

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de ingeniería industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE UN MOLINO DE ALIMENTO BALANCEADO, TRUJILLO 2020”

Tesis para optar el título
profesional de

Ingeniero industrial

Autores:

Samuel Oswaldo Iparraguirre Celis
Nathaly Yulissa Asuncion Lucar
Romero

Asesor:

Mg. Ing. Mario Alfaro Cabello

DEDICATORIA

A DIOS:

Por guiarme día a día, ser mi fuente de inspiración y fortaleza para superar cualquier obstáculo.

A MIS PADRES: GERARDO Y CAROLA

Por el apoyo y amor incondicional durante toda esta larga y satisfactoria travesía.

A MIS HERMANOS:

Por acompañarme en todos estos años, alentándome a seguir adelante con el cumplimiento de mis metas.

Samuel Iparraguirre Celis

A mis padres y hermana por su confianza, apoyo y comprensión en todo momento.

A mi familia, por su apoyo y consejos que, a pesar de la distancia, han contribuido enormemente en mi formación académica.

Nathaly Lúcar Romero

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a mis experiencias, investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

Samuel Iparraguirre Celis

En primer lugar, mi agradecimiento a Dios por cada día de vida, salud, por forjar mi camino y permitirme aprender día a día de mis errores.

Agradezco a mis padres por su paciencia y constante motivación para alcanzar mis metas.

Agradezco a mis formadores, por su paciencia, guía y conocimientos brindados durante esta etapa.

Nathaly Lúcar Romero

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN	VII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.1.1. Antecedentes.....	6
1.1.2. Bases Teóricas	9
1.1.3. Definición de Términos	30
1.2. Formulación del problema	32
1.3. Objetivos.....	32
1.3.1. Objetivo general	32
1.3.2. Objetivos específicos.....	32
1.4. Hipótesis	32
1.5. Variables	33
1.6. Aspectos éticos	33
1.7. Operacionalización de variables	35
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	36
2.1. Tipo de investigación	36
2.2. Población y Muestra	36
2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	38
2.5. Procedimiento.....	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS	84
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	88
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de análisis de defectos en un calzado	12
Tabla 2. Operacionalización de variables	35
Tabla 3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	36
Tabla 4. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	38
Tabla 5. Priorización por impacto económico	48
Tabla 6. Matriz de indicadores	49
Tabla 7. Características nutricionales del alimento balanceado para ponedoras	51
Tabla 8. Tiempos estándar de operaciones	51
Tabla 9. Asignación actual del transporte del alimento balanceado	52
Tabla 10. Fórmula actual alimento Crecimiento	54
Tabla 11. Fórmula actual alimento Desarrollo	56
Tabla 12. Fórmula actual alimento Pre-Postura	58
Tabla 13. Fórmula actual alimento Postura	60
Tabla 14. Fórmula actual alimento Final.....	62
Tabla 15. Asignación actual del personal en el molino	64
Tabla 16. Costo actual del transporte de los pedidos.....	65
Tabla 17. Solver optimización Alimento Inicio	68
Tabla 18. Solver optimización Alimento Crecimiento	69
Tabla 19. Solver optimización Alimento Desarrollo	70
Tabla 20. Solver optimización Alimento Pre-Postura	71
Tabla 21. Solver optimización Alimento Postura.....	72
Tabla 22. Solver optimización Alimento Final.....	73
Tabla 23. Resumen de costos y beneficios	74
Tabla 24. Balance de línea.....	75
Tabla 25. Costo de Almacenamiento.....	76
Tabla 26. Costo de emisión de una orden de compra	76
Tabla 27. Punto de pedido y lote económico de compra.....	77
Tabla 28. Optimización de la asignación de fletes	78
Tabla 29. Cotización de envasadora y cosedora de sacos.....	80
Tabla 30. Cotización de alimentador	81
Tabla 31. Cotización de montacarga	82
Tabla 32. Flujo de caja	83
Tabla 33. Estado de resultados	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de alimento balanceado por especie (2017)	1
Figura 2. Importación de maíz 2017.....	3
Figura 3. Principales importadores de maíz amarillo duro en Perú	4
Figura 4. Diagrama de Pareto	11
Figura 5. Selección de causas más relevantes	13
Figura 6. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa	14
Figura 7. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa.....	14
Figura 8. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto.....	15
Figura 9. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad	24
Figura 10. Procedimiento de investigación	39
Figura 11. Organigrama.....	40
Figura 12. Layout actual.....	41
Figura 13. Mapa de procesos.....	43
Figura 14. Cadena de valor.....	44
Figura 15. Diagrama de actividades actual.....	45
Figura 16. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa – Producción.....	46
Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa - Logística.....	47
Figura 18. Pareto de causas raíz de la problemática	48
Figura 19. Esquema general de la propuesta	66
Figura 20. Planeamiento con Solver.....	78
Figura 21. Solución con Solver	79
Figura 22. Envasadora y cosedora de sacos River Sand Quantitative weighting packing machine	79
Figura 23. Alimentador para granos	80
Figura 24. Montacarga.....	81
Figura 25. Cotización de laptop.....	82
Figura 26. Costo anual en insumos de las fórmulas	84
Figura 27. Costo anual de mano de obra	84
Figura 28. Costo de descarte por obsolescencia	85
Figura 29. Utilidad proveniente de la asignación de fletes	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costo Inicio Actual	94
Anexo 2. Costo Crecimiento Actual.....	95
Anexo 3. Costo Desarrollo Actual.....	96
Anexo 4. Costo Pre Postura Actual	97
Anexo 5. Costo Postura Actual	98
Anexo 6. Costo Final Actual	99
Anexo 7. Costo Inicio Óptimo.....	100
Anexo 8. Costo Crecimiento Óptimo	101
Anexo 9. Costo Desarrollo Óptimo	102
Anexo 10. Costo Pre-Postura Óptimo	102
Anexo 11. Costo Postura Óptimo	103
Anexo 12. Costo Final Óptima.....	104

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general aplicar la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística de un molino de alimento balanceado mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial para la disminución de los costos operativos, ya sean por deficiente balance nutricional, balance de línea, planeamiento de abastecimiento y deficiente asignación de fletes.

Planteado el problema, objetivos e hipótesis, se hizo uso de la gestión de producción y logística, en el cual se aplicaron herramientas como balance de masa, balance nutricional, optimización, estudio del trabajo y gestión de stocks a cada una de las causas raíz, enfocándose en las que tienen mayor impacto en la rentabilidad de la empresa con un total de 4.

Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial lo que permitió eliminar o disminuir actividades que no generaban valor. Implementando dichas mejoras, se obtendría una ganancia total de S/132,404.

Implementando dichas mejoras, los resultados de la evaluación económica y financiera de la propuesta tuvieron un VAN de S/17,727. un TIR, 52.88%. El Beneficio-Costo 1.71 y el Periodo de Retorno de Inversión (PRI), 6 meses. Estos indicadores demostraron la conveniencia de la propuesta.

Palabras clave: producción, logística, costos operativos, alimento balanceado, solver.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según datos de la Encuesta Global sobre Alimento Balanceado de Alltech 2017, estima que las toneladas de alimento balanceado internacional han excedido los mil millones de toneladas métricas por primera vez. Esto representa un aumento de 3,7 por ciento con respecto al año pasado y 19 % de incremento desde los resultados de la primera encuesta publicada en 2012, a pesar de la disminución del 7% en el número de platos de alimento balanceado.

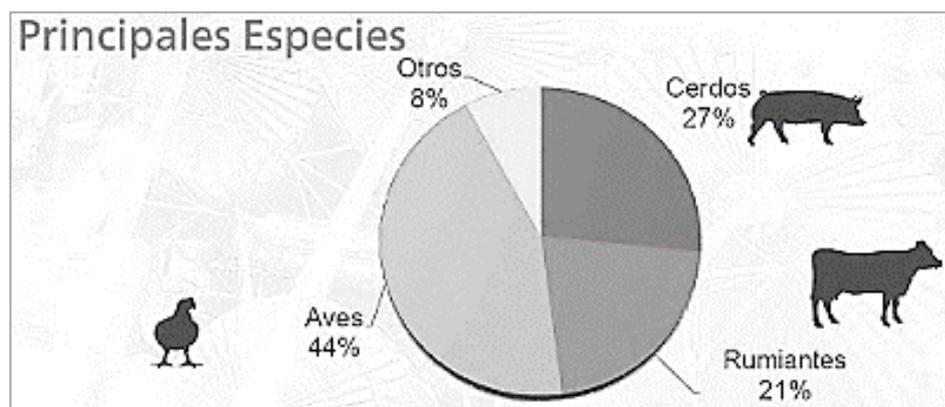


Figura 1. Producción mundial de alimento balanceado por especie (2017)

Fuente. Encuesta Global sobre alimento balanceado de ALLTECH

Los 10 principales países productores de alimento balanceado en 2016, por orden de importancia en cuanto a producción, son China, Estados Unidos, Brasil, México, España, India, Rusia, Alemania, Japón y Francia. Estos países cuentan con 56 por ciento de las plantas de alimento balanceado a nivel mundial y representan el 60 por ciento de la producción total (Hurtado, 2017)

Según el presidente de AgriTechTrade, una compañía francesa de información sobre productos básicos agrícolas, el 2020 ha sido un año nefasto para los precios internacionales de los granos, que subieron entre 14% y 19%, debiendo continuar subiendo hasta la segunda mitad del 2021.

