en el sistema de producción y establecer un orden de prioridad, como se detalla en la Tabla 14.

A cada criterio o factor que tenía mayor importancia en comparación con otro se le asignó un valor de uno (1), mientras que aquellos de menor relevancia recibieron un valor de cero (0). Posteriormente, se realizó la suma horizontal y se calculó el porcentaje correspondiente para cada criterio o factor.

Tabla 14. *Matriz de enfrentamiento de criterios o factores*

Criterios / Factores	**Adecuada distribución de planta**	**Utilización de la capacidad máxima**	**Sistema de producción (JIT)**	**Optimización de costos**	**Gestión de cuellos de botella**	**Reaprovisionamiento de MP (MRP)**	**Suma**	**%**
Utilización de la capacidad máxima	1	N.A.	1	1	0	0	3	20,00%
Sistema de producción (JIT)	1	0	N.A.	1	0	0	2	13,33%
Optimización de costos	1	0	0	N.A.	0	0	1	6,67%
Gestión de cuellos de botella	1	1	1	1	N.A.	1	5	33,33%
Reaprovisionamiento de MP (MRP)	1	1	1	1	0	N.A.	4	26,67%
TOTAL							**15**	**100%**

Posteriormente, se aplicó una escala de valoración para calificar el grado de contribución de cada metodología frente a los factores identificados, según se muestra en la Tabla 15

Tabla 15. *Escala de puntaje*

Escala	Calificación
Muy importante	5
Importante	4
Medianamente importante	3
Poco importante	2
Nada importante	1

Se realizó el análisis de las tres metodologías, expuestas en la tabla N° 16.

Tabla 16. *Asignación de puntaje por metodología*

Criterios / Factores	Porcentaje	TOC	JIT	MRP
Utilización de la capacidad máxima	**20,00%**	**4**	**3**	**3**
Sistema de producción (JIT)	**13,33%**	**3**	**5**	**3**
Optimización de costos	**6,67%**	**3**	**3**	**3**
Gestión de cuellos de botella	**33,33%**	**5**	**3**	**2**
Reaprovisionamiento de MP (MRP)	**26,67%**	**2**	**3**	**5**

En la aplicación del método ponderado, los porcentajes de cada criterio o factor se multiplican por el puntaje asignado, generando así los resultados que se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. *Resultados del método ponderado*

Criterios / Factores	Porcentaje	TOC	JIT	MRP
Utilización de la capacidad máxima	20,00%	0,80	0,60	0,60
Sistema de producción (JIT)	13,33%	0,40	0,67	0,40
Optimización de costos	6,67%	0,20	0,20	0,20
Gestión de cuellos de botella	33,33%	1,67	1,00	0,67
Reaprovisionamiento de MP	26,67%	0,53	0,80	1,33
TOTAL	**100 %**	**3,60**	**3,27**	**3,20**

El análisis por medio del AHP y el diagrama de Pareto permitieron identificar que las principales causas del bajo nivel del servicio (NLT) en AHM EIRL están directamente relacionas a la falta de herramientas de planificación y control de la producción (MRP y programación semanal de la producción) y a las deficiencias en la gestión del flujo productivo y el grado de utilización de la capacidad instalada. De este modo, se demuestra que la problemática de los pedidos no atendidos no se encuentra solamente en el proceso operativo sino en la planificación del abastecimiento y del programa de producción insuficiente y en la gestión de la restricción del proceso operativo. La intervención propuesta se fundamenta en la planificación y control de la producción (PCP) como enfoque integral, utilizando metodologías complementarias cómo TOC, JIT y MRP para garantizar el cumplimiento del programa de producción y asegurar el abastecimiento de materiales para el proceso y mejorar la productividad.

Propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL

Proyección de la demanda

Proyectar la demanda permitirá a la empresa AHM EIRL planificar su producción de manera eficiente, asegurando el abastecimiento adecuado de materia prima y evitando los retrasos y costos innecesarios que actualmente afectan su operación. Con una demanda prevista, la empresa podrá satisfacer más pedidos, optimizar sus recursos y mejorar la satisfacción del cliente, sentando así las bases para un crecimiento sostenible y una mayor competitividad en el mercado.

La demanda histórica de gallinaza en sacos de 50 kg del 2023 hasta septiembre del 2024 se expone a continuación.

Tabla 18. *Demanda histórica de gallinaza en sacos de 50 kg*

Mes	Demanda total de sacos 50 kg.
ene-23	4 083
feb-23	4 098
mar-23	4 113
abr-23	4 128
may-23	4 140
jun-23	4 155
jul-23	4 170
ago-23	4 182
sep-23	4 197
oct-23	4 212
nov-23	4 224
dic-23	4 239
ene-24	4 254

feb-24	4 269
mar-24	4 281
abr-24	4 296
may-24	4 311
jun-24	4 320
jul-24	4 338
ago-24	4 347
sep-24	4 368

Fuente: AHM EIRL

Como se puede observar en la Tabla N° 18, existe un crecimiento lineal en la demanda durante los últimos años. Esto se puede evidencia en la figura 1 la cual se muestra a continuación.

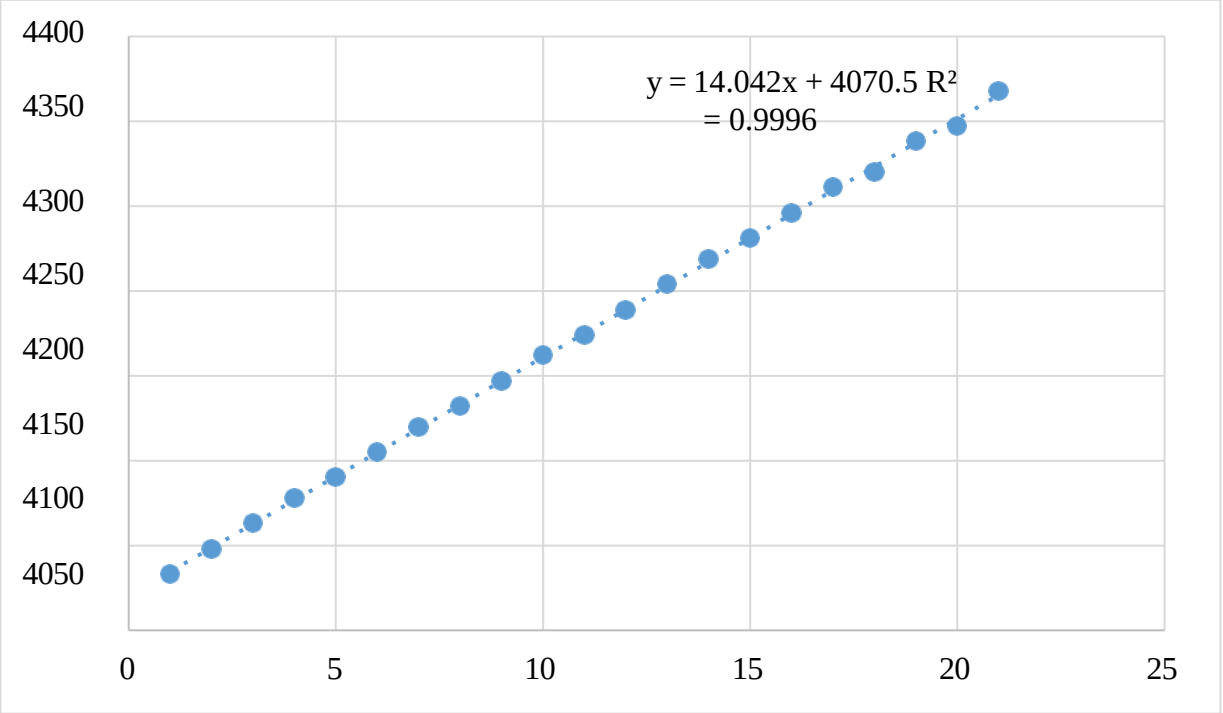


Figura 4. *Diagrama de dispersión y tendencia de la demanda*

Así mismo, para determinar el método adecuado para proyectar la demanda, se elaboró una gráfica de dispersión en Excel (Figura 4), obteniendo un coeficiente de correlación de 0,9996, lo cual supera el umbral de 0,5. Como resultado, se decidió utilizar el método de regresión lineal, cuya ecuación es: Y = 14,042x – 4 070,5.

Con la data de la demanda histórica y el método de proyección correcto se procedió a encontrar la demanda futura correspondiente al año 2 025 la cual se expone a continuación.

Tabla 19. *Demanda futura del 2025 de gallinaza en sacos de 50 kg.*

Mes	Demanda proyectada total de sacos 50 kg.
ene-25	4 421,94
feb-25	4 436,23
mar-25	4 449,13
abr-25	4 463,42
may-25	4 477,24
jun-25	4 491,53
jul-25	4 505,36
ago-25	4 519,64
sep-25	4 533,93
oct-25	4 547,76
nov-25	4 562,04
dic-25	4 575,87

Teniendo conocimiento de la demanda futura y la producción actual de gallinaza en sacos de 50 kg se pudo calcular el porcentaje de productos que no se atenderán en caso de que no haya una mejora en el proceso productivo. Dicho cálculo se presenta a continuación.

Tabla 20. *Porcentaje de productos no atendidos en el 2025*

Mes	Demanda proyectada total de sacos 50 kg.	Producción Actual al mes 50 kg.	% de productos no atendidos
ene-25	4 422	1 408,33	31,85%
feb-25	4 436		31,75%
mar-25	4 449		31,65%
abr-25	4 463		31,55%
may-25	4 477		31,46%
jun-25	4 492		31,36%
jul-25	4 505		31,26%
ago-25	4 520		31,16%
sep-25	4 534		31,06%
oct-25	4 548		30,97%
nov-25	4 562		30,87%
dic-25	4 576		30,78%
	Promedio		31,31%

Se observa que, con la producción actual, la empresa tiene un cumplimiento promedio del 31,31%, es decir no logra cubrir la demanda en ningún mes del año 2025 motivo por el cual es importante aumentar la productividad del proceso productivo.

Plan agregado de producción

El plan agregado de producción se elaboró con el propósito de determinar la mejor estrategia para equilibrar la capacidad productiva de AHM EIRL frente a la demanda mensual proyectada para el producto Gallinaza compostada – saco 50 kg, durante el horizonte de enero a diciembre del 2025.

Para este análisis se consideraron tres estrategias distintas:

(1) Producción exacta con fuerza laboral variable,

(2) Fuerza de trabajo constante, variando el inventario

(3) Fuerza constante permitiendo contratación.

Tabla 21. *Plan de producción: producción exacta con fuerza de trabajo variable*

Mes	Inventario inicial (Und)	Requer. teórico de producción (Und)	Días hábiles (días)	Horas/meses disponibles (hr/mes)	Trabajadores requeridos teóricos (trab/mes)	Nuevos contratados (trab/mes)	Costo contratación (S/)	Trabajadores despedidos (trab/mes)	Costo despido (S/)	Unidades producidas real (Und/mes)	Unidades producidas real ajustadas (Und/mes)	Costo de materiales (S/)	Inventario sobrante (Und)	Costo de inventario (S/)	Costo de tiempo regular (S/)	Totales mensuales (S/)
Ene	0	4 422	26	1 248	**6**	**+1**	**400**	0	0	4 422	4 422	30 915	0	0	**9 600**	**40 915**
Feb	0	4 443	26	1 248	6	0	0	0	0	4 443	4 443	31 026	0	0	9 600	40 626
Mar	0	4 464	26	1 248	6	0	0	0	0	4 464	4 464	31 167	0	0	9 600	40 767
Abr	0	4 485	25	1 200	6	0	0	0	0	4 485	4 485	31 308	0	0	9 600	40 908
May	0	4 506	26	1 248	6	0	0	0	0	4 506	4 506	31 449	0	0	9 600	41 049
Jun	0	4 527	25	1 200	6	0	0	0	0	4 527	4 527	31 590	0	0	9 600	41 190
Jul	0	4 548	26	1 248	6	0	0	0	0	4 548	4 548	31 731	0	0	9 600	41 331
Ago	0	4 569	26	1 248	6	0	0	0	0	4 569	4 569	31 872	0	0	9 600	41 472
Set	0	4 591	25	1 200	6	0	0	0	0	4 591	4 591	32 015	0	0	9 600	41 615
Oct	0	4 612	26	1 248	6	0	0	0	0	4 612	4 612	32 156	0	0	9 600	41 756
Nov	0	4 633	25	1 200	6	0	0	0	0	4 633	4 633	32 297	0	0	9 600	41 897
Dic	0	4 654	26	1 248	6	0	0	0	0	4 654	4 654	32 438	0	0	9 600	42 038
Total		**52 934**				**1**	**S/ 400**	**0**	**S/ 0**			**S/ 380 964**	—	**S/ 0**	**S/ 115 200**	**S/ 496 564**

Tabla 22. *Plan de producción 2: Fuerza de trabajo constante, varía inventario/escasez*

Mes	Inventario inicial (Und)	Producción real (Und/mes)	Demanda (Und)	Inventario final (Und)	Inventario faltante (Und)	Costo de inventario (S/0,30)	Costo de escasez (S/2,00)	Costo de tiempo regular (S/)
Ene	0	4 378	4 422	0	44	0	88	8 000
Feb	0	4 378	4 443	0	65	0	131	8 000
Mar	0	4 378	4 464	0	86	0	173	8 000
Abr	0	4 378	4 485	0	107	0	213	8 000
May	0	4 378	4 506	0	128	0	256	8 000
Jun	0	4 378	4 527	0	149	0	298	8 000
Jul	0	4 378	4 548	0	170	0	340	8 000
Ago	0	4 378	4 569	0	191	0	382	8 000
Set	0	4 378	4 591	0	213	0	426	8 000
Oct	0	4 378	4 612	0	234	0	468	8 000
Nov	0	4 378	4 633	0	255	0	510	8 000
Dic	0	4 378	4 654	0	276	0	552	8 000
Total		**52 536**	**52 934**		**1 664**	**S/ 0**	**S/ 3 438**	**S/ 96 000**

Tabla 23. *Plan de producción 3: Fuerza de trabajo constante, se admite contratación*

Mes	Inventario inicial (Und)	Producción real (Und/mes)	Demanda (Und)	Inventario final (Und)	Costo de inventario (S/0,30)	Contrataciones (trab/mes)	Costo de contratación (S/)	Costo de tiempo regular (S/)
Ene	0	5 256	4 422	834	250	**1**	**400**	9 600
Feb	834	5 256	4 443	1 647	494	0	0	9 600
Mar	1 647	5 256	4 464	2 439	732	0	0	9 600
Abr	2 439	5 256	4 485	3 210	963	0	0	9 600
May	3 210	5 256	4 506	3 960	1 188	0	0	9 600
Jun	3 960	5 256	4 527	4 689	1 407	0	0	9 600
Jul	4 689	5 256	4 548	5 397	1 619	0	0	9 600
Ago	5 397	5 256	4 569	6 084	1 825	0	0	9 600
Set	6 084	5 256	4 591	6 749	2 025	0	0	9 600
Oct	6 749	5 256	4 612	7 393	2 218	0	0	9 600
Nov	7 393	5 256	4 633	8 016	2 405	0	0	9 600
Dic	8 016	5 256	4 654	8 618	2 585	0	0	9 600
Total		**63 072**	**52 934**		**S/ 14 741**	**1**	**S/ 400**	**S/ 115 200**

El análisis realizado permitió evaluar tres alternativas de planificación agregada para el producto Gallinaza compostada – saco 50 kg durante el periodo enero a diciembre del 2025, con el propósito de determinar la estrategia más eficaz para cumplir con la demanda proyectada al menor costo posible y garantizando la continuidad operacional.

En la Estrategia 1, producción exacta con fuerza de trabajo variable, se ajusta mensualmente la producción a la demanda, eliminando inventarios y faltantes, pero no obstante, esta alternativa implica variación constante del número de trabajadores, lo que genera inestabilidad operativa y mayores exigencias de planificación y supervisión, y si bien permite cumplir el 100 % de la demanda, el costo asociado a la mano de obra resulta elevado, además de no ser compatible con la realidad actual de la empresa, que presenta deficiencias en planificación y control.

La Estrategia 2, fuerza laboral constante con generación de inventarios o escasez, mantiene el mismo número de trabajadores durante todo el año y una producción fija de 4 378 sacos/mes, pero sin embargo, la demanda supera a la producción mensual en todos los periodos, generando un faltante acumulado de 1 664 sacos, por lo que esto afectaría negativamente el nivel de servicio al cliente, uno de los problemas críticos identificados en el diagnóstico; por lo tanto, pese a mostrar un menor costo directo, esta opción resulta operativamente inviable.

Finalmente, la Estrategia 3, fuerza laboral constante permitiendo contratación, plantea una estabilidad en la planta con una contratación única al inicio del horizonte de planeamiento, incrementando la capacidad mensual a 5 256 sacos, siendo esta alternativa la que permite cubrir el 100 % de la demanda y mantener un flujo productivo continuo, evitando faltantes y posibilitando la acumulación controlada de inventarios, y además, presenta un costo operativo menor en comparación con las otras alternativas y refuerza la organización del proceso, favoreciendo la implementación de herramientas de planificación y control como MRP, JIT y TOC.

Plan maestro de producción

En la Tabla N° 24 se detallan las cantidades mensuales que se programan producir de Gallinaza compostada, durante el año 2025, donde los valores corresponden al requerimiento mensual proyectado y sirven como insumo directo para el PMP, MRP y la programación semanal.

Tabla 24. *Plan Maestro de la Producción (PMP) – Año 2025*

Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gallinaza compostada	4,422	4,443	4,464	4,485	4,506	4,527	4,548	4,569	4,591	4,612	4,633	4,654

Adquisición de máquina de molienda

La empresa planea adquirir una nueva máquina de molienda para el procesamiento del estiércol de gallina, ya que la máquina actual es obsoleta y presenta frecuentes averías que interrumpen el flujo de trabajo. Estas constantes fallas requieren reparaciones que toman un tiempo considerable, afectando la eficiencia y continuidad del proceso productivo. Con la compra de esta nueva máquina, se espera mejorar la estabilidad operativa y reducir los tiempos de inactividad causados por los problemas de mantenimiento de la maquinaria actual.

Las especificaciones técnicas de la máquina se exponen en el Anexo N° 13.

Método Guerchet – Planeación Sistemática de la distribución de planta (SLP)

I. Método Guerchet

Para llevar a cabo el método de Guerchet primero se tuvo que identificar las máquinas y equipos existentes y necesarios por cada área de la empresa, dicho análisis se expone a continuación.

- **Área de producción**

Una vez identificadas las maquinarias necesarias para el proceso de producción de fertilizantes, se procedió a evaluar la superficie requerida para su instalación. De

acuerdo con el método de Guerchet, el área total se obtiene sumando tres superficies parciales.

Tabla 25. *Dimensiones de equipos – Área de producción*

Equipos	N°	Largo (m.)	Ancho (m.)	Alto (m.)	**N° de lados (N)**
Faja transportadora	2	4,90	1,40	3,01	1,00
Molino triturador	1	0,67	1,15	1,14	1,00
Excavadora	1	6,14	2,2	2,743	
Operarios	5	-	-	1,7	

A partir de la información de la tabla 25, y tras obtener el resumen de las dimensiones de la maquinaria a utilizar, se procede a calcular los elementos móviles y los elementos fijos, con el objetivo de determinar el coeficiente (k).