La primera causa de la subida de precios fue la epidemia de COVID-19, que llevó a algunos países a acumular reservas de alimentos básicos para evitar el riesgo de interrupción de las cadenas mundiales de suministro, lo que habría supuesto amenaza de hambruna (Diario gestión, 2021)

En Perú, la industria de alimentos balanceados para animales de consumo humano, se inicia en el año 1934. A fines de los años cincuenta e inicios de los sesenta, se establecen las primeras plantas para la producción de alimentos balanceados, como son: Nicolini con Nicovita, Purina, Compañía Molinera Santa Rosa con vita ovo, etc. a consecuencia de la demanda generada por un creciente número de granjas, principalmente en el departamento de Lima (Remidia, 2018)

En el Perú existen alrededor de 52 grandes empresas Avícolas. Las principales son: San Fernando con 30%; Redondos, 17%; Chimú Agropecuaria, 9%; Rico Pollo, 6%; Avinka, 5% y Santa Elena, 5%,

La producción nacional de carne de aves (pollo, gallina, pato y pavo) alcanzo las 2.107.876 toneladas, mostrando una reducción de 2% frente a las 2.149.824 toneladas producidas en 2019, informó el presidente de la consultora Fernando Cillóniz Benavides.

Las principales regiones productoras de carne de ave en 2020 en fueron: Lima que concentra el 53.5% del total de la producción nacional, La Libertad con 17.9% del total y Arequipa con 9.5%. Le siguen Ica, San Martín, Áncash, Piura, Loreto, Lambayeque, Tacna, otros.

Las gallinas comienzan a poner huevos luego de las 18 semanas, aunque puede haber algunas prematuras. Su ciclo de vida termina a las 72 semanas, cuando su productividad es muy baja y su costo de consumo de alimento es mayor que el beneficio que genera la venta de huevos producidos. Luego de haber producido aproximadamente 341 huevos, son comercializadas como carne.

A pesar que el maíz, materia prima fundamental para el alimento balanceado, se siembra en casi todo el Perú, particularmente en la costa, no es autosuficiente y debe importar el 60% del requerimiento para abastecer la demanda nacional.

Este grano es un cultivo transitorio, cuyo periodo vegetativo es de 4,5 a 5,5 meses, dependiendo de la variedad y de la fecha de siembra. Su siembra y cosecha es durante todo el año, siendo sus picos de siembra en los meses de setiembre y febrero, y sus cosechas en junio y diciembre.

En promedio se siembran unas 520.000 hectáreas de maíz al año a nivel nacional y alrededor de 82.000 familias dependen directamente de este cultivo, lo que demuestra su importancia socioeconómica para el país.

Además, del total de dichas áreas, aproximadamente 300.000 hectáreas corresponden a maíz amarillo duro, materia prima básica para el alimento balanceado y 220.000 hectáreas son de maíz amiláceo.

Aproximadamente el 90% del área del maíz amarillo duro, está destinada para la alimentación de pollos y, en menor medida, de cerdos y vacuno. El 10% restante, se destina a la producción de forraje para ganado lechero.

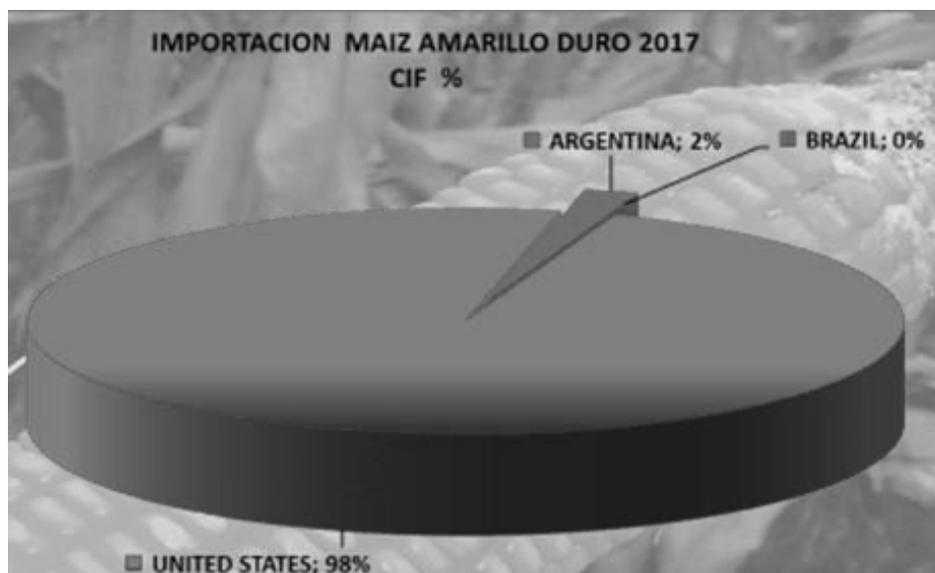


Figura 2. Importación de maíz 2017

Fuente. Encuesta Global sobre alimento balanceado de ALLTECH

Según la base de la Sunat, el valor de las importaciones de maíz amarillo durante el primer semestre del 2021 aumentó en 45%, pero solo en valor, ya que el volumen disminuyó en 4%, esto quiere decir que el precio por kilogramo del maíz amarillo duro aumentó considerablemente, lo que produjo que el valor de las importaciones se incremente.

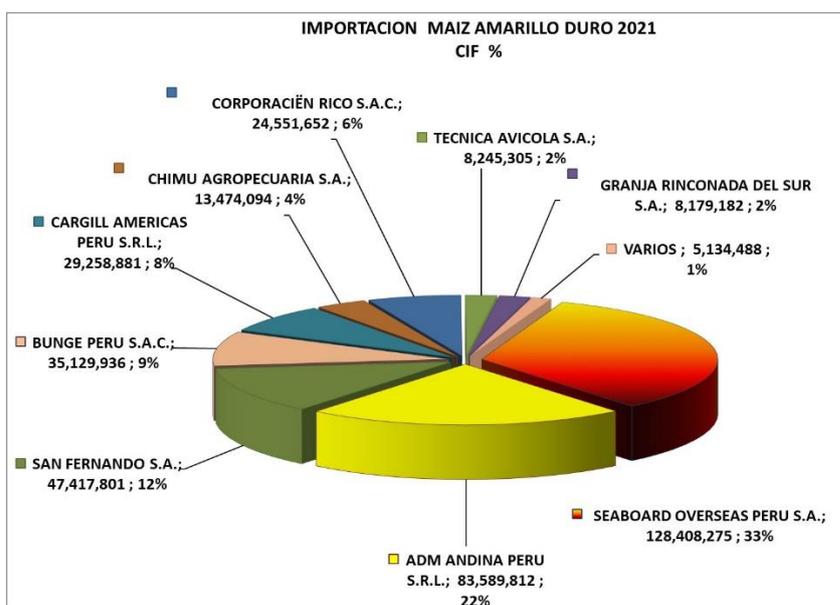


Figura 3. Principales importadores de maíz amarillo duro en Perú

Fuente. Encuesta Global sobre alimento balanceado de ALLTECH

El sorgo o maicillo se cultiva en Europa, América y Asia como cereal para consumo humano y animal, y para la elaboración de bebidas alcohólicas y escobas. Es uno de los cultivos más importantes del mundo. Los principales exportadores de este grano son Estados Unidos, Argentina, China y Brasil.

Su valor energético es un poco inferior al del maíz. más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa. Al igual que el maíz, es considerado muy importante para la producción de alimento balanceado.

El molino donde se desarrolla la presente tesis, está ubicado en el centro poblado de Mansiche, distrito de Trujillo, departamento de La Libertad.

El negocio de la empresa es la producción y venta de alimento balanceado para aves en su etapa inicial, crecimiento, desarrollo y postura, de acuerdo a fórmulas estándar, específicas para cada una de estas, que comercializa a avícolas, medianas o pequeñas. Generalmente las avícolas grandes, tienen plantas para producir su propio alimento balanceado.

El molino opera 8 horas diario, de lunes a viernes. Los días sábados están destinados para limpieza profunda de la planta y el mantenimiento de la maquinaria.

Está equipada con dos molinos de 1.25 Ton/Hora de capacidad y dos mezcladoras de 500 kilos de capacidad, maquinaria con la que, el año 2020, se procesaron 4,102

toneladas de alimento balanceado, en sus diferentes variedades, Inicial, crecimiento, desarrollo, pre ponedoras, ponedoras y etapa final. Cada una, con valor nutricional específico para esa etapa de vida del ave.

Es frecuente que los inventarios de granos en el molino, estén desbalanceados, producto de un deficiente planeamiento de necesidades. Salvo el alimento inicial, que en verano se solicita muy poco, debido a que las avícolas restringen la compra de pollitas porque el calor y congestión en las jaulas, incrementa su mortandad, la demanda de los otros tipos no muestra estacionalidad.

Por defecto, se tuvo que incinerar 6,300 kilos de maíz infestado con gorgojos, por estar mucho tiempo almacenado.

Los gorgojos de maíz tardan entre 6 y 8 semanas para crecer, Al desarrollarse, pasan del ciclo de pupa a la adultez. Esto se da en un lapso de 5 a 30 días. Cuando revientan el capullo, brotan los gorgojos adultos para aparearse con las hembras, las cuales expulsan sus huevos en muy pocos días, para que luego salgan los gusanos, que vacían su excremento; un polvo blanquecino que recubre los alimentos, haciendo que no sean aptos para su consumo (Portillo, 2018)

Esto causó una pérdida total de S/7,283.

El 45% de lo producido por el molino es recogido por los clientes, directamente del almacén de la empresa.

El resto, el molino lo envía al depósito del cliente, a través de transportistas particulares que tienen diferentes tarifas y disponibilidad para atender. Por este servicio, el molino cobra S/1.00 por saco, independientemente de la cercanía, donde debe dejar el producto.

El supuesto es que entre lo que paga el molino y lo que cobra al cliente, quedará un saldo a favor, que justifique la administración de ese servicio. El año pasado el beneficio fue de solo S/820. Este resultado pudo ser mejor de mediar un cálculo más minucioso.

Cada tipo de alimento tiene un valor nutricional específico, para la etapa de vida del ave. Para ello emplea unas fórmulas empíricas, que maneja hace varios años, que cumplen con los requisitos y que nunca ha revisado o evaluado alternativas que le

permita obtener el mismo resultado a menor costo, variando las fuentes de nutrientes, por otras igualmente aceptadas por las aves y cuya disponibilidad esté asegurado.

Durante el año de estudio, el abastecimiento de sorgo estuvo muy complicado. Aparentemente por el incremento en el consumo de China, que es uno de los principales productores y consumidores de este cereal. Esto determinó que se restrinja su uso, en detrimento del costo del producto terminado.

El empleo de macro ingredientes como el maíz, sorgo, soja, harina de pescado, entre otros, no es suficiente para cubrir de manera correcta las demandas de nutrientes y se debe recurrir al uso de micro ingredientes, como aminoácidos, vitaminas, minerales, para complementar y ajustar las dietas en forma balanceada. Estos se adquieren a proveedores del sector veterinario, en forma de pre mezclas vitamínicas.

El año de estudio se invirtió S/4'976,071 en materias primas. De haber mediado un estudio técnico de las formulaciones, se hubiese conseguido un ahorro del 1.8%, que asciende a S/89,683, sin afectar el valor nutricional del alimento, ni la aceptabilidad del alimento.

El año de estudio, se reportó 126 tardanzas, motivadas por restricciones en la movilidad, por la pandemia de Covid 19. Esto significó un acumulado 131 horas-hombre perdidas, que la empresa honró su pago.

El perjuicio ascendió a S/655.

1.1.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Álvarez (2017) en su tesis “Plan de implementación de MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales) en una empresa de manufactura de productos de consumo masivo caso: Quala Ecuador S.A.”, producida por la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, Ecuador, menciona que en la Empresa de Manufactura Quala Ecuador S.A. se desarrolló una metodología formal de planificación de compra de materiales y su gestión, asimismo, propuso que la implementación reduzca en un 25% el inventario, el cual, según estudios previos, con la aplicación del MRP se reducirán las inversiones en inventarios entre un 25% y 50%.

Saldaña (2017) en su tesis “Formulación de una dieta de mínimo costo por medio de sustitución de ingredientes tradicionales en aves ponedoras Hy-line Brown, Unidad Avícola, Zamorano”, producida por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, expresa que, bajar los costos de alimentación en aves ponedoras brinda una mayor competitividad al productor debido a que la alimentación representa el 80% de los costos de producción. El objetivo del estudio fue determinar una dieta no tradicional económicamente óptima para aves ponedoras Hy-line Brown mediante el uso de ingredientes sustitutos (locales) que cumplan con los requerimientos nutricionales. Debido a la necesidad de optimizar el uso de ingredientes de la dieta, se creó un modelo de programación lineal utilizando el programa Solver. Solver encuentra la combinación de ingredientes que minimizan el costo de la dieta utilizando insumos no tradicionales, generando un ahorro económico considerable con respecto a costos de la dieta tradicional. El costo de la dieta no tradicional obtenida es 5.2% más baja que la tradicional. El punto de equilibrio de la dieta no tradicional que hace ésta igual de rentable a la dieta tradicional es de 931,969 huevos, indicando que se puede reducir el promedio de postura de huevos de un galpón de 2,640 aves en 18,031 huevos/ciclo. Adicionalmente, se creó una plantilla fácil y amigable para la formulación de dietas para la Unidad Avícola Zamorano la cual se puede destinar a la producción y a la enseñanza. Finalmente, se creó una plantilla en Excel que utiliza la estructura de un presupuesto parcial que insta a la Unidad Avícola Zamorano a probar la dieta no tradicional en un galpón de producción para comprobar si el cambio es rentable.

Antecedentes nacionales

Guerrero (2017) en su tesis titulada “Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción”, producida por la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, utilizando las herramientas de matriz de riesgo, balance de materiales, estudio de tiempos, filosofía 5’S, mantenimiento de maquinaria, análisis ergonómico de los trabajadores, diseño de puestos de trabajo y programa de capacitación, concluye que, con la propuesta de mejora de operaciones en la empresa Molino Puro Norte S.A.C, se reducen los niveles de desperdicios y

demoras. Además, se recomienda a las empresas dedicadas a la producción seguir la metodología utilizada en esta investigación, para lograr un incremento en su productividad, al mismo tiempo se recomienda a la empresa Molino Puro Norte S.A.C realizar diagnósticos periódicos de todo su proceso de producción y así tener un mejor control del cumplimiento de todo lo propuesto.

Leon y Martinez (2017), en su tesis “Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) en la avícola Florian SRL de Chicama para reducir los costos de inventario de materia prima e insumos de la elaboración de alimento balanceado”, producida por la Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, menciona que, el problema en el abastecimiento en la producción de alimento balanceado para las aves de engorde de la avícola Florián SRL se debe a una inadecuada gestión de stocks, MRP y los costos de inventario de materia prima e insumos, luego de implementar las herramientas logró reducir el costo de pedir de S/.11.49 a S/.11.44, el costo de pedido anual de S/. 15,217.87 a S/. 14,092.92; el costo de mantenimiento de inventario anual de S/. 13,291.21 a S/.10,989.21; el costo de insumos comprados de S/.2,539,124.32 a S/.2,374,233.04 y el costo total de inventario anual de S/.2,567,633.40 a S/.2,399,315.85. Obteniendo un ahorro total de 6.56% en el inventario de materia prima e insumos.