Tabla 26. *Cálculo de coeficiente (k) – Área de producción*

h EM	2,2215
h EF	2,0735
K	0,535688449

Por lo tanto, se calcula el área total de producción en la que se está llevando a cabo esta investigación.

Tabla 27. *Superficie total – Área de producción*

Equipos	k	Superficie estática	Superficie Gravitacional	Superficie de evolución	Superficie total
Faja transportadora	0,535688449	6,88	6,88	7,37	42,24
Molino triturador	0,535688449	0,77	0,77	0,83	2,37
Excavadora	0,535688449	13,51	13,51	27,02	41,49
TOTAL					86,09

De acuerdo a análisis realizado en la tabla 27, el área de producción necesita un total de 86,09 m2.

Así mismo, se procedió a realizar el mismo análisis para el resto de áreas que la empresa actualmente no toma en cuenta pero que son necesarias como lo es el área administrativa, el área de servicios higiénicos y el área de vestidores.

- **Área de oficinas administrativas**

Los equipos necesarios para el área administrativa y sus dimensiones se exponen a continuación.

Tabla 28. *Dimensiones de equipos – Área administrativa*

Equipos	N°	Largo (m.)	Ancho (m.)	Alto (m.)	**N° de lados (N)**
Silla de jefe de producción	1	0,63	0,55	1,15	1
Sillas de oficina	2	0,5	0,6	0,8	1
Escritorio	1	1,5	1	0,73	1
Persona	3			1,7	

Tras obtener el resumen de las dimensiones de los equipos del área administrativa, se procede a calcular los elementos móviles y los elementos fijos, con el objetivo de determinar el coeficiente (k).

Tabla 29. *Cálculo de coeficiente (k) – Área de administrativa*

h EM	1,7
h EF	0,806652361
K	1,053737696

Por lo tanto, se calcula el área total administrativa en la que se está llevando a cabo esta investigación.

Tabla 30. *Superficie total – Área administrativa*

Equipos	k	Superficie estática	Superficie Gravitacional	Superficie de evolución	Superficie total
Silla de jefe de producción	1,053737696	0,35	0,35	0,73	1,42
Sillas de oficina	1,053737696	0,30	0,30	0,63	2,46
Escritorio	1,053737696	1,50	1,50	3,16	6,16
TOTAL					10,05

- **Área de servicios higiénicos**

Los equipos necesarios para el área de servicios higiénicos y sus dimensiones se exponen a continuación.

Tabla 31. *Dimensiones de equipos – S.S.H.H.*

Equipos	N°	Largo (m.)	Ancho (m.)	Alto (m.)	**N° de lados (N)**
Inodoros	6	0,81	0,92	1,12	1
Lavatorios	6	0,45	0,45	1,25	1
Basurero	6	0,3	0,3	0,5	1
Persona	6			1,7	

Tras obtener el resumen de las dimensiones de los equipos del área de servicios higiénicos, se procede a calcular los elementos móviles y los elementos fijos, con el objetivo de determinar el coeficiente (k).

Tabla 32. *Cálculo de coeficiente (k) – Área de S.S.H.H.*

h EM	1,7
h EF	1,091595837
K	0,778676476

Por lo tanto, se calcula el área total de servicios higiénicos en la que se está llevando a cabo esta investigación.

Tabla 33. *Superficie total – Área de S.S.H.H.*

Equipos	k	Superficie estática	Superficie Gravitacional	Superficie de evolución	Superficie total
Silla de jefe de producción	0,778676476	0,75	0,75	0,80	13,73
Sillas de oficina	0,778676476	0,20	0,20	0,22	3,73
Escritorio	0,778676476	0,09	0,09	0,10	1,66
TOTAL					19,12

- **Vestidores**

Los equipos necesarios para el área de vestidores y sus dimensiones se exponen a continuación.

Tabla 34. *Dimensiones de equipos – Área de vestidores*

Equipos	N°	Largo (m.)	Ancho (m.)	Alto (m.)	**N° de lados (N)**
Inodoros	4	0,81	0,92	1,12	1
Lavatorios	4	0,45	0,45	1,25	1
Gavetas	10	0,3	0,6	0,8	1
Vestuarios	5	1,4	0,6	1,8	1
Persona	5			1,7	

Tras obtener el resumen de las dimensiones de los equipos del área de vestidores, se procede a calcular los elementos móviles y los elementos fijos, con el objetivo de determinar el coeficiente (k).

Tabla 35. *Cálculo de coeficiente (k) – Área de vestidores*

h EM	1,7
h EF	1,36362667
K	0,623337764

Por lo tanto, se calcula el área total de vestidores en la que se está llevando a cabo esta investigación.

Tabla 36. *Superficie total – Área de vestidores*

Equipos	k	Superficie estática	Superficie Gravitacional	Superficie de evolución	Superficie total
Inodoros	0,623337764	0,75	0,75	0,80	9,16
Lavatorios	0,623337764	0,20	0,20	0,22	2,49
Gavetas	0,623337764	0,18	0,18	0,19	5,53
Vestuarios	0,623337764	0,84	0,84	0,90	12,90
TOTAL					30,07

- **Área total de la planta**

De acuerdo al análisis realizado, el área de producción debe tener un total de 86,09 m^2 mientras que toda la planta debe tener un total de 238 m^2.

Tabla 37. *Área total de la planta*

Áreas	Metros cuadrados
Área de recepción de materia prima/Patio de maniobras	18,00
Área de almacén de MP / PT	75,00
Área de producción	86,09
Área de oficina administrativa	10,05
Área de servicios higiénicos	19,12
Área de vestidores	30,07
Área total	**238,34**

II. Planeación sistemática de la distribución de planta (S.L.P.)

Una vez realizado el método Guerchet, fue necesario aplicar la Planeación sistemática de la distribución de planta (S.L.P.) para optimizar la disposición de las áreas de trabajo, maquinarias y equipos en la empresa. Dado que la distribución actual presenta problemas de flujo y genera movimientos innecesarios, el SLP se emplea para organizar el espacio de manera lógica y eficiente, reduciendo los tiempos de transporte y minimizando los cuellos de botella. Este método permite una distribución más ordenada y funcional, facilitando una secuencia de producción continua y mejorando el aprovechamiento del espacio, lo cual contribuye a incrementar la productividad y cumplir con la demanda de manera más efectiva.

Además, es necesario señalar que para llevar a cabo e S.L.P. fue necesario tener en cuenta los valores de proximidad los cuales se presentan a continuación.

Tabla 38. *Valores de proximidad*

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal
U	Poco Importante
X	No Recomendable

Conociendo dichos valores se procedió a llevar a cabo el diagrama relacional de actividades de la empresa los cuales se exponen a continuación.

- **Área de producción**

El área de producción se divide en las siguientes áreas:

- Área de descarga
- Área de molienda
- Área de pesado
- Área de empaquetado
- Área de sellado

Como consecuencia se obtiene el diagrama relaciona de actividades del área de producción.

Figura 5. *Diagrama relacional de actividades del área de producción*

- **Área total de la empresa**

La empresa se divide en las siguientes áreas:

- Área de recepción de materia prima/Patio de maniobras
- Área de almacén de materia prima / producto terminado
- Área de producción
- Área de oficina administrativa
- Área de servicios higiénicos
- Área de vestidores

Como consecuencia se obtiene el diagrama relaciona de actividades de la empresa.

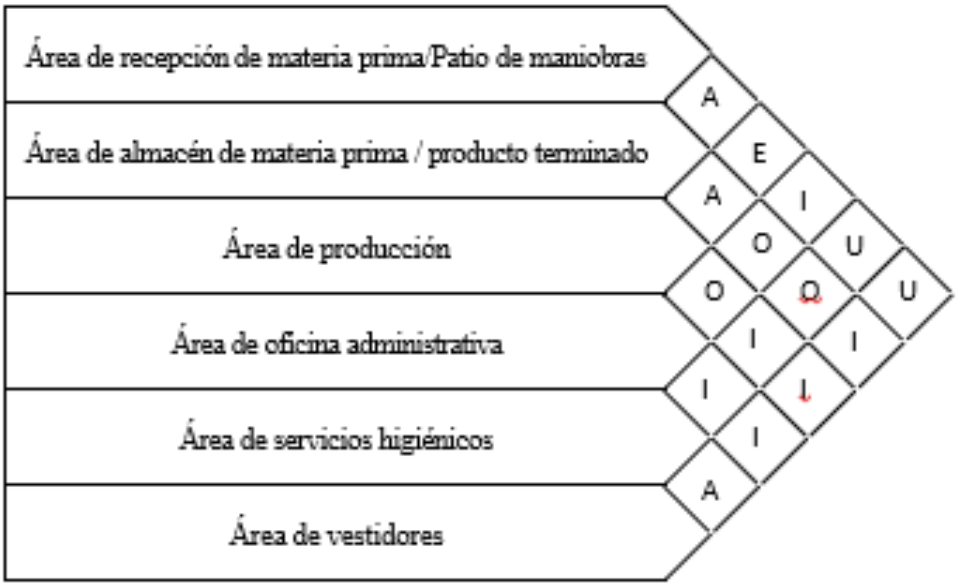


Figura 6. *Diagrama relacional de actividades de la empresa*

A partir de la realización de los diagramas de actividades se desarrolló el diagrama de recorrido mejorado el cual se expone en el Anexo 14.

Disminución del tiempo de producción

I. Cálculo del nuevo tiempo de la etapa de molienda

Para encontrar el nuevo tiempo de la etapa de molienda es necesario tomar en cuenta la capacidad de la nueva máquina se propone utilizar siendo esta de 1 800 kg/h o 30 kg/min.

Teniendo conocimiento de que la nueva máquina procesa 30 kg por minuto se procedió a calcular cuánto se demora en procesar un lote de 1000 kg teniendo el siguiente análisis.

30 kg	1 min
1 000 kg	X min
33,3 min	= x

Como se puede observar el nuevo tiempo de la molienda con la máquina propuesta es de 33,3 minutos. El DOP con el nuevo tiempo de molienda se puede observar en el

Anexo 15 y el resumen de tiempo se expone a continuación.

Tabla 39. *Resumen DOP con nuevo tiempo de molienda*

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		4	126,00
Inspección		0	0,00
Combinada		1	33,30
Total		5	159,30

II. Cálculo de los nuevos tiempos de transporte

Después de aplicar el método de Guerchet y la Planeación sistemática de la distribución de planta (S.L.P.) fue necesario conocer los nuevos tiempos de transporte por lo que se realizó un nuevo estudio de tiempos aplicando Mundel. Este estudio de tiempo se realizó en la empresa con la ayuda de los colaboradores los cuales simularon el nuevo recorrido propuesto expuesto en el Anexo 14.

Los nuevos tiempos encontrados se exponen de manera detallada a continuación.

Tabla 40. *Nuevos tiempos de transporte*

MOLIENDA	**TIEMPO**
Transporte al área de molienda	2,10
EMPAQUETADO	
Transporte hacia la balanza	3,20
SELLADO	
Transporte hacia almacén de PT	10,21

Cabe resaltar que el análisis a detalle del estudio de tiempos de los transportes se expone en el Anexo 16, 17 y 18.

Con el nuevo tiempo de transporte y conociendo el número de operarios se procedió a conocer el tiempo de ciclo de los transportes el cual es expuesto a continuación:

Tabla 41. *Tiempos de ciclo de los nuevos transportes*

MOLIENDA	**TIEMPO**	**OPERARIOS**	**TIEMPO DE CICLO**
Transporte al área de molienda	2,10	1,00	2,10
EMPAQUETADO			
Transporte hacia la balanza	3,20	1,00	3,20
SELLADO			

Transporte hacia almacén de PT	10,21	2,00	5,11

El DAP con los nuevos tiempos de molienda y de transporte se encuentran en el Anexo 19 y el resumen de actividades se exponen a continuación.

Tabla 42. *Resumen de actividades con nuevos tiempos de molienda y transportes*

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operación		4	126,0	
Inspección		0	0,0	
Combinada		1	33,3	
Transporte		3	10,4	17
Almacén		2	0	
Demora		0	0,0	
Total		**10**	**169,7**	**17**

Según la tabla 42 el tiempo de producción es de 169,7 minutos con un total de 10 actividades y 17 metros de distancia recorrida.

III. Distribución de cantidad de operarios por estaciones

De acuerdo al análisis realizado, se evidencia que a partir de la implementación de la nueva máquina de molienda se generan 2 tiempos que podrían generar un nuevo cuello de botella (etapas de descarga y empaquetado) tal como se muestra en la figura 4.

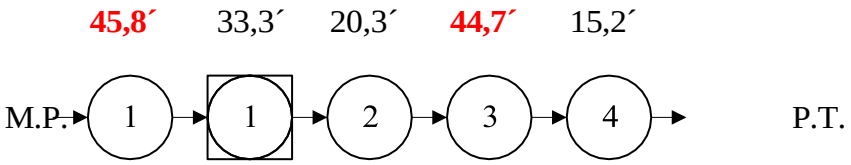


Figura 7. *Nuevos cuellos de botella*

Se requirió disminuir dichos tiempos de ciclo para poder ajustar a la capacidad de la operación principal de máquina de molienda. Para ello se aplicó las siguientes fórmulas.

$$\left(\#\ de\ trabajadores = \frac{tiempo\ de\ producción}{tiempo\ de\ flujo\ equilibrado}\right) x\ estación$$

$$Tiempo\ de\ flujo\ equilibrado\ actual = \frac{tiempo\ de\ producción}{n°\ de\ operaciones}$$

Para encontrar los nuevos tiempos de las estaciones 1 y 3 fue necesario encontrar e tiempo de flujo equilibrado el cual se muestra a continuación.

Tiempo de producción =	169,71
N° de operaciones =	5
Tiempo de flujo equilibrado =	33,942

Como se puede observar en el análisis el tiempo de flujo equilibrado es de 33,942 minutos.

i. Estación de operación 1

El cálculo del nuevo tiempo de la estación 1 (descarga) se detalla a continuación.

Tiempo de producción	=	45,8
Tiempo de flujo equilibrado	=	33,942
# de trabajadores	=	1,3493607<>2

Nuevo tiempo = 22,9

Como se puede observar en el análisis el nuevo tiempo de la estación 1 es de 22,9 minutos.

ii. Estación de operación 3

El cálculo del nuevo tiempo de la estación 3 (empaquetado) se detalla a continuación.

Tiempo de producción	=	44,7
Tiempo de flujo equilibrado	=	33,942
# de trabajadores	=	1,316952<>2

Nuevo tiempo 22,35

Como se puede observar en el análisis el nuevo tiempo de la estación 1 es de 22,35 minutos.

DOP y DAP propuestos

Teniendo los datos del tiempo de molienda, los nuevos tiempos de transportes y los tiempos con la nueva distribución de operarios se tiene el siguiente cuello de botella.

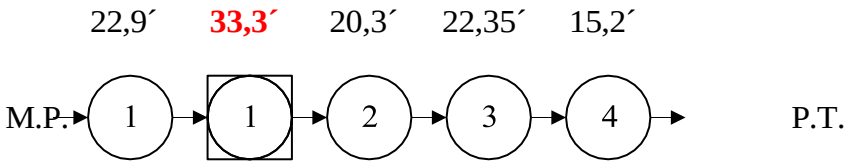


Figura 8. *Cuello de botella propuesto*

Como se puede observar el cuello de botella sigue siendo la molienda ya que esta es la actividad principal del proceso productivo de gallinaza.

El DOP y DAP propuesto se expone en el Anexo 20 y 21 respectivamente teniendo los siguientes cuadros resumen.

Tabla 43. *Resumen DOP propuesto*

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		4	80,75
Inspección		0	0,00
Combinada		1	33,30
Total		5	114,05

Tabla 44. *Resumen DAP propuesto*

Actividad	**Símbolo**	**Cantidad**	**Tiempo (min)**	**Distancia (m)**
Operación		4	80,8	
Inspección		0	0,0	
Combinada		1	33,3	
Transporte		3	10,4	17
Almacén		2	0	
Demora		0	0,0	
Total		**10**	**124,5**	**17**

Así mismo, se realizó en cálculo del porcentaje de actividades productivas e improductivas según el tiempo los cuales se exponen a continuación.

% Actividades productivas según tiempo

$$\frac{114,1}{124,46} \times 100 = \mathbf{91,64\%}$$

Se tuvo que, con la propuesta el porcentaje de actividades productivas según el tiempo aumentó a 91,64 %.