Antecedentes locales

Del Aguila (2018) en su tesis “Optimización de la mezcla de dietas para la elaboración de alimento balanceados con requisitos predeterminados en aves de engorde”, producida por la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, menciona que, el desarrollo de las técnicas de investigación de operaciones, con todas sus herramientas, permite optimizar los procesos productivos para el mejor aprovechamiento de los recursos, y permitir que los productos sean de un relativo bajo costo de adquisición. En ese sentido, la aplicación de herramientas matemáticas y utilización de software especializado permite obtener fácilmente soluciones óptimas para la toma de decisiones en la formulación y manufactura de alimentos nutricionalmente fortalecidos. Asimismo, menciona que la Programación Lineal constituye, una de las herramientas más poderosas

utilizadas para la formulación de alimentos, concentrados o piensos, para aplicaciones pecuarias, y sobre todo humanas, ya que considera todos los requerimientos nutricionales que se quieren cubrir con el alimento que se está diseñando, además de tomar en cuenta los costos de cada ingrediente como el sorgo (maicillo), maíz, etc. También toma en cuenta la disponibilidad de cada uno de ellos. Por último, el modelo de programación lineal determinó la mejor dieta y la mayor utilidad, con menores costos operativos.

González y Reyes (2017) en su tesis “Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en el molino de la empresa Avikonor S.A.C.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, mencionan que, la problemática de las áreas de producción y logística impactaba negativamente en la rentabilidad en el molino de la empresa AVIKONOR SAC., por ello se proponen herramientas, como la Planeación de Requerimientos de Distribución, Plan Maestro de Producción, Procedimiento de Trabajo, KPI’s de desempeño, Planificación de Requerimientos de Materiales, Gestión de Relaciones con Proveedores, Gestión de Relaciones con Clientes, Kardex y KPI’s logísticos. Los resultados que se lograron de acuerdo a la evaluación económica financiera son de un VAN de S/. 141,256.00, un TIR de Beneficio / Costo de 2.12.

1.1.2. Bases Teóricas

Metodología de Pareto

Richard (2008) en su libro “Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies”, menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la

solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos. La figura 6, representa un Diagrama de Pareto en el que se observa que el 20 % de la línea de productos ofrecidos son los que generan la facturación del 80% de las ventas.

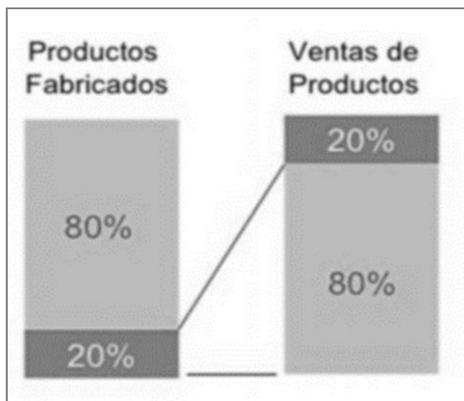


Figura 4. Diagrama de Pareto

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos. Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las “Pocas Vitales”: Elementos muy importantes en su contribución.
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante.

- Características de la Metodología de Pareto

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

1. Priorización: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
2. Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
3. Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Construcción del Diagrama de Pareto

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)

2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)

3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- Objetivos: Es decir basados en hechos, no en opiniones
 - Consistentes: Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
 - Representativos: Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
 - Verosímiles: Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Como ejemplos de la metodología de análisis se muestra una Tabla de Conteo para el caso de análisis de defectos en una empresa de fabricación de calzado.

Tabla 1.
Ejemplo de análisis de defectos en un calzado

Tipo de defecto	Número de defectos	Porcentaje Total de Defectos	Total acumulado de defectos	Porcentaje acumulado
Costuras torcidas	110	40.74%	110	40.74%
Corte descentrado	82	30.37%	192	71.11%
Talones desiguales	48	17.78%	240	88.89%
Tonalidad desigual	12	4.44%	252	93.33%
Plantillas manchadas	8	2.96%	260	96.30%
Forros manchados	6	2.22%	266	98.52%
Piquetes o cicatrices en la capellada	4	1.48%	270	100.00%
TOTAL	270			

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

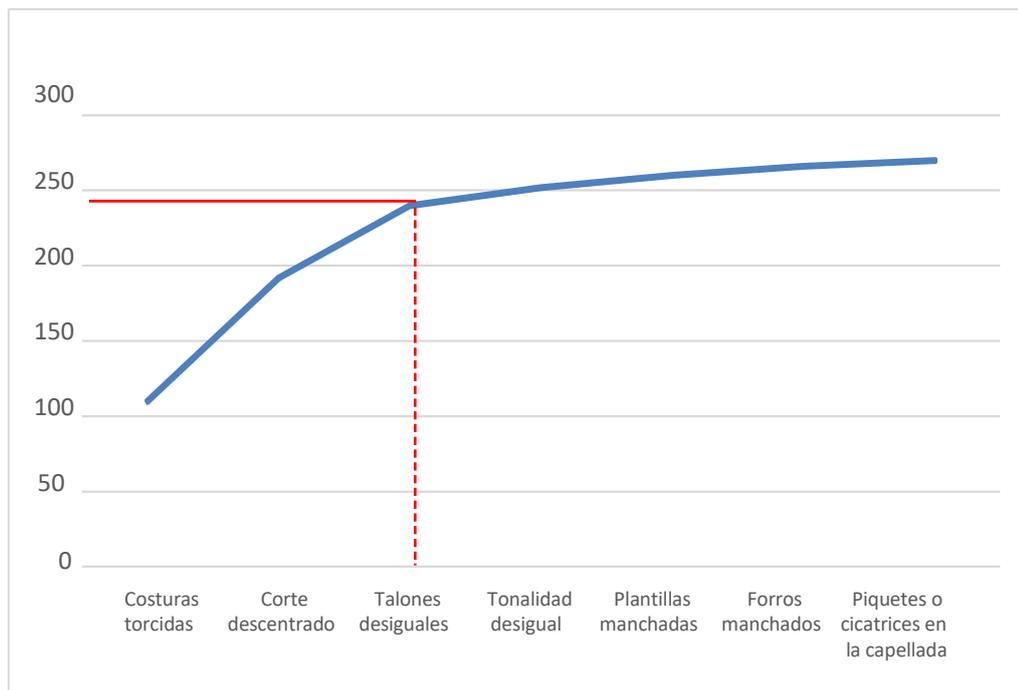


Figura 5. Selección de causas más relevantes

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

En la figura 5, se presenta el gráfico de selección de causas más relevantes para el ejemplo presentado. Se puede apreciar que los tres tipos de defecto que se pueden considerar como “Pocas Vitales”, generan el 89% de defectos en la fabricación de un calzado.

Metodología Ishikawa

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

- Elementos del diagrama de Ishikawa

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

1. El Problema
2. Causas Mayores: Considerados como Variables Críticas
3. Causas Menores: Causas que inciden sobre las variables críticas
4. Sub Causas: Las que inciden sobre las causas menores.

- Construcción del Diagrama de Ishikawa

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el "efecto" del lado derecho.



Figura 6. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.

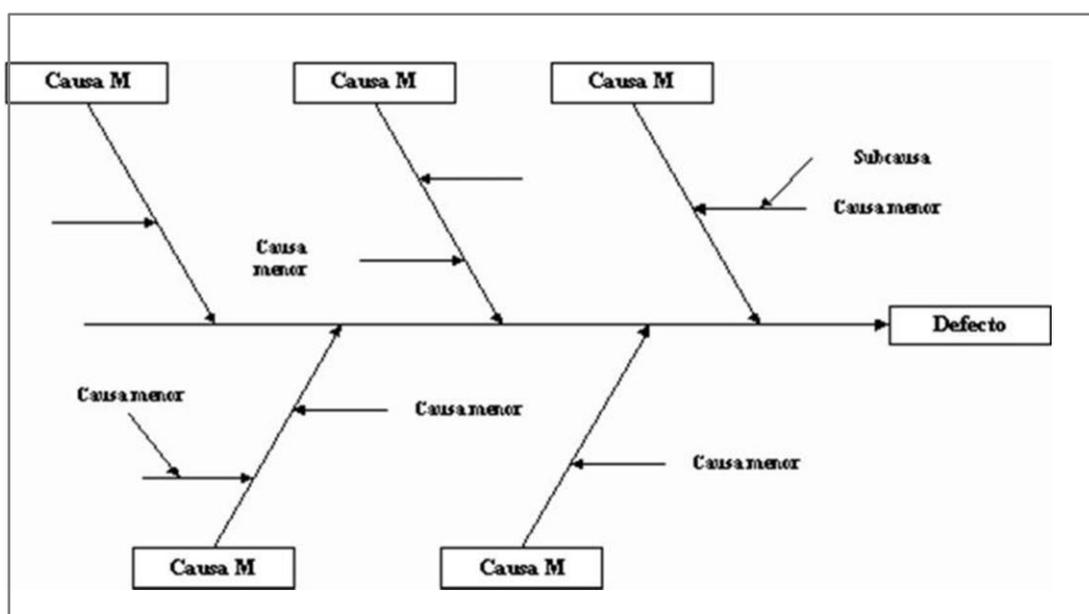


Figura 7. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

La Figura 7 nos muestra un ejemplo de Diagrama Causa – Efecto para el caso de análisis del problema de deficiencias en la gestión de mantenimiento de equipos críticos de una Planta Piloto de Concentración de Mineral.

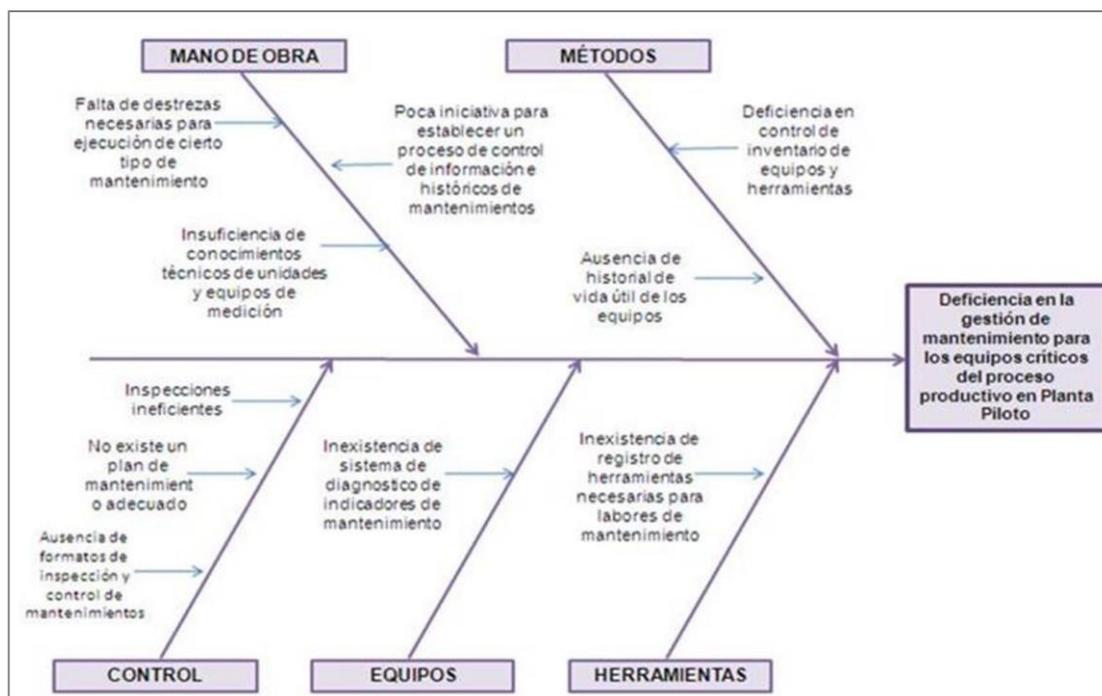


Figura 8. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto

Fuente. Diseño modelo de gestión de mantenimiento equipos críticos, Ing. Iván Turmero Astros (2013)

Relación entre los Métodos de Pareto e Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa en primer lugar permite clasificar los defectos y priorizarlos. Una vez priorizados los defectos se procede a realizar un Diagrama de Pareto de causas, el cual nos ayuda a procesar la causa o causas que representan u originan el 80% de los problemas o incidencias.

- **Técnica de estudio de tiempo**

Según Niebel (2010), en su libro Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos, manifiesta que el estudio de tiempos es un arte y una ciencia. A fin de asegurarse el éxito en este terreno, el analista debe desarrollar el arte de inspirar confianza, ejercitar su juicio y crear un trato caballeroso hacia todos los que se ponen en contacto con él. Además, es esencial que su experiencia y entrenamiento hayan sido tales, que pueda comprender en todo su alcance y llevar a cabo diversas funciones relacionadas con cada etapa del estudio. Estos elementos incluyen la selección del operario, el análisis del trabajo y la división del mismo, en elementos, anotación de los Valores de los elementos transcurridos, calificación de la actuación del operario, asignación de las tolerancias que se ponen en contacto con él.

Según Caso (2006) “es una técnica de medida del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida”.

Su objetivo es registrar los tiempos empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronometro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas (Baca, 2013).

El estudio de tiempo con cronómetro suele constar de los siguientes pasos:

- Obtener y registrar toda la información que se disponga acerca de la tarea a medir, del operario y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de

la misma.

- Dividir la operación en elementos, describiendo y registrando el método de ejecución.
 - Determinar el tamaño de la muestra, asegurándose que se está utilizando el mejor posible para su ejecución por el operario.
 - Medir el tiempo que tarda el trabajador en completar cada elemento
- Al mismo tiempo que lo anterior, valorar el ritmo o la actividad con que el operario realiza la operación.
- Calcular el tiempo básico
 - Determinar los suplementos que hay que aplicar
 - Calcular el tiempo tipo de la operación

Balance de línea

Según Niebel (2010), el problema de determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una producción en línea es análogo al problema del número de trabajadores que deben asignarse a una máquina, en donde se recomendó el uso del diagrama de proceso en grupo. Tal vez, la situación más elemental de balanceamiento de línea, la que se encuentra por todas partes, es en donde varios operarios, cada uno llevando operaciones consecutivas, trabajan como una sola unidad. En tal situación es obvio que la velocidad de producción, a través de la línea, depende del operador más lento.

Según Rau (2012) el balance de línea es un método que se asienta en la sincronización de un grupo de puestos y estaciones de trabajo con el fin de nivelar sus cargas. Este método consiste en disminuir tiempos de esperas e inventarios en procesos, recortar las esperas por recibir trabajo de un puesto precedente, reducir los inventarios en el proceso (acumulación entre puestos) y eliminar cuellos de botella.

Objetivos del Balanceo de líneas:

- El principal objetivo es asignar una carga de trabajo entre diferentes estaciones o centros de trabajo que busca una línea de producción balanceada (carga de trabajo similar para cada estación de trabajo, satisfaciendo requerimientos de producción).
- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios

necesarios para cada operación.

- Sistema de pago por productividad.
- Para poder llevar a cabo la aplicación de balance de línea en primer lugar se debe de conocer los siguientes indicadores:

Distribución de planta

Núñez (2014) plantea que “la distribución en planta (o layout) consiste en determinar la mejor disposición de los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad de una empresa (ubicación de máquinas, puestos de trabajo, almacenes, pasillos, zonas de descanso del personal, oficinas, áreas de servicio, etc.) dentro de la instalación productiva, de manera que se alcancen los objetivos establecidos de la forma más adecuada y eficiente posible. Una buena distribución en planta debe tener en cuenta el espacio requerido para cada proceso productivo y el espacio necesario para las distintas operaciones de apoyo, así como permitir una buena circulación de materiales, personas e información.”

Domínguez (1995) define a la distribución de planta como “el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”. El mismo autor plantea cuatro objetivos básicos que debe conseguir una buena distribución de planta, los cuales son:

- Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una comunidad de objetivos.
- Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc.
- Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- Adaptar la distribución de planta a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que aconsejable la adopción de distribuciones

flexibles. Las decisiones sobre distribución de planta son una de las decisiones clave para determinar la eficiencia de las operaciones a largo plazo.

Heizer (2007), manifiesta que el layout de las operaciones tiene muchas implicaciones estratégicas, ya que “establece las prioridades competitivas de una empresa desde el punto de vista de la capacidad, procesos, flexibilidad y costos, así como también respecto de la calidad de vida en el trabajo, del contacto con el cliente y de la imagen”. Además, el autor dice que el objetivo principal de la estrategia de la distribución de planta es “desarrollar un layout económico que satisfaga los requisitos competitivos de la empresa”.

Chase (2009), plantea que “las decisiones relativas a la distribución entrañan determinar dónde se colocarán los departamentos, los grupos de trabajo de los departamentos, las estaciones de trabajo y los puntos donde se guardan las existencias dentro de una instalación productiva”. Además, plantea que el objetivo principal “es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo (en una fábrica) o un patrón de tránsito dado (en una organización de servicios)”. “El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere ya bajo costo.”

Niebel (2010) plantea que la distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. Todos estos elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido. “El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/demanda se ve afectada directamente por el diseño de la instalación.”