% Actividades improductivas según tiempo

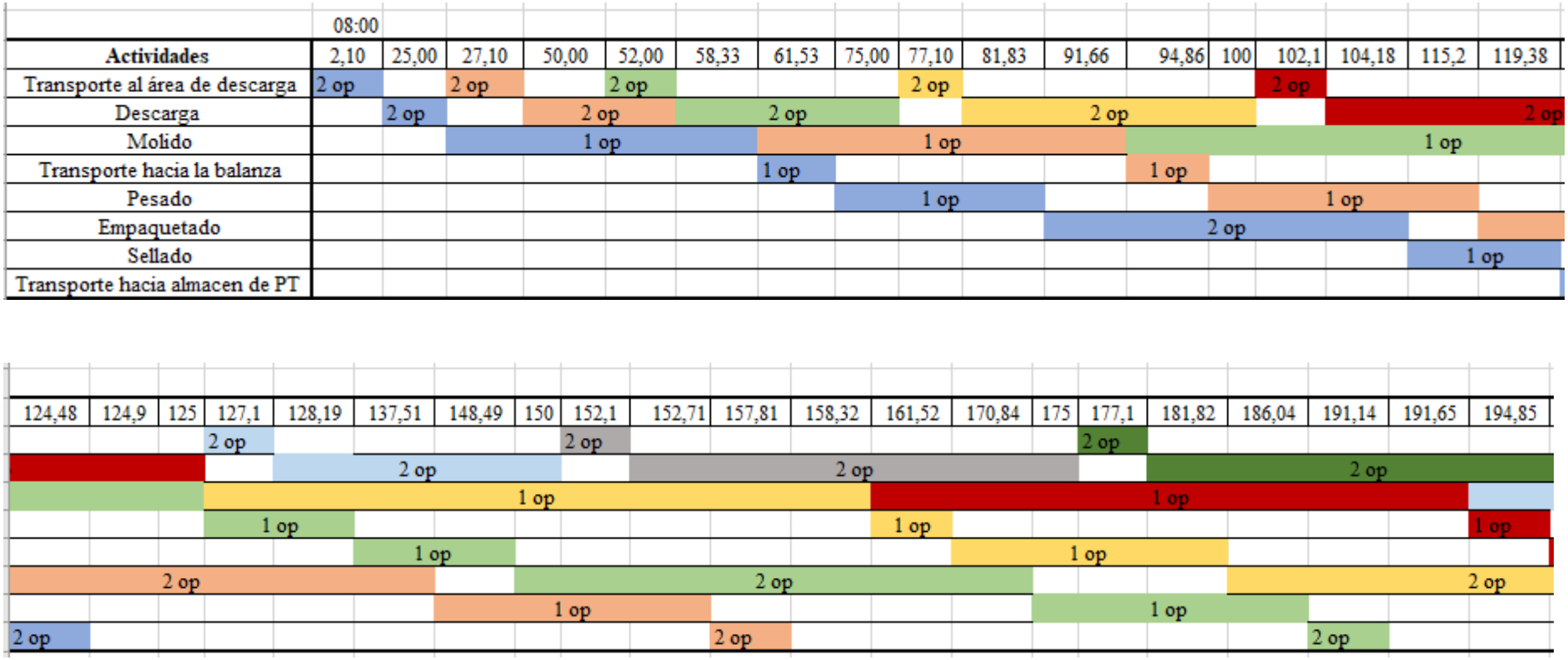
$$\frac{10,4}{124,46} \times 100 = 8,36\%$$

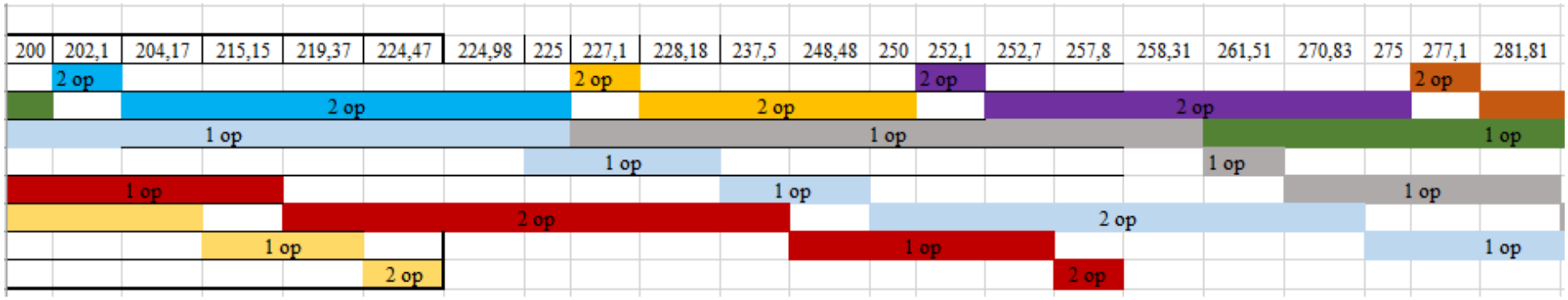
Se tuvo que, con la propuesta el porcentaje de actividades improductivas según el tiempo disminuyó a 8,36 %.

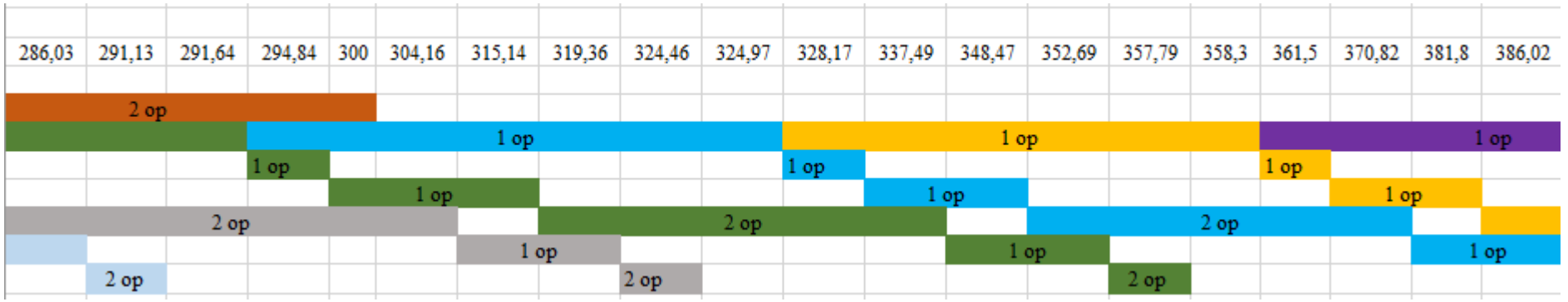
Diagrama O-T

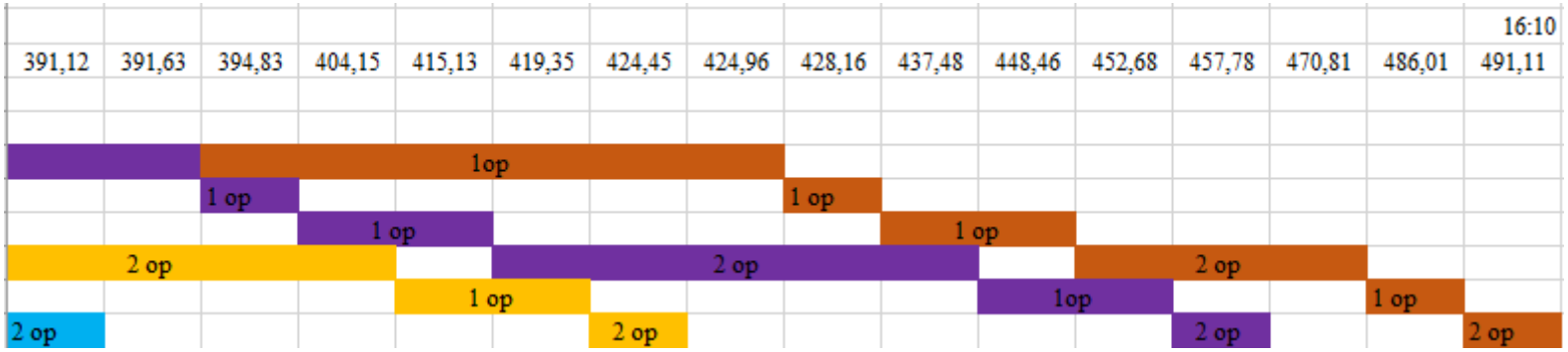
También se propuso la realización de un diagrama O-T (Operaciones-Transporte) el cual es fundamental para obtener una visión detallada de las operaciones y movimientos de transporte dentro del proceso productivo. Este diagrama permitió identificar y analizar los pasos en los que ocurren tanto las actividades productivas como los desplazamientos de materiales y operarios entre estaciones.

Cabe resaltar que se elaboró un diagrama O-T con el fin de simular el desarrollo del proceso productivo en la empresa AHM EIRL, lo cual permitió calcular los lotes de producción que la empresa generaría de manera continua y bajo condiciones óptimas, dicho diagrama se expone a continuación.




200
202,1
204,17
215,15
219,37
224,47
224,98
225
227,1
228,18
237,5
248,48
250
252,1
252,7
257,8
258,31
261,51
270,83
275
277,1
281,81
2 op
1 op


286,03
291,13
291,64
294,84
300
304,16
315,14
319,36
324,46
324,97
328,17
337,49
348,47
352,69
357,79
358,3
361,5
370,82
381,8
386,02
2 op
1 op


16:10
391,12
391,63
394,83
404,15
415,13
419,35
424,45
424,96
428,16
437,48
448,46
452,68
457,78
470,81
486,01
491,11
1op
2 op

Lote 1	
Lote 2	
Lote 3	
Lote 4	
Lote 5	
Lote 6	
Lote 7	
Lote 8	
Lote 9	
Lote 10	
Lote 11	
Lote 12	

Figura 9. *Diagrama O-T (minutos)*

Como se puede observar en la figura 9 del diagrama O-T, con la mejora de tiempos se puede llegar a procesar hasta 12 lotes de 14 sacos de 50 kg.

Planeamiento de requerimiento de materiales (MRP)

Se aplicó el sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) para optimizar la gestión de inventarios y asegurar la disponibilidad de materias primas en el momento adecuado. La falta de un sistema de abastecimiento planificado ha generado retrasos en la producción y dificultades para cumplir con los pedidos en las fechas acordadas. Implementar el MRP permite a la empresa proyectar la demanda de materiales con precisión, coordinar los tiempos de compra y producción, y reducir el riesgo de escasez o exceso de inventario. Este enfoque contribuye a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos asociados a tiempos de espera y optimizar el flujo de producción, garantizando que el proceso productivo pueda cumplir con la demanda de manera oportuna y consistente.

Dado que el análisis del MRP se realizará de forma semanal, es necesario calcular la cantidad de sacos que se producirán semanalmente con la mejora implementada, así como la cantidad de kilogramos de materia prima que se requerirá. A continuación, se presenta dicho análisis.

Sacos por lote	14
kg por saco	50
# de lotes al día	12
# de sacos al día	168
# de sacos por semana	**1 008**
Total de Kg por lote	700
Total de Kg al día	8 400

Eficiencia	73,35%

Como se puede observar, con la mejora se producen 1 008 sacos por semana, este dato es importante para calcular el nuevo promedio de cumplimiento. Así mismo, con los datos anteriores se determinó la cantidad de materia prima que se requiere para el proceso, el cálculo se detalla a continuación.

Materia prima requerida al día	Eficiencia
8 400 kg	73,35%
X	100%
X =	11 451,94 kg/día
X =	**68 712 kg/semana**

Después de realizar el cálculo de los datos mencionados, se procedió a determinar el porcentaje de cumplimiento de la demanda futura tomando en cuenta que la mejora realizada aumentó la producción de sacos. Este análisis se detalla a continuación.

Tabla 45. *Cumplimiento de la demanda con mejora propuesta*

Mes	Demanda mensual proyectada total de sacos 50 kg.	Demanda semanal proyectada de sacos de 50 kg semanal	# de sacos producidos por semana con la mejora	% de cumplimiento de la demanda
ene-25	4 422	1 105	1 008	91%
feb-25	4 436	1 109		91%
mar-25	4 449	1 112		91%
abr-25	4 463	1 116		90%
may-25	4 477	1 119		90%
jun-25	4 492	1 123		90%
jul-25	4 505	1 126		89%
ago-25	4 520	1 130		89%
sep-25	4 534	1 133		89%
oct-25	4 548	1 137		89%
nov-25	4 562	1 141		88%
dic-25	4 576	1 144		88%
		Promedio		90%

Como se puede apreciar en la tabla 41, el cumplimiento promedio de la demanda futura aumento de 31,31% (tabla N°20) al 90% teniendo un incremento de 58,33%.

Por último, se estructuró por niveles la producción de gallinaza teniendo el nivel 0 (producto terminado) y el nivel 1 (gallinaza y los sacos) el cual se exponen a continuación.

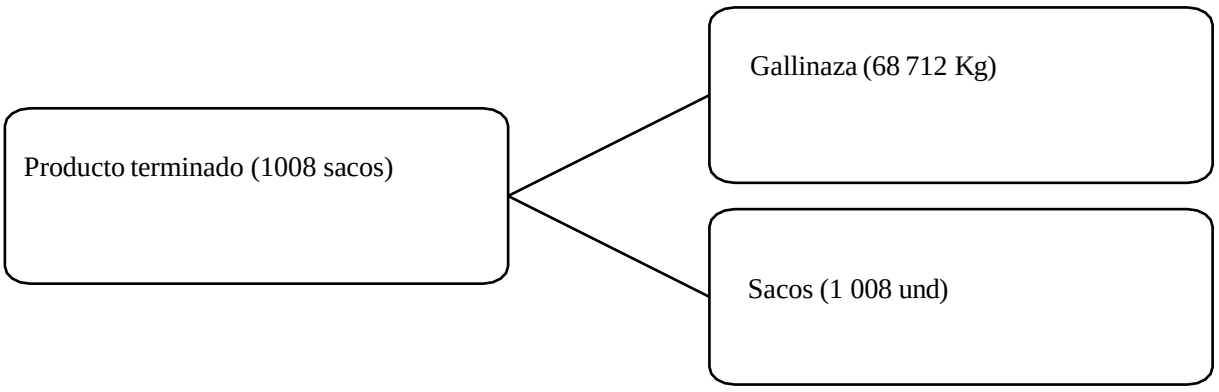


Figura 10. *Estructura por niveles para MRP*

A continuación, se expone la planificación de requerimientos de materiales (MRP) la cual funcionará como una herramienta para que la empresa gestione sus pedidos semanales en el tiempo adecuado. Este sistema proporciona una lista de compra semanal con los insumos y materiales necesarios para la producción de gallinaza. Es importante que el MRP se actualice conforme la empresa continúe creciendo y consolidándose en el mercado.

Tabla 46. *Planeación de requerimiento de materiales del año 2025*

						MES 1				MES 2				MES 3			
Plazo	Dispon.	S.S.	Identif. artículo		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Producto terminado	Necesidades brutas		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Recepción programada		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Disponible estimado		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Necesidades netas		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Recepciones de pedidos planificados		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Emisión de pedidos planificados		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9			
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

MES 10				MES 11				MES 12			
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

						MES 1				MES 2				MES 3			
Plazo	Dispon	SS	Identif. articulo		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			Gallinaza	Necesidades brutas		68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
				Recepción programada													
				Disponible estimado													
				Necesidades netas		68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
				Recepciones de pedidos planificados		68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
				Emisión de pedidos planificados	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712

MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8			
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712

MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712

68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712
68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712	68 712

						MES 1				MES 2				MES 3			
Plazo	Dispon	SS	Identif. articulo		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			Sacos	Necesidades brutas		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Recepción programada													
				Disponible estimado													
				Necesidades netas		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Recepciones de pedidos planificados		1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
				Emisión de pedidos planificados	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9			
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

MES 10				MES 11				MES 12			
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008
1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008	1 008

Nuevos indicadores

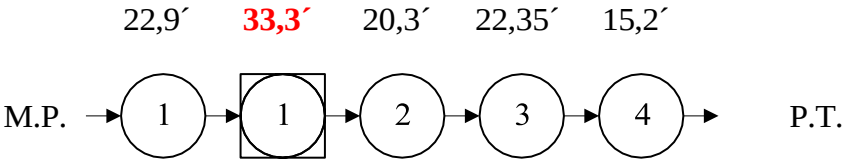
i. Producción actual

De acuerdo con el diagrama O-T (Figura 11) la empresa produce 1 008 sacos por semana.

$$\text{Producción actual} = 168 \ \text{sacos/día}$$

ii. Cuello de botella

De acuerdo al análisis realizado en el apartado 5 (DOP y DAP propuestos, p. 47) el cuello de botella es el siguiente.



$$\text{Cuello de botella (c)} = \frac{33{,}3 \ \text{min}}{\text{lote}}$$

iii. Producción estimada

La producción estimada por lotes de acuerdo a la formula se expone a continuación.

$$\text{Producción estimada} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

Tiempo base =	480	min/día
Ciclo =	33,3	min/lote
Producción estimada =	14,4	lote/día
Producción estimada =	201	Sacos/día

iv. Productividad

- **P. maquinaria**

$$\text{P. maquinaria} = \frac{168 \ \text{sacos/día}}{4 \ \text{máquinas}} = 42{,}0 \ \frac{\text{sacos/día}}{\text{máquina}}$$

La productividad de la maquinaria alcanza un valor de 42,00 sacos por máquina, lo cual

representa un incremento significativo respecto a la situación inicial.

Desde un enfoque técnico, este incremento se explica a partir de la relación fundamental de productividad:

$$P = \frac{Output}{Tiempo\ de\ operación}$$

En este sentido, el aumento del output (168 sacos/día) se debe a la reducción del tiempo de ciclo del proceso productivo, específicamente en la operación de molienda, considerada como el cuello de botella del sistema. La disminución del tiempo de procesamiento de 121,3 min a 33,3 min por lote permitió incrementar el throughput del sistema, elevando la capacidad efectiva de producción sin modificar la cantidad de maquinaria disponible.

Asimismo, al reducirse los tiempos improductivos (esperas, paradas y descoordinaciones), se incrementó el factor de utilización de la maquinaria, lo que se traduce en un mayor número de ciclos productivos por jornada.

- **P. materiales**

$$\text{P. materiales} = \frac{1\ 008\ \text{sacos/semana}}{68{,}7\ \text{toneladas}} = 14{,}7\ \frac{\text{sacos}}{\text{tonelada}}$$

La productividad de materiales alcanza 14,7 sacos por tonelada, mostrando una mejora moderada respecto al estado inicial.

Desde el punto de vista técnico, este comportamiento indica que el material no constituía una restricción del sistema productivo, ya que la relación insumo–producto se mantiene relativamente constante; donde la ligera mejora observada se asocia a una reducción de pérdidas operativas y mejor aprovechamiento del insumo, derivado de una mayor estabilidad del proceso y control en las operaciones.

En términos de eficiencia, se cumple que:

$$Eficiencia\ de\ material = \frac{Output\ real}{Output\ esperado}$$

lo cual evidencia una mejora marginal en el rendimiento del material, sin representar el factor determinante del incremento global de la productividad.

- **P. mano de obra**

$$\text{P. mano de obra} = \frac{168{,}00 \ \text{sacos/semana}}{5 \ \text{operarios}} = 33{,}6 \ \frac{\text{sacos}}{\text{operario}}$$

La productividad de la mano de obra alcanza 33,6 sacos por operario, evidenciando un incremento significativo.

Este comportamiento se sustenta en la mejora del tiempo efectivo de trabajo (TE), el cual puede expresarse como:

$$TE = T_{total} - (TNP)$$

donde:

TNP: tiempos no productivos (esperas, traslados innecesarios, inactividad)

La implementación de mejoras permitió reducir los tiempos no productivos, incrementando la proporción de tiempo dedicado a actividades productivas (TP); y como consecuencia, se incrementa el rendimiento por operario sin necesidad de aumentar la cantidad de personal.

Adicionalmente, la mejora en la sincronización de actividades y la eliminación de interferencias entre procesos contribuyeron a optimizar el desempeño del recurso humano dentro del sistema productivo.

v. Eficiencia

- **E. física**

$$\text{E. física} = \frac{1008 \ \text{sacos/semana} * 50 \ \text{kg/saco}}{68\,711{,}66 \ \text{kg}} = 0{,}73 = 73{,}35\%$$

❖ **E. económica**

Tabla 47. *Eficiencia económica*

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual	Costo por día
Operarios	4	S/ 1 600,00	S/ 266,67
Maquinista	1	S/ 7 200,00	S/ 300,00
			S/ 566,67

Producción diaria (sacos 50 kg.)	0,00
Total en kg	-
Aprovechamiento	73,35%
Total de kg. de mp requerida	68 711,66

Material	Proporción	Total requerido en kg.	Costo unitario	Costo por kg.
Gallinaza	100%	68 711,66	S/ 0,04	2404,91

Fuente: Elaboración propia

Maquinaria	Cantidad	Consumo en kW.h	N° de horas el día	N° días al mes	Costo por kW.H	**Total**
Faja transportadora	2	1,1	8	24	S/ 0,49	S/ 206,98

Maquinaria	Cantidad	Consumo en gal.h	N° de horas el día	N° días al mes	Costo por ga.h	**Total**
Excavadora	1	12	8	24	S/ 0,52	S/ 1 198,08
Mezcladora vertical	1	10	6	24	S/ 0,52	S/ 748,80
Total al mes						**S/ 2 153,86**
Total al día						**S/ 89,74**

Costo M.O.	S/	566,67
Costo Energía	S/	89,74
Costo M.P.	S/	400,82
Tota por producción actual	S/	1 057,23
Total sacos producidos		168

Costo x saco	S/	6,99

Costo	Valor	Producción actual	Total por día
Costo variable de producción	S/ 6,99	168	S/ 1 174,83
			S/ 1 174,83

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Cantidad producida} \times \text{Precio de venta}}{\text{Costo variable de producción}}$$

Eficiencia Económica S/ 7,15

vi. Capacidad

- **C. diseño**

Haciendo uso de la producción teórica

C. diseño = 1 176 sacos/día

- **C. real**

C. real= 1 008 sacos/semanal

- **C. ociosa**

C. ociosa = 168 sacos/semana

- **C. utilizada**

C. utilizada 85,71%

Contraste de indicadores

Con los indicadores del diagnóstico y los indicadores de la mejora se procedió a realizar un contraste para verificar si hubo una mejora en el proceso productivo, dicho análisis se presente a continuación.

Tabla 48. *Cuadro comparativo de indicadores*

Indicadores	Actual	Propuesta	Δ Mejora
Producción (sacos/día)	59	168	+110%
Actividades productivas	89.36%	94%	+5%
Actividades improductivas	10.64%	6%	-44%
Tiempo total ciclo (min)	247	157	-36%
Productividad mano de obra (sacos/op)	10.44	24.8	+138%
Productividad máquina (sacos/máq)	13.05	41.3	+216%
Eficiencia económica (B/C)	3.32	7.03	+112%
Cuello de botella (min/lote)	121.2	33	-73%
Nº de operarios	5	5	0%
Nº de máquinas	3	3	0%
Nivel de servicio	33.33%	90%	+170%

Costo beneficio de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.

Inversiones

Tabla 49. *Inversión tangible*

Concepto	Cant.	Costo unit. (S/.)	Total (S/.)	Sustento
Capacitación en planificación MRP y balance de líneas	2 personas	1,200	2,400	Necesario para implementar sistema PCP
Software de planificación (MRP básico o Excel avanzado licenciado)	1 licencia	1,000	1,000	Control de demanda, lotes y abastecimiento
Señalización 5S y orden layout (carteles, pintura, demarcación)	-	-	2,500	Disminuir tiempos improductivos
Mantenimiento correctivo al molino triturador	1	3,500	3,500	Reducir tiempos del cuello de botella
Herramientas menores para ajuste de equipos	-	-	1,200	Soporte operativo
Total Tangible			**10,600**	

Tabla 50. *Inversión intangible*

Concepto	Cant.	Costo unit. (S/.)	Total (S/.)	Sustento
Consultoría para implementación MRP + TOC	1	5,000	5,000	Puesta en marcha del sistema
Estudios/levantamiento de tiempos y métodos	1	3,000	3,000	Base para plan de producción y rediseño de operaciones
Total Intangible			**8,000**	

Tabla 51. *Inversión intangible*

Ítems	Cant.	Costo unit. (S/)	Costo mensual (S/)	Costo para 2 meses (S/)
Mano de obra directa				
Operarios de producción (5)	5	1,600.00	8,000.00	**16,000.00**
Insumos productivos				
Gallinaza (materia prima)	52,2 sacos/día x 26 días x 2 meses → 2726 sacos → 136 300 kg	0.04/kg	2,726.00	**5,452.00**
Sacos de polipropileno	52,2 sacos/día x 26 días x 2 meses → 2726 unidades	0.70/u	1,907.00	**3,814.00**
Otros costos operativos				
Mantenimiento menor del molino y equipos	-	-	200.00	**400.00**
Limpieza, guantes, EPP	-	-	100.00	**200.00**
TOTAL			**12,933.00**	**25,866.00**

El capital de trabajo considerado en el presente proyecto corresponde a los recursos necesarios para asegurar la continuidad de las operaciones productivas, incluyendo mano de obra directa, insumos y costos operativos básicos, por lo que se ha estimado un período de dos meses de operación para garantizar el abastecimiento y funcionalidad del proceso

productivo, obteniéndose un capital de trabajo total de S/ 25 866,00, tal como se presenta en la Tabla 51

Tabla 52. *Depreciación de activos fijos*

DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS									
Descripción	Valor de activos	Años	Depreciación	Valor de	Depreciación				
	a Depreciar $	a Depreciar	Anual	Recuperación $	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Software de planificación (MRP básico o Excel avanzado licenciado)	3000.00	3	1000.00		1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Señalización 5S y orden layout (carteles, pintura, demarcación)	5000.00	10	500.00		500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Mantenimiento correctivo al molino triturador	4500.00	5	900.00		900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Herramientas menores para ajuste de equipos	15000.00	4	3750.00		3750.00	3750.00	3750.00	3750.00	3750.00
					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	27500.00		6150.00		6150.00	6150.00	6150.00	6150.00	6150.00

La depreciación de activos fijos corresponde a los bienes adquiridos para la mejora del sistema de planificación y control de la producción, así como para la optimización del proceso operativo. Se empleó el método de línea recta siguiendo los criterios de vida útil fiscal establecidos por SUNAT, donde la inversión depreciable asciende a S/ 14 000,00, generando una depreciación anual de S/ 2 775,00 durante los primeros tres años del proyecto.

Financiamiento

Presupuesto de ingresos

Tabla 53. *Producción de ingresos*

Canales de Venta	% de Ventas	Total unidades por canal	Precio $	Total de Ingresos $
Consumidor	10%	5445	38.00	206910.00
Mayorista	70%	38118	32.00	1219776.00

Minorista	20%	10891	35.00	381185.00
		54454		**1807871.00**

Con el fin de estimar los ingresos proyectados del producto gallinaza compostada – saco de 50 kg, se ha considerado el Plan Maestro de Producción correspondiente al año 2025 y los canales de comercialización actualmente utilizados por AHM EIRL.

Para ello, se realizó una distribución porcentual de ventas según el comportamiento del mercado, diferenciando precios por tipo de cliente: consumidor final, minorista y mayorista. En base a esta estructura, se calculó el total de unidades asignadas a cada canal y el ingreso económico correspondiente, como se muestra en la Tabla 53.

En la siguiente tabla, se evidencia el presupuesto de ingresos:

Tabla 54. *Presupuesto de ingresos*

Año	Programa de Venta (Kg)	Precio de Venta (S/ por kg)	Total de Ingresos (S/)
1° Año	2,722,700	0.664	**1,807,871**
2° Año	2,804,381	0.664	**1,862,107**
3° Año	2,888,512	0.664	**1,917,970**
4° Año	2,975,168	0.664	**1,975,509**
5° Año	3,064,423	0.664	**2,034,774**
TOTAL 5 AÑOS	**14,455,184**		**9,597,231**

Presupuesto de egresos

Costo de producción

n el presente proyecto, los costos de producción comprenden los insumos directos utilizados en la fabricación del fertilizante orgánico, así como la mano de obra directa que participa de manera activa en el proceso, donde se ha considerado el costo de la gallinaza como materia prima principal, el costo de los sacos de polipropileno utilizados en el envasado del producto y los consumibles operativos necesarios para asegurar el funcionamiento del molino triturador y equipos auxiliares.

Adicionalmente, se contempla el costo mensual del personal operativo, encargado de las tareas de recepción, molienda, mezclado, envasado y estiba del producto final, donde los

valores empleados se basan en los datos de costos actuales proporcionados por la empresa y las mejoras proyectadas del proceso.

Los costos de producción estimados se presentan en las Tablas 55, 56 y 57.

Tabla 55. *Costo de materiales directos*

Insumo	Unidad	Consumo mensual	Precio unitario (S/)	Costo mensual (S/)
Gallinaza (materia prima)	kg	218 400	0.04	8,736.00
Sacos polipropileno 50 kg	unid	3 360	0.70	2,352.00
TOTAL – Materiales Directos				**11,088.00**

Tabla 56. *Costo de materiales directos*

Materiales Indirectos	Unidad	Cantidad	Precio unit. S/	Costo mensual S/
Guantes industriales + EPP	unid	4	15.00	60.00
Herramientas y consumibles				150.00
Limpieza y desinfección				100.00
TOTAL – Materiales Indirectos				**310.00**

Tabla 57. *Costo de mano de obra*

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual S/	Costo mensual S/	Costo anual S/
Operarios de producción	5	1,600.00	**8,000.00**	**96,000.00**
TOTAL			**8,000.00**	**96,000.00**

Gastos administrativos

Los gastos administrativos corresponden a aquellos asociados a las actividades de gestión general de la empresa; para el proyecto se incluyeron conceptos como mantenimiento, capacitaciones, material de limpieza y evaluaciones médicas, como se evidencia en la tabla 58.

Tabla 58. *Gastos administrativos*

GASTOS ADMINISTRATIVOS (S/.)					
	1 Año	**2 Año**	**3 Año**	**4 Año**	**5 Año**
Mantenimiento	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
Capacitaciones	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Controles médicos	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Teléfono	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
Internet	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
agua	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
GASTOS TOTAL	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00

Gastos financieros

Teniendo en cuenta la tasa anual de distintas empresas se realizará y escogerá el préstamo, siendo de 15.92 %.

Tabla 59. *Tasa anual de empresas*

Tasa Anual (%)	**B**	**C**	**XYZ**	**P**	**BAN**
Pequeñas Empresas	**20.93**	**15**	**21.05**	**12.39**	**15.92**
Descuentos	24.67		17.74	12.1	18.71
Préstamos hasta 30 días	21.81		11.97		
Préstamos de 31 a 90 días	22.33		14.74		15
Préstamos de 91 a 180 días	21.69		11.82		14.76
Préstamos de 181 a 360 días	21.73	15	15.88		15.79
Préstamos a más de 360 días	20.72		21.28	12.4	12.9
Microempresas	**25.35**		**28.02**	**12.35**	
Tarjetas de Crédito	33.61		30.76	25.9	
Descuentos	13.55		20.35		
Préstamos Revolventes	22.5		0		
Préstamos a cuota fija hasta 30 días	21.3		0		
Préstamos a cuota fija de 31 a 90 días	20.11		14.31		
Préstamos a cuota fija de 91 a 180 días	22.54		23.64		
Préstamos a cuota fija de 181 a 360 días	21.78		28.36	12.32	
Préstamos a cuota fija a más de 360 días	42.91	15.58	54.65	34	30.44

Tabla 60. *Gastos financieros*

Monto Financiado	**46689.30**					
Tasas de Interés del préstamo	7%	0.07	**Periodo**	5	años	
	Pre Operativo	**1 Año**	**2 Año**	**3 Año**	**4 Año**	**5 Año**
PRESTAMO A LARGO PLAZO	**46689.30**	38570.47	29883.31	20588.06	10642.14	0.00
INTERESES		3268.25	2699.93	2091.83	1441.16	744.95
AMORIZACIONES		8118.83	8687.15	9295.25	9945.92	10642.14
TOTAL GASTOS FINANCIEROS (pagos)		**11387.09**	**11387.09**	**11387.09**	**11387.09**	**11387.09**

Costos totales

Ante esto, se resume los siguientes costos totales, en los próximos 5 años

Tabla 61. *Costos totales*

Items	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
Costos Directos de Producción					
Materiales Directos	660420.00	726462.00	799108.20	879019.02	966920.92
Materiales Indirectos	2900.00	2900.00	2900.00	2900.00	2900.00
Mano de Obra Directa	144960.00	144960.00	144960.00	144960.00	144960.00
Total Costos Directos de Producción	**808280.00**	**874322.00**	**946968.20**	**1026879.02**	**1114780.92**
Costos Indirectos de Fabricación					
Mano de Obra Indirecta	36240.00	36240.00	36240.00	36240.00	36240.00
Suministros					
Alquileres					
Total Costos Indirectos de Producción	**36240.00**	**36240.00**	**36240.00**	**36240.00**	**36240.00**
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION	**844520.00**	**1748644.00**	**1893936.40**	**2053758.04**	**2229561.84**

Estado de ganancias y pérdidas

Tabla 62. *Estado de ganancias y pérdidas*

	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
INGRESOS TOTALES	**1807872.80**	**1862108.98**	**1917971.97**	**1975511.55**	**2034776.87**
COSTOS DE PRODUCCION	844520.00	910562.00	983208.20	1063119.02	1151020.92
UTILIDAD BRUTA	**963352.80**	**951546.98**	**934763.77**	**912392.53**	**883755.95**
Gastos Administrativos	239507.00	239507.00	239507.00	239507.00	239507.00
Gastos de Comercialización	606260.00	606260.00	606260.00	606260.00	606260.00

Depreciación	6150.00	6150.00	6150.00	6150.00	6150.00
UTILIDAD OPERATIVA	**111435.80**	**99629.98**	**82846.77**	**60475.53**	**31838.95**
Gastos de Financiamiento (Intereses)	3268.25	2699.93	2091.83	1441.16	744.95
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	**108167.55**	**96930.05**	**80754.94**	**59034.37**	**31094.00**
Impuesto a la renta (29.5%)		28594.37	23822.71	17415.14	9172.73
UTILIDADES NETAS	**108167.55**	**68335.69**	**56932.23**	**41619.23**	**21921.27**

Flujo de caja

Se realizó el flujo de caja considerando todo lo anterior y la cuentas por cobrar y pagar del anexo 23.

Tabla 63. *Flujo de caja*

FLUJO DE CAJA (EN S/$)						
Items	**0 Año**	**1 Año**	**2 Año**	**3 Año**	**4 Año**	**5 Año**
Inversión						
Capital Social	36689.30					
Préstamos a CP y LP	10000.00					
Total Inversión	**46689.30**					
INGRESOS	-					
Ventas al Contado		1084723.68	1117265.39	1150783.18	1185306.93	1220866.12
Ventas a Crédito		662886.69	682773.29	703256.39	724354.24	746084.85
TOTAL INGRESOS		**1747610.37**	**1800038.68**	**1854039.57**	**1909661.17**	**1966950.98**
EGRESOS	-					
Costos de Producción		844520.00	910562.00	983208.20	1063119.02	1151020.92
Gastos administrativos		239507.00	239507.00	239507.00	239507.00	239507.00
Gastos de comercialización		606260.00	606260.00	606260.00	606260.00	606260.00
Gastos financieros (Amortización)		8118.83	8687.15	9295.25	9945.92	10642.14
TOTAL EGRESOS		**1698405.83**	**1765016.15**	**1838270.45**	**1918831.94**	**2007430.06**
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		**49204.54**	**35022.53**	**15769.12**	**-9170.77**	**-40479.08**
Impuesto a la Renta (29.5%)		**14515.34**	**10331.65**	**4651.89**	**0.00**	**0.00**
SALDO (después de Impuestos)		**34689.20**	**24690.88**	**11117.23**	**-9170.77**	**-40479.08**
Depreciación		6150.00	6150.00	6150.00	6150.00	6150.00

SALDO FINAL (Déficit / Superávit)	**-36689.30**	**40839.20**	**30840.88**	**17267.23**	**-3020.77**	**-34329.08**
UTILIDAD ACUMULADA	**-36689.30**	**4149.90**	**34990.78**	**52258.01**	**49237.24**	**14908.15**
FLUJO NETO DE EFECTIVO	**-36689.30**	**40839.20**	**30840.88**	**17267.23**	**-3020.77**	**-34329.08**
TMAR	**12.7%**					
Valor actualizado neto (VAN)	**S/. 15,134.31**					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	**65.1%**					
Beneficio Costo	**1.32**					

El análisis del flujo de caja proyectado para un horizonte de evaluación de cinco años evidencia que el proyecto genera ingresos suficientes para cubrir sus egresos operativos, permitiendo alcanzar saldos positivos durante los tres primeros años de operación, donde en el Año 1 se observa el mayor rendimiento económico, obteniéndose un flujo neto de efectivo de S/ 40 839,20, lo cual permite recuperar una parte importante de la inversión inicial.

Durante los años 4 y 5, los saldos netos se vuelven negativos debido principalmente al incremento progresivo de los costos de producción y comercialización, así como a la estabilización de las ventas, lo cual reduce el margen operativo disponible; y a pesar de ello, la proyección acumulada del flujo mantiene una tendencia favorable que respalda la viabilidad del proyecto.

En términos financieros, los indicadores calculados muestran que la intervención es rentable: el Valor Actual Neto (VAN) asciende a S/ 15 134,31, valor mayor a cero, indicando generación de riqueza adicional para la empresa; de igual manera, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 65,1 %, superando ampliamente la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) de 12,7 %, lo cual demuestra que el proyecto es financieramente atractivo.

Finalmente, el beneficio-costo de 1,32 indica que por cada sol invertido se genera una recuperación positiva en términos actualizados, confirmando que la propuesta es técnicamente viable y económicamente beneficiosa para la empresa durante el periodo de evaluación.

Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que la implementación de herramientas de Planificación y Control de la Producción (PCP) en AHM EIRL genera mejoras altamente significativas respecto a la situación inicial del proceso, donde antes de la propuesta, la empresa presentaba un bajo nivel de productividad con apenas 59 sacos/día, un bajo nivel de servicio del 31 % y constantes incumplimientos de pedidos que alcanzaban 2 912 sacos no atendidos por mes, principalmente por la falta de abastecimiento oportuno de gallinaza, la inexistencia de una programación semanal de producción y la presencia de un cuello de botella crítico en la molienda (tiempo de ciclo 121,3 min/lote).

Luego de la implementación de la propuesta, la producción diaria se incrementó a 168 sacos/día, lo que representa un crecimiento del 186 %, superando ampliamente los resultados reportados por Sánchez et al. (2023), quienes alcanzaron solo un 25 % de incremento en productividad tras aplicar un sistema de planificación MRP para alimentos balanceados, por lo que este notable aumento en AHM EIRL se explica por una intervención integral que incorporó no solo la planificación del abastecimiento de materias primas, sino también la reducción del tiempo del cuello de botella.

Aguirre et al. (2022) lograron una mejora del 23 % en productividad y reducción del 18 % en el tiempo del proceso con balanceo de línea y MRP II, además comparativamente, en el presente trabajo la reducción del tiempo del cuello de botella fue de 73 %, pasando de 121,3 min/lote a 33,3 min/lote, lo cual permitió triplicar la salida diaria del producto, por lo que esto demuestra que intervenir directamente sobre la restricción principal del proceso, tal como lo plantea la Teoría de Restricciones (TOC), genera efectos exponenciales sobre la productividad global.

Asimismo, los retrasos vinculados a la carencia de materia prima fueron completamente eliminados mediante la planificación de los requerimientos de materiales (MRP); así mismo Rivera et al. (2022) reportaron que la implementación de un MRP en pymes redujo los inventarios en 50 % y mejoró el servicio al cliente en 40 %, de igual manera en esta investigación, la mejora del nivel de servicio fue del 190 %, pasando de 31 % a 90 %, lo cual supera ampliamente el incremento reportado por dichos autores, por lo que esto confirma que el adecuado abastecimiento y programación semanal permiten cumplir el ciclo de producción sin interrupciones asociadas a la compra tardía de insumos, por lo que se eliminan los paros productivos.