Meyers (2006). plantea que el diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El

diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales. Los autores anteriormente expuestos llegan a las mismas conclusiones sobre la distribución de planta, la cual se debe realizar de una forma que: disminuya la circulación del material o del producto o de las personas según sea enfoque, utilizar de forma óptima el espacio de las instalaciones y se pueda cambiar ante cualquier eventualidad. Además, mencionan que una correcta distribución de la planta se traduce en un lugar seguro y grato para el trabajador, y, además, una reducción de costos operacionales.

Factores que influyen en la selección de la distribución de planta

Domínguez (1995). Al realizar una buena distribución de planta es necesario conocer todos los factores implicados y además las relaciones entre ellos, la influencia e importancia de éstos pueden variar con cada organización y situación en específico.

En cualquier caso, la distribución de planta debe equilibrar las características y consideraciones de cada factor, obteniendo la máxima ventaja de cada uno de ellos. (agrupan estos factores en ocho grupos:

- Los materiales “Los elementos fundamentales a considerar que influyen decisivamente en los métodos de producción son, el almacenamiento y manipulación son tamaño, la forma, el volumen, el peso y características físicas y químicas
- La maquinaria “Para una distribución de planta es necesario conocer la maquinaria, las herramientas y equipos indispensables para la producción del producto, como también los requerimientos y su utilización. Habrá que tener en cuenta para la maquinaria su tipología y el número de máquinas correspondiente a cada tipo, el espacio requerido, la forma, la altura y peso, la cantidad y clase de operarios requeridos, el riesgo para el personal, la necesidad de servicios auxiliares, entre otros. Además, se debe considerar el tipo y clase de los equipos y herramientas utilizados en la producción del producto.”
- La mano de obra. El factor hombre, como factor de producción, es considerado mucho más flexible que cualquier material o maquinaria; ya que se puede

trasladar, capacitar en actividades diversas y adaptar a distintas tareas. Además, es factible dividir o repartir su trabajo.

- El movimiento de materiales es un factor muy importante en la reducción de costos de producción, pues permite que los trabajadores se especialicen en las operaciones y no en el traslado de materiales, para ello recomienda tener en cuenta la siguiente:
 - o Reducir el retroceso y cruce en la circulación, además de establecer una dirección única de los materiales.
 - o Cuidar que los pasillos sean rectos con espacio para el movimiento.
 - o Reducir el manejo innecesario, a fin de establecer la distancia más corta.
 - o Analizar la secuencia o ruta de operaciones para mejorar los movimientos del material.
 - o Vigilar que los operarios calificados no realicen operaciones de manejo.
 - o Reducir el tiempo invertido en recoger y dejar material o piezas fuera del área asignada.
 - o Reducir los acarreos, levantamientos a mano y traslados que impliquen esfuerzos.
 - o Disminuir los traslados de larga distancia y demasiado frecuentes.
 - o Descongestionar los pasillos, evitar manejos excesivos y transferencias.

El movimiento de materiales no es una actividad productiva, ya que no brinda valor al producto, por lo que hay que intentar que sean mínimas y que su relación se combine con otras operaciones. Para el proceso de distribución se debe considerar la entrada de materiales o accesos a la planta, la salida de estos o lugares de desembarque, así como también el movimiento de materiales auxiliares, maquinaria, equipos y personal.

- Las esperas. La distribución de planta busca minimizar los costos ligados a las esperas del material que ocurren dentro de un proceso productivo, pero hay veces que una espera puede acrecentar la economía, (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entrega programa, etc.), por lo cual se hace necesario designar espacios para los materiales en espera.
- Los servicios auxiliares que permiten y facilitan las actividades principales dentro de una organización. Entre ellos, están los relacionados al personal (por ejemplo, vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), relativos al material (como por ejemplo inspección y

control de calidad), y los relacionados a la maquinaria (ejemplo mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares).

- El edificio. Las empresas pueden operar en edificios que cuenten con la infraestructura y las instalaciones adecuadas, o adaptar un inmueble a las necesidades de los productos y servicios, ya que el edificio es el caparazón que resguarda a empleados, operarios, materiales, maquinaria, equipo y actividades auxiliares, por lo que constituye una parte importante de la distribución de planta. Por lo que respecta a este factor el autor recomienda tener en cuenta lo siguiente:
 - o Delimitar las áreas de productos, proceso, equipos o similares, con pared y divisiones.
 - o Evitar la sobrecarga de los montacargas o la excesiva espera de los mismos.
 - o Contar con pasillos principales, pasos y calles, rectos y amplios
 - o Evitar edificios distribuidos sin ningún orden
 - o Evitar edificios repletos, interferencia de tránsito entre trabajadores, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo sobrecargadas.

- Los cambios. Plantea que la distribución debe ser flexible, por lo que se debe tener en cuenta posibles variaciones futuras, identificando posibles cambios y su magnitud, por lo cual se debe buscar una distribución capaz de adaptarse dentro de límites razonables y realistas. Para alcanzar la flexibilidad se debe mantener la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación ante cualquier emergencia y variaciones inesperadas de las actividades productivas normales sin tener que realizar un reordenamiento de los departamentos o zonas de trabajo.

Núñez (2014) plantea que para alcanzar los objetivos de la distribución de planta hay que considerar los siguientes aspectos:

- a) La manera en que los materiales circulan por la instalación
- b) La cantidad de equipos que se utilizarán, así como sus dimensiones, utillajes y espacios auxiliares necesarios a su alrededor.
- c) La mano de obra, no sólo en cuestiones relativas a la calidad de vida en el trabajo o condiciones ambientales (seguridad, iluminación, ventilación, etc.), sino también en aspectos vinculados a las relaciones personales.

d) Las necesidades de espacio para servicios auxiliares (sistemas de seguridad, mecanismos de prevención de incendios, sistemas de refrigeración, etc.).

e) Las limitaciones que impone el edificio en cuanto a estructura de la planta, localización de columnas, escaleras, ventanas, desniveles del suelo, etc., y los costes de construcción o modificación de las instalaciones.

Tipos de distribución de planta

Como se mencionó anteriormente las decisiones de layout buscan la mejor ubicación de la maquinaria, de despachos y mesas de trabajo y demás mobiliario, o de centros de servicio dentro de la organización, con el fin de un flujo de materiales, personas e información eficaz.

Heizer (2007) expone que un diseño de distribución de planta debe tener en cuenta cómo conseguir lo siguiente:

- Mayor utilización del espacio, equipo y personas.
- Mejora del flujo de información, materiales y personas.
- Mejora de la moral y la seguridad de las condiciones de trabajo de los empleados.
- Mejora de la interacción con el cliente.
- Flexibilidad (sea como sea actualmente el layout, tendrá que cambiar en algún momento).

Este autor plantea que al desarrollar un layout eficaz, éste puede ayudar a una organización a obtener estrategias en diferenciación, bajos costos o rapidez de respuesta, logrando así una ventaja competitiva por sobre otras empresas del mismo rubro, o sea sus competidores.

Capacitación

Según Chiavenato, I. (2011) La persona, por medio de la capacitación y el desarrollo asimila información, aprende habilidades, desarrolla actitudes y comportamientos diferentes y elabora conceptos abstractos. La mayor parte de los programas de capacitación se concentra en transmitir al colaborador cierta información acerca de la organización, sus políticas y directrices, las reglas y los

procedimientos, la misión y la visión organizacionales, sus productos/servicios, sus clientes, sus competidores, etc. La información guía el comportamiento de las personas y las vuelve más eficaces. Otros programas de capacitación se concentran en desarrollar las habilidades de las personas a efecto de capacitarlas mejor para su trabajo. Otros más buscan el desarrollo de nuevos hábitos y actitudes para lidiar con los clientes internos y externos, con el trabajo propio, con los subordinados y con la organización.

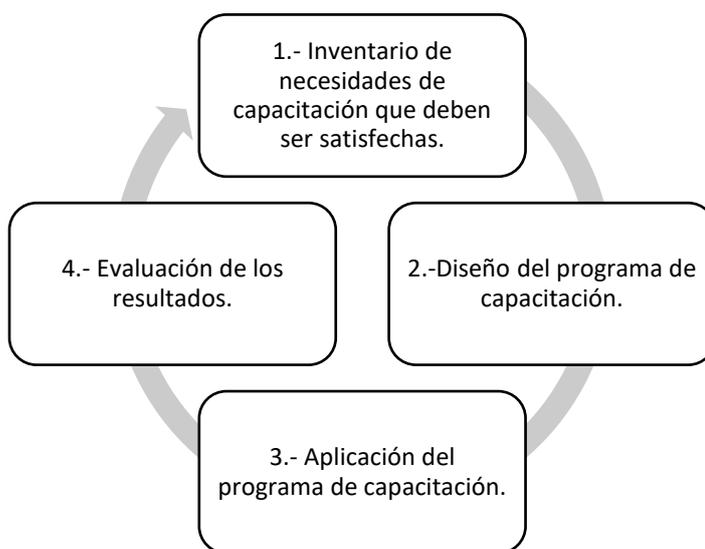


Figura 9. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad
Fuente. Chiavenato, I. (2011).