Los cambios implementados también tuvieron un impacto directo en el uso de los recursos, donde la productividad de la mano de obra pasó de 11,74 sacos/operario a 33,6 sacos/operario,

un incremento del 186 %, superior a los 15 % reportados por Requena y Alcalá (2021) tras la aplicación de estudio de tiempos y balanceo de línea, donde esto se debe a que, en el presente estudio, se redujeron las actividades improductivas de 10,64 % a 6,13 %, lo que representa una disminución del 42 % en tiempos ociosos, resultado cercano al rango del 18 % – 25 % señalado por Yang (2021), Silva et al. (2021) y Saputra et al. (2020) tras el rediseño del layout con SLP; es decir, aunque no se realizó un rediseño completo de planta, la aplicación de control visual y orden operacional logró impactos comparables.

De igual manera, los resultados obtenidos se alinean con los de Tsegaye et al. (2021), quienes incrementaron la productividad en 85 % al mejorar los sistemas de planificación y pronóstico; y sin embargo, en AHM EIRL la productividad aumentó más del 200 % respecto al comportamiento de la demanda, debido a que la planificación se integró con la optimización del cuello de botella, generando una mayor disponibilidad efectiva del sistema.

Por su parte, Thevenin et al. (2020) demostraron que un MRP estocástico puede incrementar la productividad en 17 % y disminuir acumulación de inventario en 12 %; por lo que, en esta investigación, se logró eliminar completamente los paros por falta de materia prima que antes ocasionaban pérdidas cercanas al 56 % de la demanda mensual, ya que se estableció una planificación continua de abastecimiento alineada al plan maestro de la producción.

Finalmente, todos estos resultados se reflejan también en el desempeño económico del proceso, ya que la eficiencia económica pasó de S/ 3,46 a S/ 7,15, incremento del 107 %, lo que evidencia una reducción sustancial del costo unitario de producción y una mejor utilización de los recursos operativos; y esto respalda que la mejora en la productividad no solo es técnica sino también financiera, logrando una operación más rentable y sostenible en el tiempo.

Conclusiones

Se concluyó que la falta de una planificación estructurada y de un control adecuado en la producción limita significativamente la capacidad de AHM EIRL, alcanzando solo el 14,67% de su capacidad productiva. La presencia de un cuello de botella en la fase de molienda destaca la necesidad urgente de optimizar los recursos y establecer una planificación efectiva para mejorar el flujo de trabajo.

Se concluyó que la evaluación demostró que la metodología TOC es la opción más adecuada para la empresa, al obtener el puntaje ponderado más alto (3,78) en el análisis de factores. Esta herramienta permitirá abordar las limitaciones en el proceso, especialmente en el manejo de cuellos de botella, y es compatible con los objetivos de mejora de la productividad en AHM EIRL.

Se concluyó que la proyección de demanda reveló una brecha significativa entre la producción actual y la demanda futura, lo cual enfatiza la importancia de implementar una planificación de producción con MRP. Con esta propuesta, AHM EIRL estará mejor posicionada para responder a las variaciones de demanda, permitiéndole incrementar su nivel de servicio y optimizar sus tiempos de producción.

Se concluyó que la evaluación de costo-beneficio indicó una mejora potencial en la eficiencia económica, alcanzando S/1,32 por sol invertido tras implementar las mejoras propuestas. Este incremento subraya el impacto positivo que tendrá una gestión estructurada de los recursos y una planificación ajustada en la rentabilidad y sostenibilidad de AHM EIRL.

Se concluyó que la aplicación de un sistema de planificación y control en la producción de gallinaza permitirá a AHM EIRL mejorar significativamente su productividad, pasando de 59 a una capacidad potencial de 168 sacos diarios. Estas mejoras no solo incrementarán la capacidad de respuesta de la empresa ante la demanda, sino que también optimizarán la utilización de sus recursos y reducirán tiempos improductivos, consolidando su posición en el mercado y elevando su rentabilidad de manera sostenible.

Recomendaciones

Para futuros estudios en este campo, se recomienda ampliar la muestra o los contextos en los que se implementan los principios o metodologías propuestas. Esto permitirá evaluar su aplicabilidad en diferentes industrias o regiones geográficas, contribuyendo a una visión más integral y precisa.

Si bien la metodología propuesta ha mostrado resultados satisfactorios, se sugiere la exploración de nuevas tecnologías emergentes (como el uso de inteligencia artificial o big data) que podrían mejorar la eficiencia de los procesos estudiados. Implementar estas herramientas podría generar una mejora significativa en los resultados, abriendo un nuevo camino para futuras investigaciones.

Se recomienda investigar el impacto a largo plazo de las propuestas en términos de sostenibilidad y rentabilidad. Un estudio que analice la evolución de las variables clave en los próximos 5-10 años podría proporcionar una visión más completa sobre la viabilidad y efectividad de las soluciones planteadas.

Fomentar investigaciones interdisciplinarias que integren áreas como la ingeniería, la economía, la gestión empresarial y la psicología organizacional podría resultar en un enfoque más holístico. La inclusión de estos campos podría aportar una comprensión más profunda de cómo la tecnología impacta no solo en la eficiencia operativa, sino también en el comportamiento humano dentro de las organizaciones.

Se propone investigar la aplicabilidad de las soluciones propuestas en pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que son un segmento menos explorado en la literatura. Esto podría generar insights valiosos para adaptar las soluciones a diferentes escalas de operación, facilitando la adopción en empresas de diversos tamaños.

Finalmente, se recomienda llevar a cabo un estudio comparativo con casos internacionales exitosos en el área de la optimización de procesos industriales. Este análisis permitiría identificar mejores prácticas y adaptar enfoques globales a la realidad local, potenciando la aplicabilidad de los resultados a nivel internacional.

Referencias

[1] FAO, «Perspectivas Alimentarias,» *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,* vol. 1, nº 1, 2024.

[2] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «Inorganic fertilizers. 2002–2023,» 11 07 2025. [En línea]. Available: https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/inorganic-fertilizers-2002-2023/en?utm_source=chatgpt.com.

[3] FAO, «FAO Statistical Yearbook 2024 reveals critical insights on the sustainability of global agriculture, food security, and the importance of agrifood systems in employment,» 18 11 2024. [En línea]. Available: https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-statistical-yearbook-2024-reveals-critical-insights-on-the-sustainability-of-agriculture-food-security-and-the-importance-of-agrifood-in-employment/en?utm_source=chatgpt.com.

[4] M. Antip, «Fertilizer market update,» Open Knowledge, 2024.

[5] INDECOPI, «Reporte de Mercado de Fertilizantes en el Perú,» *INDECOPI,* 2023.

[6] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, «Reporte de Mercado de Fertilizantes en el Perú - 2023,» 01 12 2023. [En línea]. Available: https://www.gob.pe/institucion/indecopi/informes-publicaciones/4909571-reporte-de-mercado-de-fertilizantes-en-el-peru-2023?utm_source=chatgpt.com.

[7] MINCETUR, «Importación de fertilizantes por parte de Perú alcanzó los US$ 302 millones entre enero y mayo, registrando una caída de -1.2%,» 13 08 2025. [En línea]. Available: https://agraria.pe/noticias/importacion-de-fertilizantes-por-parte-de-peru-alcanzo-los-u-40376.

[8] J. Vargas, A. Sánchez y G. Miñán, «Planificación de la Producción para reducir los costos de inventario en una MYPE peruana de alimentos balanceados,» *3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD 2023,* vol. 1, nº 1, pp. 4-6, 2023.

[9] E. Aguirre, D. Arroyo y M. Alcala, «Propuesta de Mejora en Logística y Producción según Balance de Línea, Clasificación ABC y MRP II para Reducir Sobrecostos en Empresa de Alimentos Balanceados, Trujillo 2022,» *Memorias de la Vigésima Segunda Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2023),* vol. 1, nº 1, 2023.

[10] N. Sugimura, N. Quang, S. Kohama, Y. Fukui y K. Iwamura, «A Study on Demand Forecasting of Wholesale Markets of Lettuces for Production Planning in Plant Factories,» *Int. J. of Automation Technology,* vol. 16, nº 2, pp. 218-229, 2022.

[11] T. Amare, B. Singh, G. Kabata y J. Bhaskaran, «Improvement Analysis of Production Planning and Control,» *Industrial Engineering & Management,* vol. 10, nº 3, 2021.

[12] K. Yang, «Layout optimization of signal control box production line based on SLP,» *International Conference on Environmental and Engineering Management (EEM 2021),* vol. 253, 2021.

[13] L. Requena y M. Alcalá, «Production Improvement Proposal According to Time

Study, MRP and Line Balance to Reduce Over Costs,» *20th LACCEI International Multi-Conference forEngineering, Education, and Technology*, vol. 1, nº 1, pp. 18-22, 2022.

[14] A. Locateli, F. De Souza y M. Ribeiro, «Método SLP para Melhoria do Leiaute de uma fábrica de Sorvete,» *Revista Interdisciplinar de pesquisas aplicadas*, vol. 1, nº 2, pp. 31-57, 2021.

[15] B. Saputra, Z. Arifin y A. Merjani, «Improvement of facility layout using systematic layout planning (SLP) method to reduce material movement distance,» *PROFISIENSI Jurnal Program Studi Teknik Industri*, vol. 8, nº 1, pp. 71-82, 2020.

[16] S. Thevenin, Y. Adulyasak y J. Cordeau, «Material Requirements Planning Under Demand Uncertainty Using Stochastic Optimization,» *Production and Operations Management*, vol. 30, nº 2, pp. 475-493, 2020.

[17] S. Belil, N. Tchernev y K. Sylverin, «Production planning under demand uncertainty using Monte Carlo simulation approach: a case study in fertilizer industry,» *IEEE Xplore*, vol. 1, nº 1, 2020.

[18] G. Navarro, Fertilizantes. Química y acción. 2ª edición, España: MundiPrensa, 2023.

[19] L. Ning, X. Xu, Y. Zhang, S. Zhao, S. Qiu, W. Ding, G. Zou y P. He, «Effects of chicken manure substitution for mineral nitrogen fertilizer on crop yield and soil fertility in a reduced nitrogen input regime of North-Central China,» *Front. Plant Sci*, vol. 13, nº 1, 2022.

[20] E. Pagliarini, F. Gaggía, M. Rossin, C. Franceschi y D. Di Gioia, «High-agronomic value of selected poultry manure valorized through aerobic fermentation: The AFRODITE process,» *Journal of Environmental Management*, vol. 371, nº 1, p. 123184, December 2024.

[21] A. Cruz, Planificación y gestión de la demanda., IC Editorial, 2020.

[22] C. Vidal, Optimización de cadenas de abastecimiento con base en aplicaciones reales: metodología, alcances, limitaciones y beneficios, Universidad del Valle, 2020.

[23] L. Ruiz, R. Arguedas, M. López, A. Mendieta, J. Navío, E. Pérez y Á. Serafín, «Dirección de recursos empresariales,» Editorial Universitaria Ramón Areces, 2023.

[24] C. Castro, Planeación de la producción, Universidad EAFIT, 2020.

[25] J. Reis, «Exploring Applications and Practical Examples by Streamlining Material Requirements Planning (MRP) with Python,» *Logistics*, vol. 7, nº 4, p. 91, 2023.

[26] A. Shamsuzzoha y T. Jaakkola, «The scope of demand-driven material requirements planning in operative purchasing of a multi-national company: A case study,» *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 1, nº 1, 2024.

[27] C. Ramírez, M. Ramírez y C. Ramírez, Fundamentos de administración - 5ta edición, Ecoe Ediciones, 2022.

[28] H. Pinargote, P. Ávila, T. Cedeño, M. Minaya, R. Minaya y A. Mendoza, Dirección de operaciones, 3Ciencias, 2020.

[29] F. Sabry, Productividad: Dominar la productividad, las estrategias para la eficiencia, el crecimiento y el éxito, España: Mil Millones De Conocimientos, 2024.

[30] J. Pucheu, Gestión de la productividad y el desempeño: Cómo gestionar personas en distintos tipos de procesos y puestos, Ediciones UC, 2021.

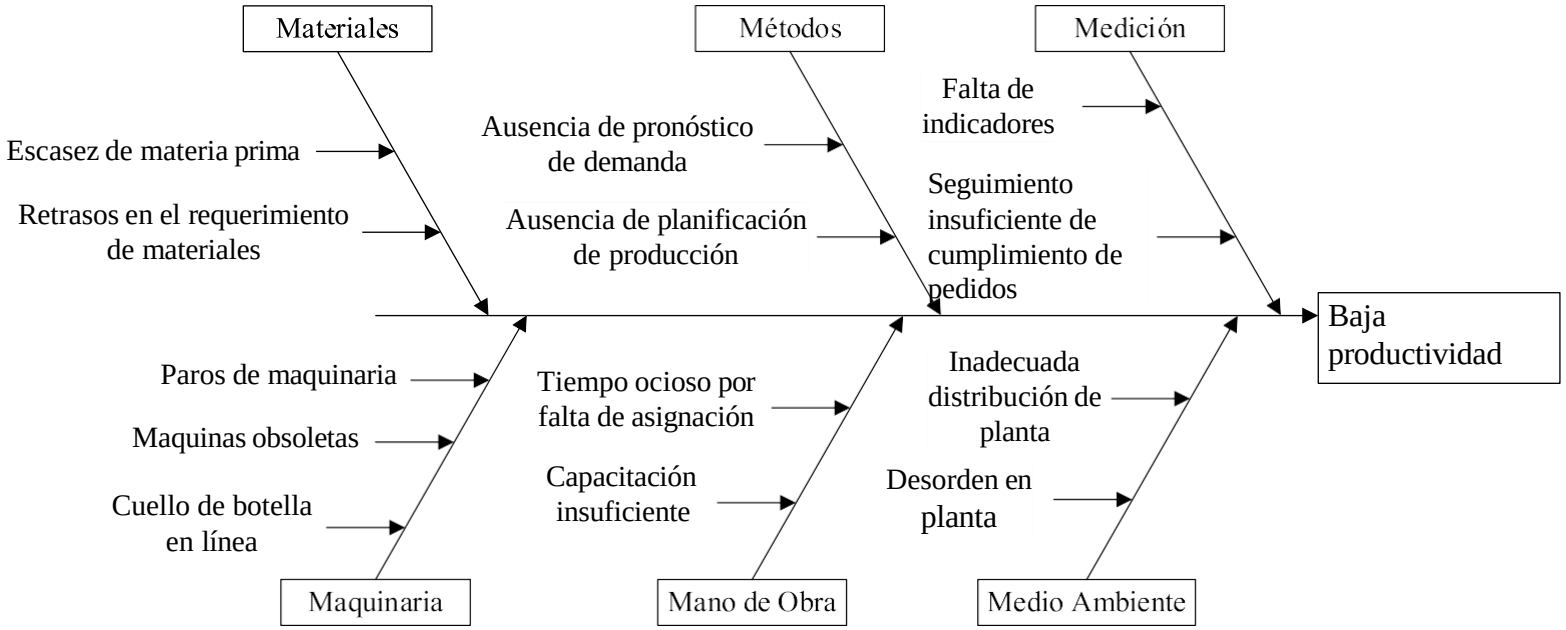
[31] J. Arias, J. Holgado, T. Tafur y M. Vasquez, «Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis,» 2022. [En línea]. Available: https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/22.

[32] R. Hernández y C. Mendoza, Metodologia de la investigación de las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Mexico: Mc Graw Hill, 2021.

[33] P. Vizcaíno, R. Cedeño y I. Maldonado, «Metodología de la investigación científica: guía práctica,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 7, nº 4, pp. 9723-9762, 2023.

Anexos

Anexo 1. *Diagrama de Ishikawa*



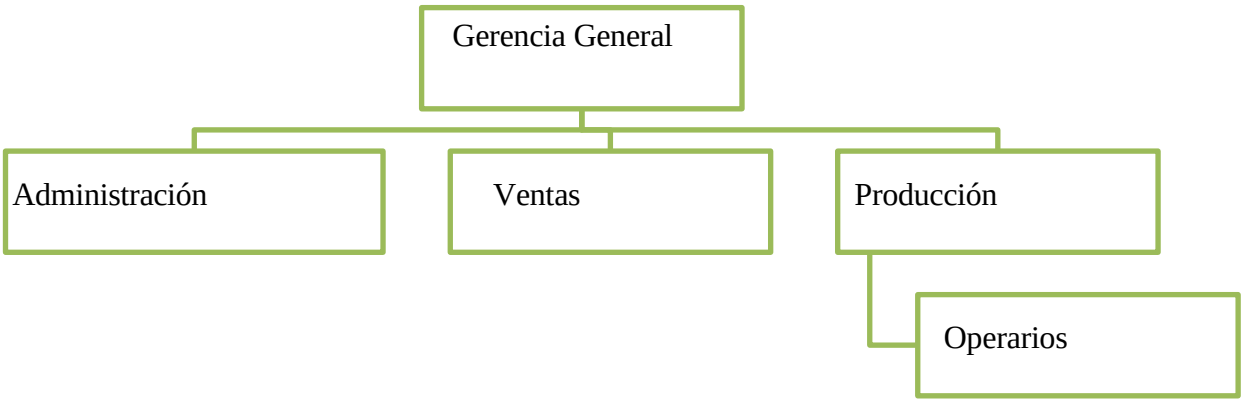
Anexo 2. *Matriz de operacionalización de variables*

Variable independiente	**Dimensión**	**Indicadores**	**Técnicas e instrumentos de recolección de datos**
Propuesta de Planificación y control de la producción	Diseño de planta (Método SLP)	Producción	Análisis de procesos – Ficha de observación
		% actividades improductivas	
	Planificación y control de la producción	Producción	
	Planeación de requerimientos de materiales (MRP)	Pronóstico de la demanda	
		Nivel de servicio	
		Ventas no percibidas	
		Producción	
		Productividad total	
		Productividad hora hombre	
Variable dependiente	**Dimensión**	**Indicadores**	**Técnicas e instrumentos de recolección de datos**
Productividad	Pedidos no atendidos	Pronóstico de la demanda	Análisis de procesos – Ficha de observación
		Nivel de servicio	
		Ventas no percibidas	