Por otra parte, la capacitación del personal debe comenzar después de la inducción, capacitar es proporcionar a los empleados las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, realizar la capacitación del personal es una de las bases de una buena administración que los gerentes siempre tienen que tener en cuenta, este es un proceso cíclico y continuo que consta con cuatro etapas:

- 1. Inventario de necesidades a satisfacer:** Consiste en realizar un inventario de todas las carencias o necesidades de capacitación que deben ser satisfechas por la empresa.
- 2. Diseño del programa:** Se desarrolla el programa de capacitación que se encargará de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.

3. Aplicación del programa de capacitación: Se ejecuta y dirige el programa de capacitación, con la finalidad de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.

Evaluación de los resultados: Se evaluará los resultados obtenidos tras la aplicación del programa de capacitación.

Solver

El Solver es una herramienta de análisis que tiene el programa Excel, aplicado sobre todo en el mundo empresarial, permite calcular el valor de una celda que depende de diversos factores o variables donde a la vez existen una serie de restricciones que han de cumplirse (Microsoft Office, 2019)

Solver realiza los cálculos para la resolución de problemas de programación lineal, en donde a partir de una función lineal a optimizar (encontrar el máximo o mínimo) y cuyas variables están sujetas a unas restricciones expresadas como inecuaciones lineales, el fin es obtener valores óptimos bien sean máximos o mínimos (Microsoft Office, 2019)

Logística

Actualmente, la gran preocupación de las organizaciones radica en tener inventarios exactos en sus almacenes. Esta intranquilidad hace que muchos profesionales se enfoquen únicamente en lo que tienen almacenado y dejen de lado el control sobre el flujo de entrada de mercadería (Vargas, M., 2015)

Ante esta problemática existen diversas técnicas que una empresa puede emplear para adquirir la cantidad de inventario necesario que a su vez le permita alcanzar y/o superar el target de ventas trazado. Aquí, resulta importante señalar que estas técnicas se pueden realizar independientemente del giro de negocio, el tamaño de facturación, la naturaleza de la empresa o su localización (si es local o internacional). (Vargas, M., 2015)

Dentro de las opciones que tiene una empresa para controlar su inventario, la reposición en base a mínimos y máximos se constituye como una buena alternativa. La razón de su éxito se debe a que este método es efectivo cuando nos referimos a

productos como repuestos, materiales, partes y componentes del sector industrial, donde los parámetros de consumo están claramente establecidos, y normalmente el pedido máximo responde al consumo promedio semanal o mensual de determinado producto (Vargas, M., 2015)

Otra forma de controlar los inventarios responde a lo estipulado en el presupuesto. Así, se compra y se consume en base a lo presupuestado. Sin embargo, esto puede generar pérdidas en las ventas por la aparición de pedidos no considerados o coyunturas comerciales donde el pico de ventas llega a su máxima expresión (Vargas, M., 2015)

Una tercera alternativa, y acaso la técnica más empleada y que presenta mejores resultados, es el trabajo con Pronósticos de Demanda, que es básicamente un sistema de previsión de un hecho futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio (Vargas, M., 2015)

Dentro de las variables representativas a considerar para la generación de pronósticos se contempla a los siguientes aspectos:

- **Histórico de Consumo o de Ventas:** Permite considerar una tendencia de movimiento de los productos, la misma que puede ser lineal, potencial, logarítmica o sin tendencia. Esta información es muy importante cuando se utilizan modelos de pronósticos que dan prioridad o un determinado peso a esta información. No obstante, se tiene que tener presente que la información del histórico es no siempre marca la tendencia futura de consumo y/o venta (Vargas, M., 2015)
- **Inventario Actual (On Hand):** Es información trascendental, de primera mano, debido a que se debe de pronosticar considerando aquello que tienen las empresas en stock, ya que el objetivo es emplear el mismo (Vargas, M., 2015)
- **Pedidos Pendientes por Llegar (On Order):** Son aquellos productos que aún no llegan pero que una vez en almacén, o están destinados para atender un pedido o simplemente han sido adquiridos como reposición de stock. Si la

premisa es reducir el inventario, esta información tiene que ser considerada finalmente (Vargas, M., 2015)

- **Stock de Seguridad (SS):** Es necesario considerarlo ya que no en toda empresa existen productos críticos, que no necesariamente los vas a conseguir por medio de una Orden de Compra Abierta dado el monto y volumen de la misma o porque el fabricante no cuenta con representación nacional en el territorio. Se tiene que tener en cuenta que el Stock de Seguridad (SS) está en función al consumo y/o venta $SS=f(\text{Venta o Consumo})$. No es un porcentaje o cantidad fija inamovible en los almacenes (Vargas, M., 2015)
- **Cobertura de Inventario:** Se encuentra condicionada por la política de la empresa (niveles de ventas o presupuesto o disponibilidad de efectivo, etc). Es una variable considerada en muchos pronósticos ya que es el determinante entre comprar o no (Vargas, M., 2015)
- **Back Order y Back Log:** Son variables que de por si guardan similitud ya que la primera representa los pedidos no atendidos a punto de vencer y la segunda los ya vencidos. Son determinantes al momento de realizar los pedidos debido a que una vez que contemos con inventario, el mismo puede desaparecer debido a que no se ha considerado ningún Back (Vargas, M., 2015)
- **Lead Time (LT) de los proveedores:** Marcan la pauta al momento de la reposición. Si el mismo es de 60 días, más 20 días de tránsito debido a que es una importación, tiene que considerarse esta información al momento de calcular el pronóstico. La idea es contar con la mercadería a tiempo sin incurrir en pérdida de consumo y/o ventas (Vargas, M., 2015)
- **Previsión de ventas del área Comercial:** Es un input muy importante al momento de generar los pronósticos debido a que es el target que el área comercial estima que puede alcanzar. No podemos dejar de lado esta información debido a que es la fuerza de ventas la que tiene contacto directo con los clientes, siendo información fresca, de primera línea (Vargas, M., 2015)

Respecto a la Gestión de Logística, es la gobernanza de las funciones de la cadena de suministro. Las actividades de gestión de logística típicamente incluyen la

gestión de transporte interno y externo, la gestión de flotas, el almacenamiento, la manipulación de materiales, el cumplimiento de órdenes, el diseño de redes logísticas, la gestión de inventario, la planificación de oferta/demanda y la gestión de proveedores de logística externos (García, 2016). Contempla subprocesos logísticos como:

- **Gestión de inventarios**, es la administración adecuada del registro, compra y salida de inventario dentro de la empresa. La correcta gestión de inventarios permite ofrecer una alta disponibilidad de productos al cliente manteniendo bajos los costos de inventarios (Carreño, 2011)
- **Gestión de almacenamiento**: función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material – materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados El mantenimiento de inventarios supone costos, pero también puede generar beneficios y ahorros (Carreño, 2011)
- **Gestión de compras**: Su fin es asegurarse de contar con los mejores proveedores para abastecer los mejores productos y servicios, al mejor valor total. Compras es el área funcional de la empresa encargada de adquirir los materiales necesarios para las operaciones de la empresa, en la cantidad necesaria, en el momento y lugar precisos, de la calidad adecuada y al precio más conveniente. (Carreño, 2011)
- **Gestión de transportes**: es la gestión logística que se encarga de la elección del medio o los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear (García, 2016).
- **Punto de reposición**: El punto de reorden es la cantidad mínima de existencia de un artículo, de modo que cuando el stock llegue a esa cantidad, el artículo debe reordenarse. Este término se refiere al nivel de inventario que activa una acción para reponer ese inventario en particular (Sánchez, 2016). Su fórmula es la siguiente:

$$ROP = dL$$

Ecuación 1. Punto de reposición

Donde:

d: Demanda diaria

L: Lead time

- **Rotación de inventarios:** La rotación de Inventarios es el indicador financiero que permite conocer el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado. La rotación de inventarios permite identificar cuántas veces se convierte el inventario en dinero o en cuentas por cobrar (se ha vendido). Con ello determinamos la eficiencia en el uso del capital de trabajo de la empresa. Entre más se rote el inventario, más rápido se realiza el dinero invertido en ellos, lo que permite un mayor retorno o rentabilidad en la inversión (Gerencie, 2020)

Costos operativos

Los costes operativos, también conocidos como costes de operación o costes operacionales, son el tipo de costes en los que incurre una empresa en el desarrollo de la propia actividad del negocio. Algunos de los ejemplos de costes operativos son los salarios, alquiler de locales, compra de suministros, etc.