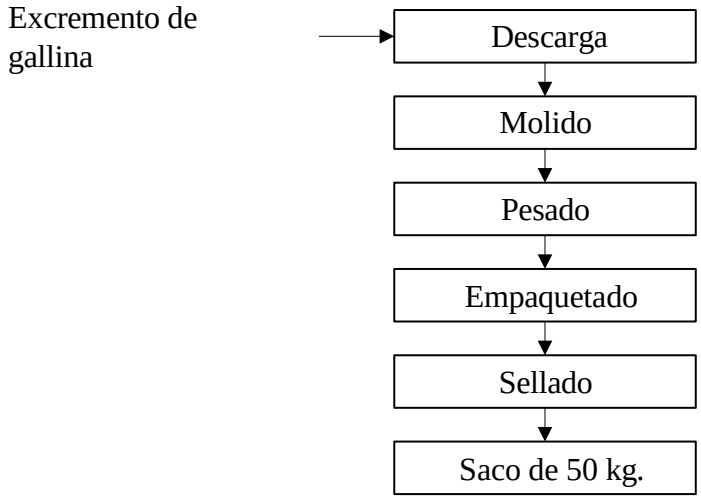
Anexo 3. *Matriz de consistencia*

<table>
<tr><th>Problema</th><th>Objetivo</th><th>Hipótesis</th><th>Variables e indicadores</th><th colspan="2">Metodología</th></tr>
<tr><td rowspan="11">¿Cómo la planificación y control de la producción de la empresa AHM EIRL incrementará la producción?</td><td>Objetivo General</td><td rowspan="11">La implementación de un sistema de planificación y control de la producción en la empresa AHM EIRL incrementará significativamente la productividad al mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos de entrega y aumentar la satisfacción del cliente.</td><td>Variable dependiente</td><td rowspan="2">Metodología de Inv.</td><td rowspan="2">Alcance: Explicativo
Diseño: No experimental
Enfoque: Cuantitativo</td></tr>
<tr><td>Incrementar la productividad mediante la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.</td><td>Productividad</td></tr>
<tr><td>Objetivos específicos</td><td>Indicador</td><td>Tipo de Inv.</td><td>Proyectiva</td></tr>
<tr><td>Diagnosticar la situación actual de la planificación y control de la producción gallinaza en la empresa AHM EIRL.</td><td>Pronóstico de la demanda</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Evaluar las herramientas y/o metodologías a utilizar para el desarrollo de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.</td><td>Ventas no percibidas</td></tr>
<tr><td>Variable independiente</td><td>Población:</td><td>Producción de sacos de 50 kg de gallinaza durante el periodo 2023.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Desarrollar una propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.</td><td rowspan="2">Propuesta de Planificación y control de la producción</td><td rowspan="2">Muestra:</td><td rowspan="2">Muestra censal por lo que estará conformada por la producción de sacos de 50 kg de gallinaza durante el periodo 2023.</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td rowspan="4">Evaluar el costo beneficio de la propuesta de planificación y control de la producción de gallinaza en la empresa AHM EIRL.</td><td>Indicador</td><td>Técnicas de recolección de datos</td><td>Ficha de observación</td></tr>
<tr><td>Producción</td><td>Técnica de Análisis</td><td>Análisis de Procesos</td></tr>
<tr><td>% actividades improductivas</td><td rowspan="4">Procedimientos</td><td>Identificar problemas</td></tr>
<tr><td>Pronóstico de demanda</td><td>Establecen herramientas de recolección de datos</td></tr>
<tr><td>Productividad total</td><td>Procesamiento de datos</td></tr>
<tr><td>Productividad hora-hombre</td><td>Análisis de datos</td></tr>
</table>

Anexo 4. *Estructura organizacional*



Anexo 5. *Diagrama de flujo*



Anexo 6. *Tabla de Mundel*

(A-B)/(A+B)	Serie inicial de		(A-B)/(A+B)	Serie inicial de	
	5	**10**		**5**	**10**
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,3	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,1	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,4	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,2	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,5	296	170

Anexo 7. *Tiempo promedio preliminar*

DESCARGA	1	2	3	4	5	PROMEDIO
Transporte al área de descarga	2.9	3.3	2.8	2.9	3	2.98
Espera de material para descarga	5.5	4.6	4.4	5.2	4.9	4.92
Descarga	45.5	46.6	45.26	43.3	45.5	45.23
MOLIENDA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
Transporte al área de molienda	4.8	4.2	4.3	4.2	4.9	4.48
Molienda e inspección	127	119.89	114.88	109	122.99	118.75
EMPAQUETADO						
Transporte hacia la balanza	4.7	4.4	4.99	5	4.9	4.80
Pesado del producto	20.55	19.5	19.5	20	21.5	20.21
Empaquetado de sacos de 50 kg	44.3	44.45	46.23	44.58	41.44	44.20
SELLADO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
Sellado de sacos de 50 kg	15.55	14.5	14.5	15	15.95	15.10
Transporte hacia almacén de PT	12.55	11.5	11.5	12	12.95	12.10

Anexo 8. *Cálculo de observaciones con Mundel*

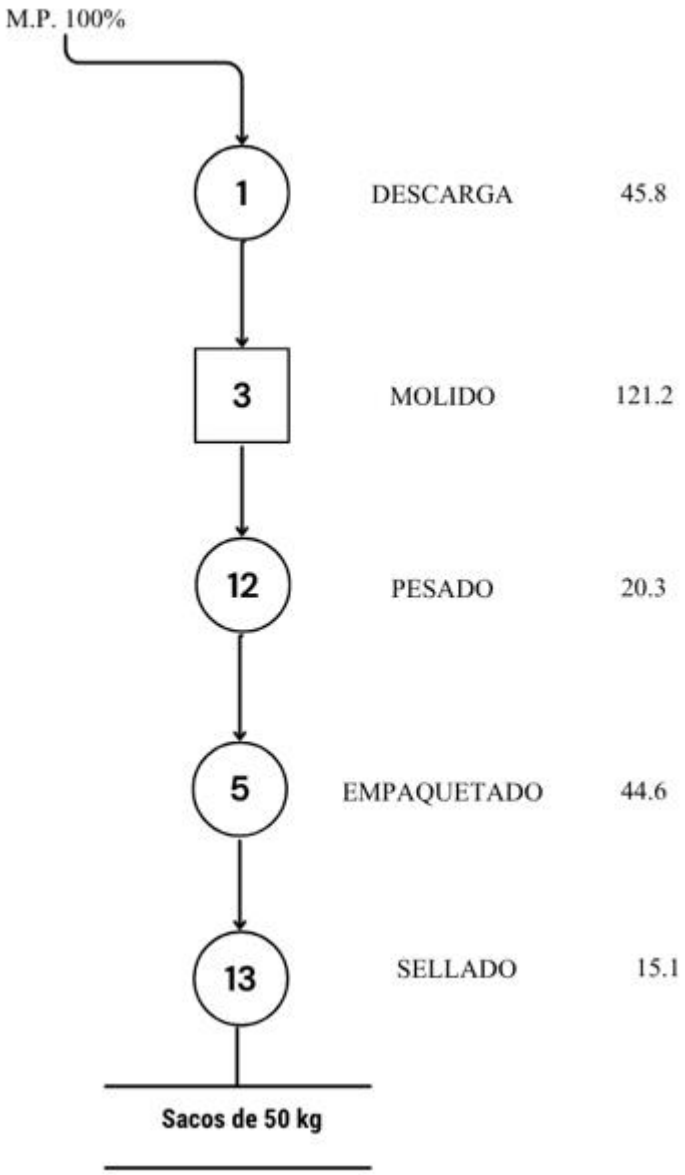
DESCARGA	A (máx.)	B (min)	A-B	A+B	(A-B)/(A+B)	N° observaciones
Transporte al área de descarga	3.3	2.8	0.5	6.1	0.08	6
Espera de material para descarga	5.5	4.4	1.1	9.9	0.11	4
Descarga	46.6	43.3	3.3	89.9	0.04	3
MOLIENDA						
Transporte al área de molienda	4.9	4.2	0.7	9.1	0.08	8
Molienda e inspección	127	109	18	236	0.08	8
EMPAQUETADO						
Transporte hacia la balanza	5	4.4	0.6	9.4	0.06	8
Pesado del producto	21.5	19.5	2	41	0.05	3

Empaquetado de sacos de 50 kg	46.23	41.44	4.79	87.67	0.05	3
SELLADO						
Sellado de sacos de 50 kg	15.95	14.5	1.45	30.45	0.05	3
Transporte hacia almacén de PT	12.95	11.5	1.45	24.45	0.06	4

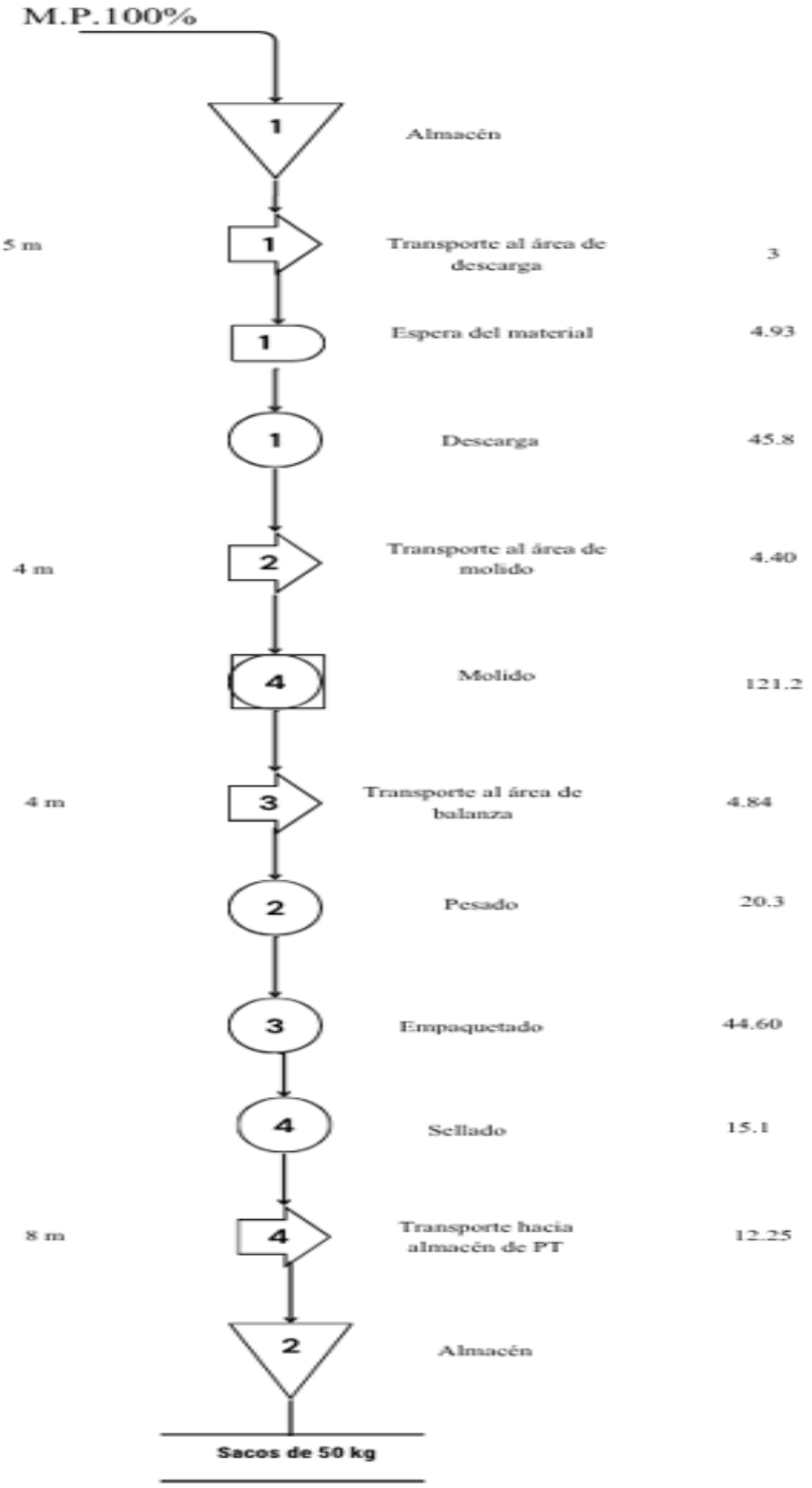
Anexo 9. *Medición de las actividades*

DESCARGA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**PROMEDIO**
Transporte al área de descarga	2.9	3.3	2.8	2.9	3	3.1			**3.00**
Espera de material para descarga	5.5	4.6	4.4	5.2					**4.93**
Descarga	45.5	46.6	45.26						**45.79**
MOLIENDA									
Transporte al área de molienda	4.8	4.2	4.3	4.2	4.9	4.7	4	4.1	**4.40**
Molienda e inspección	109	123	127	119	114.9	127	123	127	**121.24**
EMPAQUETADO									
Transporte hacia la balanza	4.7	4.4	4.99	5	4.9	4.7	4.9	5.1	**4.84**
Pesado del producto	19.5	20	21.5						**20.33**
Empaquetado de sacos de 50 kg	44.4	44	45.4						**44.60**
SELLADO									
Sellado de sacos de 50 kg	14.5	15	15.9						**15.13**
Transporte hacia almacén de	**12.55**	**11.5**	**12.95**	**12**					**12.25**

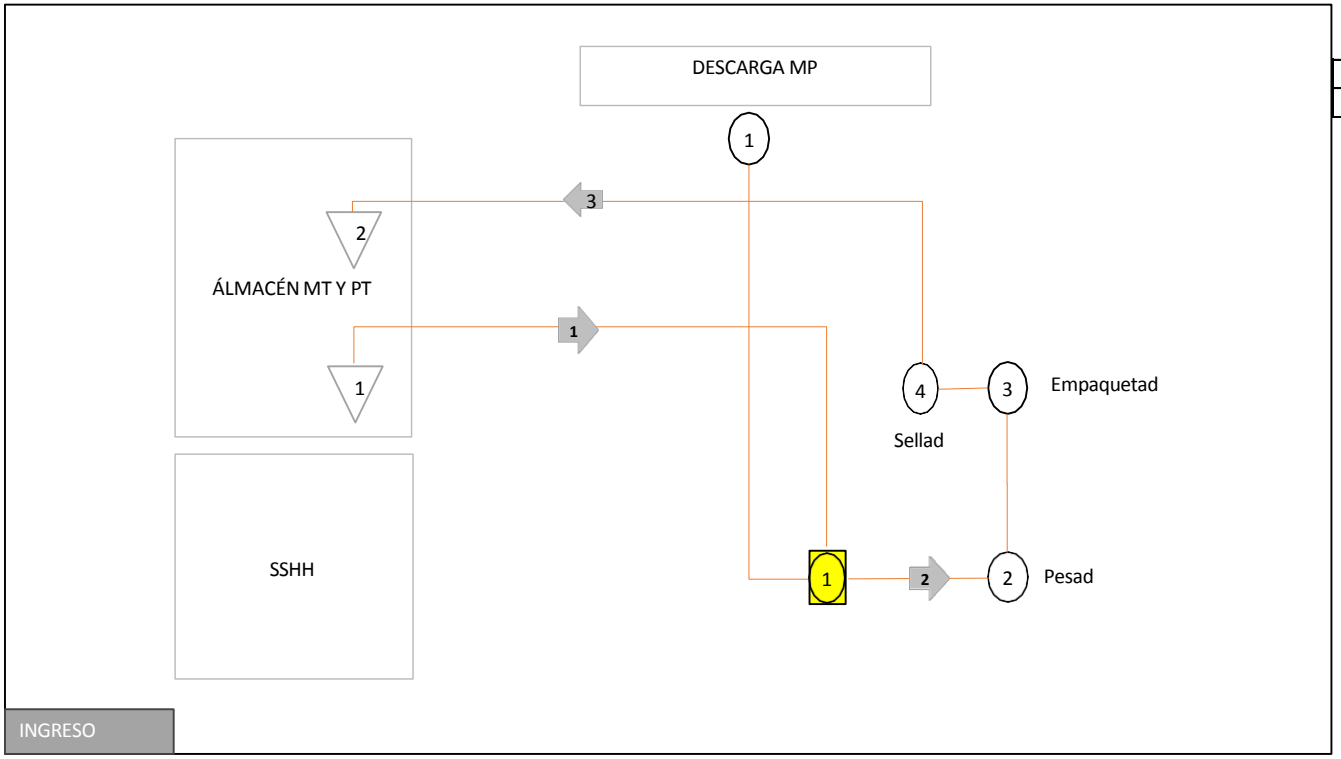
Anexo 10. *Diagrama de operaciones de proceso (DOP***)**



Anexo 11. *Diagrama de actividades de proceso (DAP)*

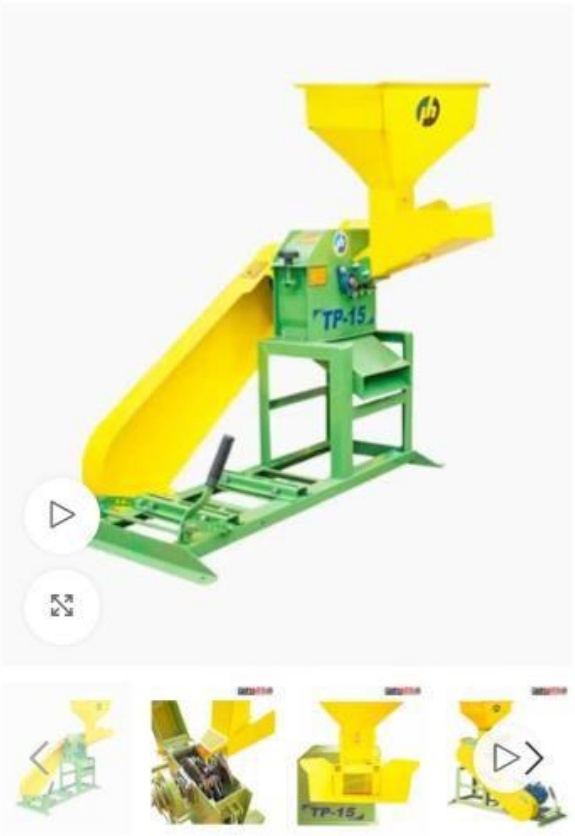


Anexo 12. *Diagrama de recorrido*



TÍTULO	Diagrama de recorrido de la empresa AHM EIRL	
EMPRESA	AHM EIRL	
ÁREA	Producción	Fecha: 10-2024

Anexo 13. *Especificaciones técnicas del molino*



Molino Triturador Picador PENAGOS TP-15

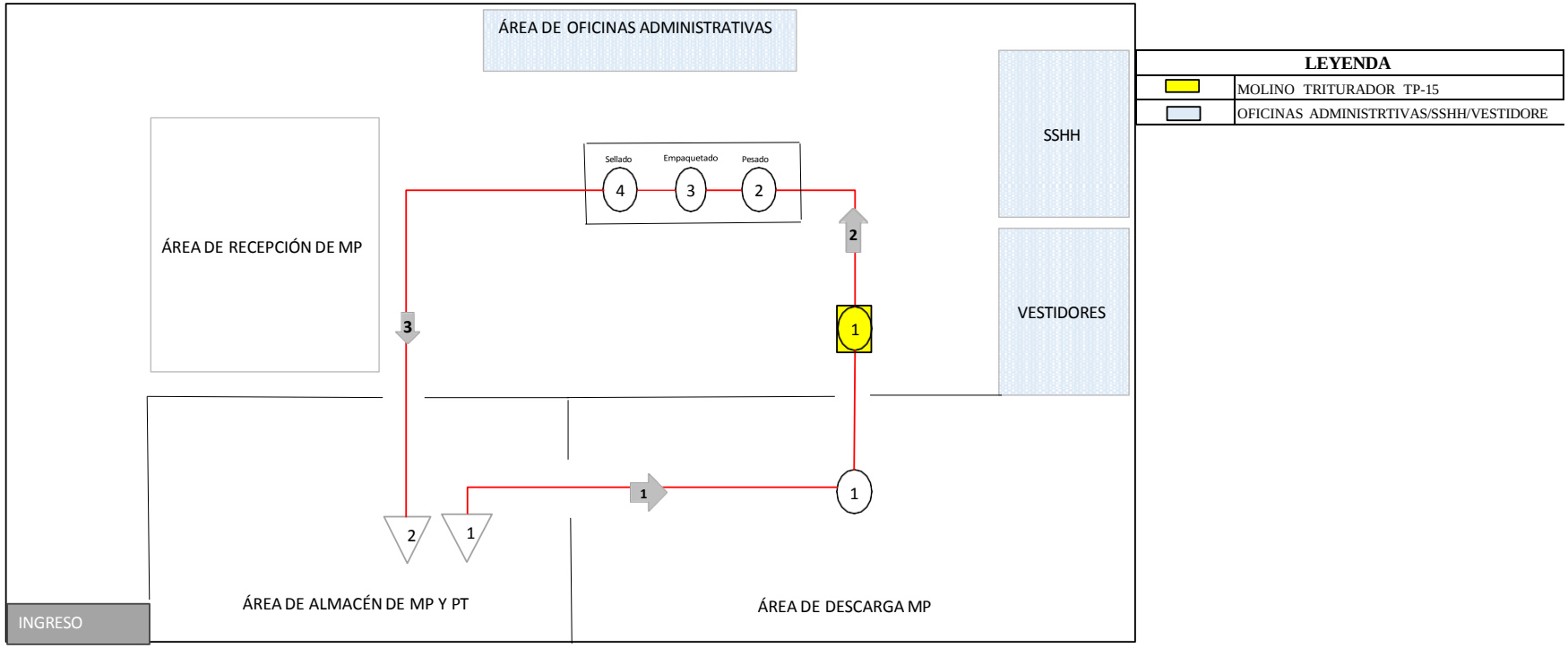
penagos

Molinos Forrajeros

- **Producción desintegrando cereales secos*** 200-700 kg/h
- **Producción picando forrajes** * 1200-1800 kg/h
- **Número de martillos** 15
- **Número de cuchillas** 3
- **Número de contracuchillas** 1
- **Cribas (agujeros en milímetros)** 5 mm, 3 mm, 5 mm, 10 mm y lisa
- **Revoluciones del rotor** 3000 – 3500 rpm
- **Potencia motor eléctrico** 5 – 7.5 H.P
- **Potencia motor gasolina o diésel** 9 – 13 H.P
- **Dimensiones (LxAxH)** 670 x 1150 x 1140 mm.

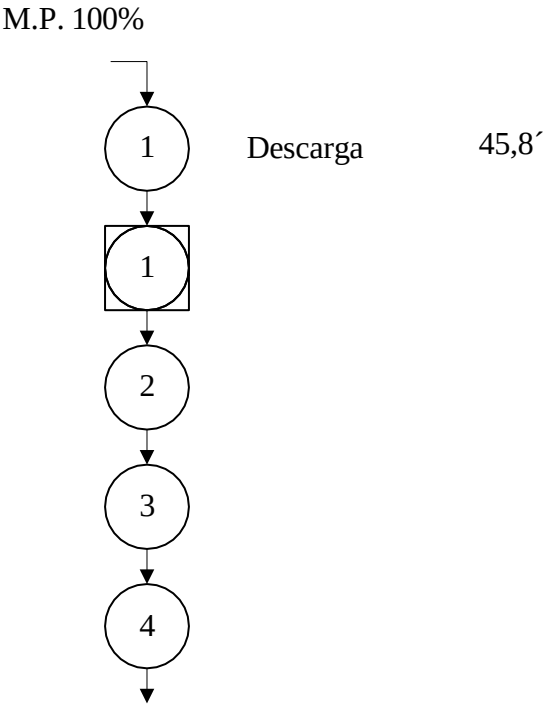
Fuente: Equipmaster [30]

Anexo 14. *Diagrama de recorrido mejorado*



TÍTULO	Diagrama de recorrido mejorado de la empresa AHM EIRL	
EMPRESA	AHM EIRL	
ÁREA	Producción	Fecha: 10-2024

Anexo 15. DOP con nuevo tiempo de molienda



Molienda	33,3´
Pesado	20,3´
Empaquetado	44,7´
Sellado	15,2´

Sacos de 50 kg.

Anexo 16. Tiempo promedio preliminar-transportes propuestos

MOLIENDA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**PROMEDIO**
Transporte al área de DESCARGA	2,2	2,1	2,25	2,24	2,14	2,186
EMPAQUETADO						
Transporte hacia la balanza	3,2	3,42	3,3	3,62	3,52	3,412
SELLADO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
Transporte hacia almacén de PT	10,1	10,5	10,11	10,18	10,21	10,22

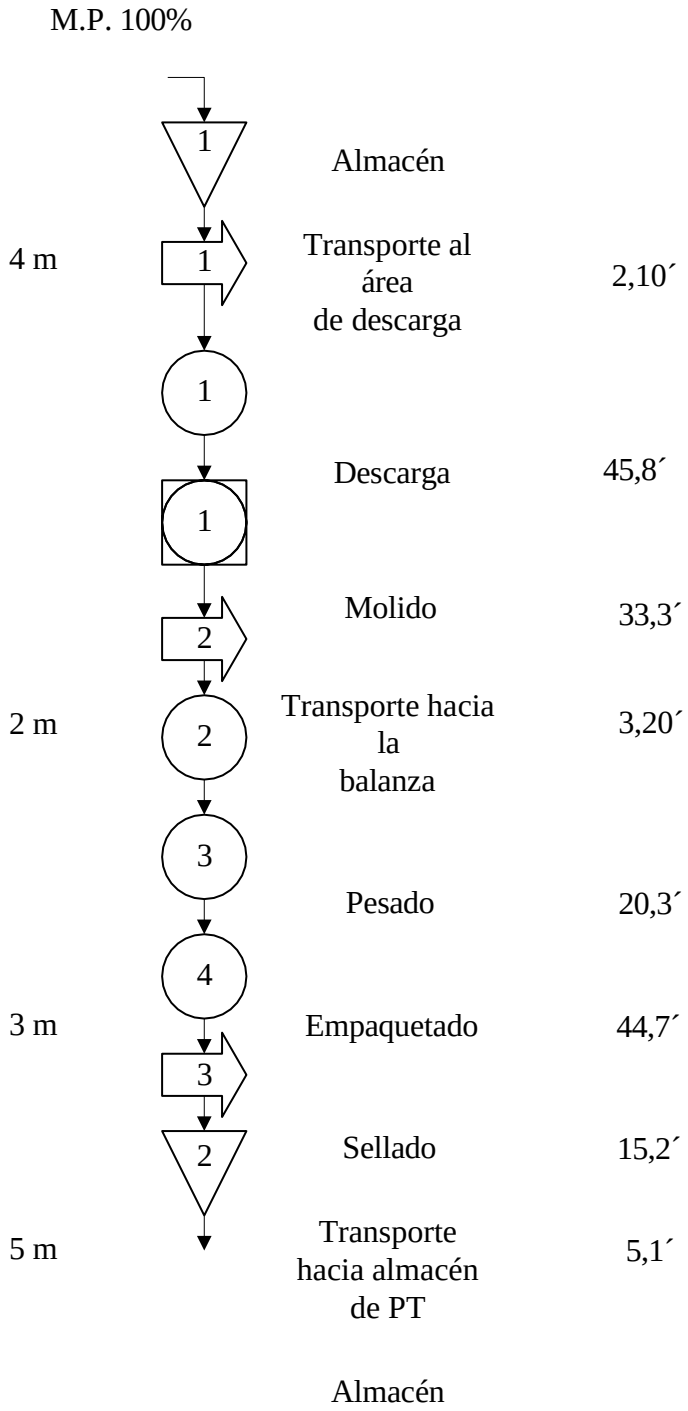
Anexo 17. Calculo observacional con Mundel-transportes propuestos

MOLIENDA	**A (máx.)**	**B (min)**	**A-B**	**A+B**	**(A-B)/(A+B)**	**N° observaciones**
Transporte al área de DESCARGA	2,25	2,1	0,15	4,35	0,03	3
EMPAQUETADO						
Transporte hacia la balanza	3,62	3,2	0,42	6,82	0,06	4
SELLADO						
Transporte hacia almacén de PT	10,5	10,1	0,4	20,6	0,02	3

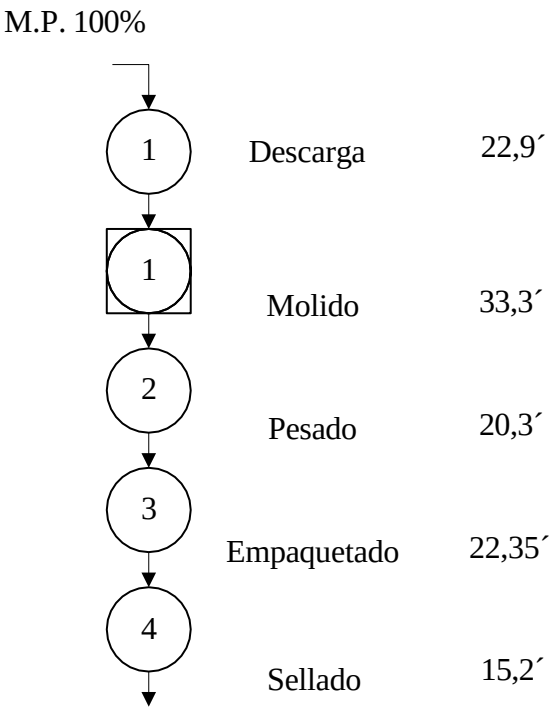
Anexo 18. Medición de actividades-transportes propuestos

MOLIENDA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Nuevos tiempos de transporte**
Transporte al área de DESCARGA	2,01	2,2	2,1			2,10
EMPAQUETADO						
Transporte hacia la balanza	3,01	3,2	3,35	3,24		3,2
SELLADO						
Transporte hacia almacén de PT	10,24	10,3	10,1			10,2

Anexo 19. DAP con nuevos tiempos de molienda y transportes

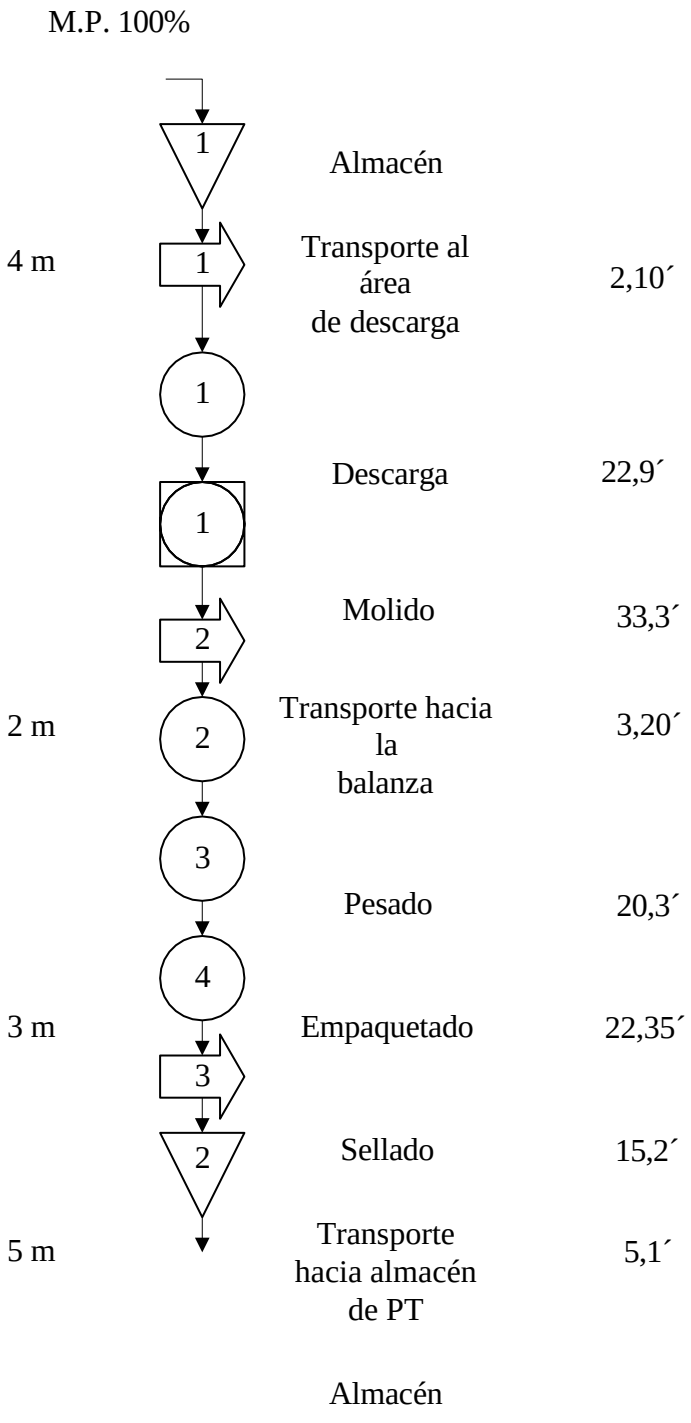


Anexo 20. DOP mejorado



Sacos de 50 kg.

Anexo 21. DAP mejorado



Sacos de 50 kg.

Anexo 22. AHP

Ponderación de los criterios

AHM EIRL			A Criterios			Matriz normalizada			W Ponderacion	AW Mult Matriz	NMAX Vector
			C1	C2	C3						
Criterios	C1	Planificación de la producción	1.00	5.00	9.00	0.762711864	0.714285714	0.818181818	0.765	2.364	3.091
	C2	Eficiencia operativa	0.20	1.00	1.00	0.152542373	0.142857143	0.090909091	0.129	0.388	3.013
	C3	Disponibilidad de recursos críticos	0.11	1.00	1.00	0.084745763	0.142857143	0.090909091	0.106	0.320	3.014
TOTAL			1.31	7.00	11.00	1	1	1	1.000		3.039

IC	0.019
IA	0.66
RC	3%

El Ratio de Consistencia es del 3%, el cual es menor que el 5% (para tres criterios), lo que indica que la matriz de comparación es consistente. El Índice Aleatorio utilizado fue calculado aplicando la fórmula, obteniendo un valor de 0.66. Sin embargo, si se hubiera utilizado el valor de la tabla de Saaty (0.58 para tres criterios), el Ratio de Consistencia seguiría siendo aceptable y no afectaría la validez del análisis.

Ponderación de los Subcriterios del criterio 1

Criterio: Planificación de la producción			A Subcriterios			Matriz normalizada			W Ponderacion	AW Mult Matriz	nmax Vector
			SC1	SC2	SC3						
Subcriterios	SC1	Ausencia del MRP para abastecimiento	1.00	1.00	9.00	0.473684211	0.454545455	0.6	0.509	1.561	3.063
	SC2	Falta de programación semanal de producción (PMP)	1.00	1.00	5.00	0.473684211	0.454545455	0.333333333	0.421	1.280	3.045
	SC3	No se realiza pronóstico de demanda	0.11	0.20	1.00	0.052631579	0.090909091	0.066666667	0.070	0.211	3.008
TOTAL			2.11	2.20	15.00	1	1	1	1.000		3.039

IC	0.019
IA	0.66
RC	3%

El Ratio de Consistencia es del 3%, lo que confirma que la matriz de comparación es totalmente consistente. Dado que el Índice Aleatorio (IA) es 0(Con formula y Tabla de saaty)

Ponderación de los Subcriterios del criterio 2

Criterio: Eficiencia operativa			A Subcriterios		Matriz normalizada		W Ponderacion	AW Mult Matriz	NMAX Vector
			SC1	SC2					
Subcriterios	SC1	Cuello de botella en molienda	1.00	5.00	0.8333	0.833333333	0.833	1.667	2.000
	SC2	Actividades improductivas	0.20	1.00	0.1667	0.166666667	0.167	0.333	2.000
TOTAL			1.20	6.00	1	1	1.000		2.010

IC	0.010
IA	0
RC	0%

Ponderación de los Subcriterios del criterio 3

Criterio: Disponibilidad de recursos críticos			A Subcriterios		Matriz normalizada		W Ponderacion	AW Mult Matriz	NMAX Vector
			SC1	SC2					
Subc	SC1	Falta de mantenimiento preventivo	1.00	5.00	0.8333	0.833333333	0.833	1.667	2.000
	SC2	Distribución de planta ineficiente	0.20	1.00	0.1667	0.166666667	0.167	0.333	2.000
TOTAL			1.20	6.00	1	1	1.000		2.010

IC	0.010
IA	0
RC	0%

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 1 del criterio 1

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderacion	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	0.20	1.00	1.00	0.125	0.107142857	0.181818182	0.14286	0.139	0.573	4.117
	P2	JIT	5.00	1.00	3.00	3.00	0.625	0.535714286	0.545454545	0.42857	0.534	2.211	4.143
	P3	MRP	1.00	0.33	1.00	2.00	0.125	0.178571429	0.181818182	0.28571	0.193	0.779	4.039
	P4	SLP	1.00	0.33	0.50	1.00	0.125	0.178571429	0.090909091	0.14286	0.134	0.548	4.078
TOTAL			8.00	1.87	5.50	7.00	1	1	1	1	1.000		4.094

IC	0.031
IA	0.99
RC	3.2%

La matriz de comparación es consistente con un RC de 3.2% (menor al 10%), lo que valida la coherencia de los juicios. JIT (0.534) es la alternativa más relevante, mientras que MRP (0.193) le sigue .

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 2 del criterio 1

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	0.20	1.00	1.00	0.125	0.107142857	0.181818182	0.14286	0.139	0.573	4.117
	P2	JIT	5.00	1.00	3.00	3.00	0.625	0.535714286	0.545454545	0.42857	0.534	2.211	4.143
	P3	MRP	1.00	0.33	1.00	2.00	0.125	0.178571429	0.181818182	0.28571	0.193	0.779	4.039
	P4	SLP	1.00	0.33	0.50	1.00	0.125	0.178571429	0.090909091	0.14286	0.134	0.548	4.078
TOTAL			8.00	1.87	5.50	7.00	1	1	1	1	1.000		4.094

IC	0.031
IA	0.99
RC	3.2%

La matriz de comparación es consistente con un RC de 3.2% (menor al 10%), lo que valida la coherencia de los juicios. JIT (0.534) es la alternativa más relevante, mientras que MRP (0.193) le sigue .

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 3 del criterio 1

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	1.00	9.00	5.00	0.432692308	0.378378378	0.409090909	0.60976	0.457	1.969	4.304
	P2	JIT	1.00	1.00	7.00	2.00	0.432692308	0.378378378	0.318181818	0.2439	0.343	1.414	4.120
	P3	MRP	0.11	0.14	1.00	0.20	0.048076923	0.054054054	0.045454545	0.02439	0.043	0.174	4.050
	P4	SLP	0.20	0.50	5.00	1.00	0.086538462	0.189189189	0.227272727	0.12195	0.156	0.634	4.060
TOTAL			2.31	2.64	22.00	8.20	1	1	1	1	1.000		4.133

IC	0.044
IA	0.99
RC	4.5%

Falta de mantenimiento preventivo tiene un RC de 4.5%, lo que confirma su consistencia. TOC (0.457) es la alternativa más relevante, mientras que JIT (0.343) le sigue en cuanto Impacto

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 1 del criterio 2

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	1.00	0.20	5.00	0.138888889	0.138888889	0.132352941	0.25	0.165	0.679	4.114
	P2	JIT	1.00	1.00	0.20	5.00	0.138888889	0.138888889	0.132352941	0.25	0.165	0.679	4.114
	P3	MRP	5.00	5.00	1.00	9.00	0.694444444	0.694444444	0.661764706	0.45	0.625	2.678	4.284
	P4	SLP	0.20	0.20	0.11	1.00	0.027777778	0.027777778	0.073529412	0.05	0.045	0.180	4.026
TOTAL			7.20	7.20	1.51	20.00	1	1	1	1	1.000		4.135

IC	0.045
IA	0.99
RC	4.5%

Descoordinación entre las áreas de producción y almacenamiento tiene un RC de 4.5%, lo que indica coherencia en los juicios. MRP (0.625) es la alternativa más relevante, mientras que TOC y JIT (0.165) le sigue en cuanto Impacto

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 2 del criterio 2

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	0.20	0.11	1.00	0.0625	0.03125	0.078125	0.0625	0.059	0.236	4.024
	P2	JIT	5.00	1.00	0.20	5.00	0.3125	0.15625	0.140625	0.3125	0.230	0.947	4.108
	P3	MRP	9.00	5.00	1.00	9.00	0.5625	0.78125	0.703125	0.5625	0.652	2.859	4.383
	P4	SLP	1.00	0.20	0.11	1.00	0.0625	0.03125	0.078125	0.0625	0.059	0.236	4.024
TOTAL			16.00	6.40	1.42	16.00	1	1	1	1	1.000		4.135

IC	0.045
IA	0.99
RC	0.045

Programación ineficiente de lotes de producción tiene un RC de 4.5%, lo que indica consistencia en los juicios. El MRP (0.652) es la alternativa con mayor Impacto, mientras que JIT (0.230) le sigue en cuanto relevancia

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 1 del criterio 3

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	5.00	9.00	5.00	0.661764706	0.666666667	0.75	0.55556	0.658	2.767	4.202
	P2	JIT	0.20	1.00	1.00	2.00	0.132352941	0.133333333	0.083333333	0.22222	0.143	0.572	4.002
	P3	MRP	0.11	1.00	1.00	1.00	0.073529412	0.133333333	0.083333333	0.11111	0.100	0.415	4.133
	P4	SLP	0.20	0.50	1.00	1.00	0.132352941	0.066666667	0.083333333	0.11111	0.098	0.402	4.085
TOTAL			1.51	7.50	12.00	9.00	1	1	1	1	1.000		4.106

IC	0.035
IA	0.99
RC	3.6%

Falta de inspecciones y mantenimiento planificado tiene un RC de 4.5%, lo que indica consistencia en los juicios. TOC (0.658) es la alternativa con mayor Impacto, mientras que JIT (0.143) le sigue en cuanto relevancia

Ponderación de los problemas con respecto al subcriterio 2 del criterio 3

			Problemas				Matriz normalizada				Ponderación	Mult Matriz	Vector
			P1	P2	P3	P4							
Problemas	P1	TOC	1.00	1.00	0.20	3.00	0.136363636	0.125	0.12962963	0.25	0.160	0.666	4.153
	P2	JIT	1.00	1.00	0.20	1.00	0.136363636	0.125	0.12962963	0.08333	0.119	0.492	4.152
	P3	MRP	5.00	5.00	1.00	7.00	0.681818182	0.625	0.648148148	0.58333	0.635	2.635	4.152
	P4	SLP	0.33	1.00	0.14	1.00	0.045454545	0.125	0.092592593	0.08333	0.087	0.349	4.033
TOTAL			7.33	8.00	1.54	12.00	1	1	1	1	1.000		4.123

IC	0.041
IA	0.99
RC	4.1%

Mejora de la disponibilidad de equipos tiene un RC de 4.1%, lo que indica consistencia en los juicios. El MRP (0.635) es la alternativa con mayor Impacto, mientras que TOC (0.160) le sigue en cuanto relevancia

Cálculo de los criterios Globales

Criterio 1: Planificación de la producción			Subcriterios		
			SC1	SC2	SC3
Problemas	P1	TOC	0.139	0.139	0.457
	P2	JIT	0.534	0.534	0.343
	P3	MRP	0.193	0.193	0.043
	P4	SLP	0.134	0.134	0.156

X

		Criterio 1
SC1	Ausencia del MRP para abastecimiento	0.509
SC2	Falta de programación semanal de producción (PMP)	0.421
SC3	No se realiza pronóstico de demanda	0.070

=

	Criterio 1
P1	0.16150578
P2	0.52034416
P3	0.18228088
P4	0.13586917

En Criterio 1: Planificación de la producción, JIT(0.52) es la alternativa con mayor peso.

Criterio 2: Eficiencia operativa			Subcriterios	
			SC1	SC2
Problemas	P1	TOC	0.165	0.059
	P2	JIT	0.165	0.230
	P3	MRP	0.625	0.652
	P4	SLP	0.045	0.059

X

		Criterio 2
SC1	Cuello de botella en molienda	0.833
SC2	Actividades improductivas	0.167

=

	Criterio 2
P1	0.14729286
P2	0.17593869
P3	0.62969346
P4	0.04707499

En Criterio 2: Eficiencia operativa, MRP (0.6297) tiene la mayor relevancia.

Criterio 3: Disponibilidad de recursos críticos			Subcriterios	
			SC1	SC2
Problemas	P1	TOC	0.658	0.160
	P2	JIT	0.143	0.119
	P3	MRP	0.100	0.635
	P4	SLP	0.098	0.087

X

		Criterio 3
SC1	Falta de mantenimiento preventivo	0.833
SC2	Distribución de planta ineficiente	0.167

=

	Criterio 3
P1	0.57545533
P2	0.13877232
P3	0.18936815
P4	0.0964042

En Criterio 3: Disponibilidad de recursos críticos, TOC(0.575) es la alternativa más significativo.

Cálculo de la ponderación Global

SEM INGENIEROS			Criterios		
			C1	C2	C3
Problemas	P1	TOC	0.16151	0.147292858	0.5755
	P2	JIT	0.52034	0.175938691	0.1388
	P3	MRP	0.18228	0.629693457	0.1894
	P4	SLP	0.13587	0.047074993	0.0964

X

		Meta Global
C1	Planificación de la producción	0.765
C2	Eficiencia operativa	0.129
C3	Disponibilidad de recursos críticos	0.106

=

	Meta Global
P1	0.20362489
P2	0.43548349
P3	0.24064643
P4	0.12024517

FORMULAS AHP	
Indice de consistencia	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
Indice de aleatoriedad	$IA = 1{,}98^{*}(n-2)/n$
Ratio de consistencia	$RC = \frac{IC}{IA}$

Valores para los criterios

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

% Para el Ratio de consistencia

Tamaño de la matriz	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Indice aleatorio

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indice aleatorio	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Anexo 23. Cuentas por cobrar y pagar

POLITICA DE VENTAS

	CONTADO	A 30 DIAS	A 60 DIAS
Politica de Ventas	60%	40%	

CUENTAS POR COBRAR 1 AÑO													
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***1 AÑO***
		150656.07	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	*150656.07*	***1807872.80***
INGRESO DE EFECTIVO		**90393.64**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**150656.07**	**1747610.37**
CONTADO		90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	90394	**1084724**
A 30 DIAS			60262	60262	60262	60262	60262	60262	60262	60262	60262	60262	60262	**662887**
A 60 DIAS														

CUENTAS POR COBRAR 2 AÑO													
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***2 AÑO***
		155175.75	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	*155175.75*	***1862108.98***
INGRESO DE EFECTIVO		**153367.88**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**155175.75**	**1860301.11**
CONTADO		93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	93105	**1117265**
A 30 DIAS			62070	62070	62070	62070	62070	62070	62070	62070	62070	62070	62070	**682773**
A 60 DIAS														

DEL AÑO ANTERIOR		60262												

CUENTAS POR COBRAR 3 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***3 AÑO***
		159831.00	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	*159831.00*	***1917971.97***
INGRESO DE EFECTIVO		**157968.90**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**159831.00**	**1916109.87**
CONTADO		95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	95899	**1150783**
A 30 DIAS			63932	63932	63932	63932	63932	63932	63932	63932	63932	63932	63932	**703256**
A 60 DIAS														
DEL AÑO ANTERIOR		62070												

CUENTAS POR COBRAR 4 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***4 AÑO***
		164625.96	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	*164625.96*	***1975511.55***
INGRESO DE EFECTIVO		**162707.98**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**164625.96**	**1973593.57**
CONTADO		98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	98776	**1185307**
A 30 DIAS			65850	65850	65850	65850	65850	65850	65850	65850	65850	65850	65850	**724354**
A 60 DIAS														
DEL AÑO ANTERIOR		63932												

CUENTAS POR COBRAR 5 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***5 AÑO***

		169564.74	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***169564.74***	***2034776.87***
INGRESO DE EFECTIVO		**167589.23**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**169564.74**	**2032801.36**
CONTADO		101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	101739	**1220866**
A 30 DIAS			67826	67826	67826	67826	67826	67826	67826	67826	67826	67826	67826	**746085**
A 60 DIAS														
DEL AÑO ANTERIOR		65850												

INGRESOS POR VENTAS			
Año	**Contado**	**Credito**	**Total**
1 Año	1747610	662887	**2410497.07**
2 Año	888300	603112	**1860301.11**
3 Año	1159431	757891	**1916109.87**
4 Año	2205000	1411913	**1973593.57**
5 Año	2412950	1597081	**2032801.36**

POLITICA DE COMPRAS

	CONTADO	A 30 DIAS	A 60 DIAS
Pago de Costos Variables	100%		
pago de Costos Fijos	100%		

CUENTAS POR PAGAR 1 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***1 AÑO***
SALIDA DE EFECTIVO		**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**141806.17**	**1701674.09**
COSTOS FIJOS		**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**857154.09**
CONTADO		71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	857154
A 30 DIAS														
A 60 DIAS														
COSTOS VARIABLES		**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**70376.67**	**844520.00**
CONTADO		70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	70377	844520.00
30 DIAS														
60DIAS														

CUENTAS POR PAGAR 2 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***2 AÑO***
SALIDA DE EFECTIVO		**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**147309.67**	**1767716.09**
COSTOS FIJOS		**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**857154.09**
CONTADO		71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	857154
A 30 DIAS														
A 60 DIAS														
COSTOS VARIABLES		**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**75880.17**	**910562.00**
CONTADO		75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	75880	910562.00
30 DIAS														
60DIAS														

CUENTAS POR PAGAR 3 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***3 AÑO***
SALIDA DE EFECTIVO		**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**153363.52**	**1840362.29**
COSTOS FIJOS		**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**857154.09**
CONTADO		71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	857154
A 30 DIAS														
A 60 DIAS														
COSTOS VARIABLES		**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**81934.02**	**983208.20**

CONTADO		81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	81934	983208.20
30 DIAS														
60DIAS														

CUENTAS POR PAGAR 4 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***4 AÑO***
SALIDA DE EFECTIVO		**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**160022.76**	**1920273.11**
COSTOS FIJOS		**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**857154.09**
CONTADO		71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	857154
A 30 DIAS														
A 60 DIAS														
COSTOS VARIABLES		**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**88593.25**	**1063119.02**
CONTADO		88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	88593	1063119.02
30 DIAS														
60DIAS														

CUENTAS POR PAGAR 5 AÑO														
Descripcion	***Pre Oper.***	***Mes 1 ($)***	***Mes 2 ($)***	***Mes 3 ($)***	***Mes 4 ($)***	***Mes 5 ($)***	***Mes 6 ($)***	***Mes 7 ($)***	***Mes 8 ($)***	***Mes 9 ($)***	***Mes 10 ($)***	***Mes 11 ($)***	***Mes 12 ($)***	***5 AÑO***
SALIDA DE EFECTIVO		**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**167347.92**	**2008175.01**

COSTOS FIJOS		**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**71429.51**	**857154.09**
CONTADO		71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	71430	857154
A 30 DIAS														
A 60 DIAS														
COSTOS VARIABLES		**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**95918.41**	**1151020.92**
CONTADO		95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	95918	1151020.92
30 DIAS														
60DIAS														

Anexo 24. Plan de capacitación

Objetivo de la capacitación

Fortalecer las competencias del personal operativo y administrativo para la correcta ejecución del nuevo proceso de planificación y control de la producción de gallinaza, garantizando la reducción del cuello de botella, el abastecimiento oportuno y el incremento de la productividad en AHM EIRL.

Objetivos específicos

- Comprender el nuevo flujo operativo del proceso de producción
- Aplicar el Plan Maestro de Producción (PMP) semanal establecido
- Gestionar oportunamente el abastecimiento de materia prima mediante MRP
- Registrar y monitorear indicadores operativos en Excel
- Reducir tiempos improductivos y retrasos en la cadena productiva

Estructura curricular del programa

Módulo	Título	Contenido técnico detallado	Duración
M1	Planificación y Control de la Producción (PCP)	- Pronóstico de la demanda 2025 - Elaboración del Plan Agregado de Producción - Configuración del PMP semanal - Aplicación del MRP (cálculo de requerimientos MP/insumos) - Gestión del inventario y abastecimiento continuo - Simulación con datos reales de AHM	4 h
M2	Gestión del cuello de botella (TOC) aplicada al proceso	- Identificación de la restricción: molino - Balanceo de operaciones para flujo continuo	4 h

		- Tiempos estándar y control visual del proceso - Prioridad de carga y asignación de mano de obra - Procedimiento de mantenimiento autónomo del molino - Estrategias para reducir esperas y acumulaciones	
M3	Control de indicadores e informes operativos	- Registro de producción diaria por lote y horas efectivas - Productividad mano de obra y maquinaria - Nivel de servicio, capacidad ociosa y eficiencia económica - Análisis semanal del desempeño vs metas - Elaboración de reportes para la gerencia en Excel	4 h

Metodología de enseñanza

- Demostración in situ con maquinaria real
- Capacitación práctica durante la jornada laboral
- Microlearning por estaciones de trabajo
- Supervisión y corrección directa del desempeño
- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Retroalimentación inmediata en piso de planta

Cronograma

Semana	Actividad	Responsable	Evidencias
1	Módulo 1 (PCP – PMP y MRP)	Jefe del proyecto	Formatos PCP completados
1	Módulo 2 (Gestión del cuello de botella)	Maquinista + Supervisor	Listado de tiempos estándar
2	Módulo 3 (Control de indicadores)	Jefe del proyecto	Dashboard operativo

El plan de capacitación garantiza la sostenibilidad de la propuesta de mejora, asegurando que el personal ejecute el proceso productivo con dominio técnico, reduzca tiempos improductivos, disminuya los pedidos no atendidos y eleve la productividad, contribuyendo a la competitividad de AHM EIRL en el mercado regional de fertilizantes orgánicos

Encuesta de evaluación de la capacitación

Aspectos a evaluar	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo
Método			
1. ¿La información impartida sobre el proceso de planificación y control de producción fue clara y comprensible?			
2. ¿Los términos relacionados al PMP, MRP y control de procesos fueron explicados adecuadamente?			
3. ¿Las actividades prácticas facilitaron la comprensión del nuevo flujo de trabajo?			
4. ¿El material mostrado (hojas de Excel, flujogramas, instrucciones) ayudó a entender las mejoras en el proceso?			
5. ¿La capacitación se integró adecuadamente a sus labores diarias sin afectar la operación?			
Exposición			
6. ¿El tiempo destinado a la capacitación fue suficiente para comprender los temas?			
7. ¿El capacitador respondió correctamente sus preguntas o dudas sobre el proceso?			
8. ¿Se sintió motivado a aplicar lo aprendido en la mejora del proceso?			
9. ¿La forma de enseñanza			

permitió identificar los errores que afectan la productividad?	
Resultados	
10. ¿Considera que la capacitación le ayudó a ejecutar mejor su labor en el sistema propuesto?	
11. ¿Se siente capaz de registrar y controlar indicadores usando Excel?	
12. ¿Esta capacitación contribuirá a mejorar los tiempos de producción y cumplimiento de pedidos?	
Opinión global	
13. ¿Recomendaría que este tipo de capacitaciones continúe para mantener la eficiencia del proceso?	

Anexo 25. Plan de mantenimiento de maquinaria

Objetivo del plan

Establecer un plan de mantenimiento estructurado para los equipos involucrados en el proceso de producción de gallinaza en AHM EIRL, con la finalidad de incrementar la disponibilidad operativa, reducir fallas no programadas y mejorar la continuidad del proceso productivo, contribuyendo al incremento de la productividad del sistema.

Enfoque del mantenimiento

El plan se basa en un enfoque de mantenimiento preventivo planificado, complementado con mantenimiento correctivo controlado, orientado a evitar fallas en los equipos críticos, especialmente en el molino, identificado como cuello de botella del sistema productivo.

Identificación de equipos críticos

A partir del análisis del proceso y del DAP, se identificaron los siguientes equipos:

Equipo	Nivel de criticidad	Justificación
Molino	Alta	Limita la capacidad productiva (cuello de botella)
Faja transportadora	Media	Interviene en el flujo continuo
Excavadora	Media	Abastecimiento de materia prima

Programación del mantenimiento

Se establece la siguiente programación:

Tipo de mantenimiento	Frecuencia	Descripción técnica
Inspección operativa	Diario	Verificación de condiciones anormales (ruido, vibración, temperatura)
Mantenimiento preventivo básico	Semanal	Lubricación, ajuste de componentes mecánicos
Mantenimiento preventivo técnico	Mensual	Revisión de elementos críticos (desgaste, alineación, sistema mecánico)
Mantenimiento correctivo	Eventual	Intervención ante fallas no previstas

Procedimientos de mantenimiento por equipo

- **Molino**

Inspección de sistema de trituración

Verificación de desgaste de componentes

Control de vibraciones

Lubricación de partes móviles

Limpieza de residuos acumulados

- **Faja transportadora**

Verificación de alineación

Revisión de rodillos y poleas

Control de tensión de banda

- **Excavadora**

Revisión del sistema hidráulico

Control de niveles de aceite

Inspección de mangueras y conexiones

Responsables

Actividad	Responsable
Inspección diaria	Operarios
Supervisión	Jefe de producción
Mantenimiento técnico	Personal especializado

La implementación del presente plan de mantenimiento tiene un impacto directo en la mejora de la productividad, dado que incrementa la disponibilidad de la maquinaria, especialmente del molino, lo cual permite:

- ✓ Reducir tiempos de parada no programados
- ✓ Incrementar el número de ciclos productivos diarios
- ✓ Mejorar el throughput del sistema
- ✓ En términos de productividad:

$$P = \frac{output}{Tiempo\ efectivo}$$

Al incrementarse el tiempo efectivo de operación, se incrementa el output sin necesidad de aumentar recursos, lo cual explica el aumento observado en la productividad de maquinaria y mano de obra.