Para garantizar la marcha de una empresa, es necesario incurrir en una serie de costes para que el desarrollo de la actividad se realice adecuadamente. Dentro de estos costes, encontramos dos tipos de costes operativos:

- Costes operativos fijos. Se trata de un coste operacional que no varía. Es decir, al margen del nivel de producción que abarque la empresa, este coste será siempre igual. Sería el caso, por ejemplo, del alquiler del local, cuya cuantía mes a mes no varía.
- Costes operativos variables. Este coste operativo, por el contrario, sí que variará en función del nivel de producción de la empresa. En el caso, por ejemplo, de que haya un nivel de producción mayor, posiblemente se necesiten horas extra de trabajo, lo que provoca que el sueldo a pagar a estos empleados sea mayor.

Los costes operativos de una empresa, por tanto, son aquellos en los que incurre una empresa una vez se realiza la inversión inicial y, por regla general, engloban los gastos operativos y de mantenimiento. Es decir, los que se dan en el desarrollo de la actividad del negocio.

Además, es importante recalcar que los costes operativos de una empresa se dan y generan mientras que el proyecto empresarial o negocio esté en pleno funcionamiento y desarrollo. En el momento que el negocio cesara su actividad, este tipo de costes, como es lógico dejarían de producirse: ya no habría personal al que pagar, ni el material de oficina sería necesario, tampoco nos haría falta un local donde desarrollar la actividad. Por tanto, como su propio nombre indica, los costes operacionales se dan mientras que haya en marcha una operación, una marcha en el negocio. En el momento que cesa, cesan con ella los costes operativos.

1.1.3. Definición de Términos

- Balance de líneas. consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.
- Cadena de Suministro. Movimiento de materiales, fondos, e información relacionada a través del proceso de la logística, desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos terminados al usuario final. La cadena del suministro incluye a todos los vendedores, proveedores de servicio, clientes e intermediarios.
- Canales Logísticos. La red de cadenas de suministro participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicaciones que contribuyen al flujo eficaz de los bienes.
- Capacitación. Proceso que posibilita al capacitando la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen.

- Costos operativos. El costo operativo de una empresa incluye todos los gastos relacionados con el funcionamiento de una organización, tales como materiales, salarios de los empleados, impuestos comerciales, logística, entre otras necesidades diversas.
- Desabastecimiento. Falta de materiales componentes o bienes terminados que sean necesarios en el proceso de producción o comercialización.
- Distribución de planta. es la ordenación de los equipos industriales y de espacios necesarios para que un sistema productivo alcance sus objetivos con la eficiencia adecuada. Los equipos industriales es cualquier elemento que necesite un espacio y que intervenga en un proceso productivo.
- Eficiente. Con poco o nada de desperdicios. En forma alternativa, un término conciso que se refiere al enfoque hacia la eliminación de desperdicios de la producción y distribución a través de la participación activa y la motivación a los trabajadores y el enfoque hacia el valor para el cliente. Ser eficiente significa sacarles el jugo a los recursos escasos.
- Gestión del Inventario. Cooperación entre el comprador y el proveedor, en general, en forma de información pronosticada compartida y un plan único y conciliado para mejorar la disponibilidad del inventario y reducir su costo.
- Inventarios. Existencias, Existencia de seguridad de materias prima, trabajo en proceso o materiales para cubrir la oferta y la demanda incierta o errática para evitar el desabastecimiento.
- Logística. Es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.
- Optimización. Optimización hace referencia a la acción y efecto de optimizar. En términos generales, se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa

de la manera más eficiente posible y, en el mejor de los casos, utilizando la menor cantidad de recursos.

- Solver. Es una herramienta de análisis en el programa Excel, aplicado sobre todo en el mundo empresarial, permite calcular el valor de una celda que depende de diversos factores o variables donde a la vez existen una serie de restricciones que han de cumplirse.
- Suministros. Artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica; dentro de estos se pueden mencionar repuestos, accesorios, papelería y útiles.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, en los costos operativos de un molino de alimento balanceado, Trujillo 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, en los costos operativos de un molino de alimento balanceado en la ciudad de Trujillo, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción y logística, de un molino de alimento balanceado.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción y logística, de un molino de alimento balanceado.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora y su impacto en los costos operativos de un molino de alimento balanceado.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística reduce los costos operativos de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

Propuesta de mejora en la gestión de producción y logística

1.5.2. Variable dependiente

Costos operativos.

1.6. Aspectos éticos

La información para esta tesis fue proporcionada por la gerencia del molino se utilizó con su consentimiento expreso.

Los tesisistas se comprometen a dar uso apropiado a esta información y a guardar absoluta reserva de los temas financieros y estratégicos que el directivo compartió con ellos.

Las propuestas de mejora serán respetuosas de las normas que garanticen la salud e integridad del personal operativo del molino; de las especies de animales, consumidoras del alimento balanceado que produce y del cuidado del medio ambiente, en un marco de cumplimiento de los principios fundamentales de la Responsabilidad Social.

El personal operativo en todo momento estuvo al tanto de la naturaleza de la presencia de los tesisistas en la planta. Su colaboración fue solicitada personalmente por los directivos.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 2.
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula
Variable independiente: Gestión de producción	Procedimiento que aplica el ingeniero de métodos, para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación, con la idea de mejorarla.(Niegel, B)	La propuesta permite mejorar la gestión de producción y con ello, reducir los costos operativos.	Eficiencia	Horas-hombre/bolsa	Costo Horas-hombre/bolsa
			Eficacia	Costo/bolsa	Costo insumos/bolsa
Variable independiente Gestión logística	La gestión logística se ocupa de integrar el flujo de información y sus herramientas de gestión, manipulación de materiales, producción de embalaje, inventario, transporte, almacenamiento y, a veces, seguridad.	La propuesta permite mejorar la gestión logística y con ello, reducir los costos operativos	Eficiencia	Costo materiales descarte	$\frac{\text{Costo material descartado}}{\text{Costo total comprado}}$
			Eficacia	Costo de transporte	$\frac{S/\text{Flete cobrado} - S/\text{fletes pagados}}{\text{Total bolsas despachadas}}$
Variable dependiente: Costo de producción	Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.(http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm)	Son los materiales, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación. Es información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.	Costo de producción		$\frac{\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}}{\text{Bolsa de alimento balanceado}}$

Fuente. Elaboración Propia.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación diagnóstica y propositiva, ya que, como afirma Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

2.2. Población y Muestra

Población: Todos los procesos del molino.

Muestra: Los procesos de producción y logística, del molino de alimento balanceado.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 3.
Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación de campo	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de producción y logística de un molino de alimento balanceado.
Entrevista	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el gerente de la empresa.
Análisis de documentos	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.
Encuesta	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta	Personas que labora en el área de producción.

Fuente. Elaboración propia

Observación directa

Objetivo:

Identificar la problemática en las áreas de producción y logística, del molino de alimento balanceado y las consecuencias que esta genera con respecto a sus costos operativos.

Procedimiento:

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y logística de la empresa.

Instrumentos:

Breviario de apuntes y lápices.

Entrevista

La entrevista se realizará al jefe de producción.

Objetivo:

Determinar la situación actual de la empresa confeccionista y conocer con mayor detalle su funcionamiento y gestión de producción. para puntualizar los problemas fundamentales en el área de fabricación y logística, que están directamente relacionados con los altos costos operativos.

Parámetros:

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del jefe de producción

Procedimiento:

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

Instrumentos:

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

Análisis de documentos

Objetivo:

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

Procedimiento:

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

Instrumentos:

USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

Encuesta

Objetivo:

Obtener información de todos los procesos del área de producción y logística, para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

Parámetros:

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa de confecciones.

Procedimiento:

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de producción y al gerente, fin de conocer los puntos resaltantes del área.

Instrumentos:

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.
- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Estadística aplicada.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 4.
Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2020.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos operativos.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

2.5. Procedimiento

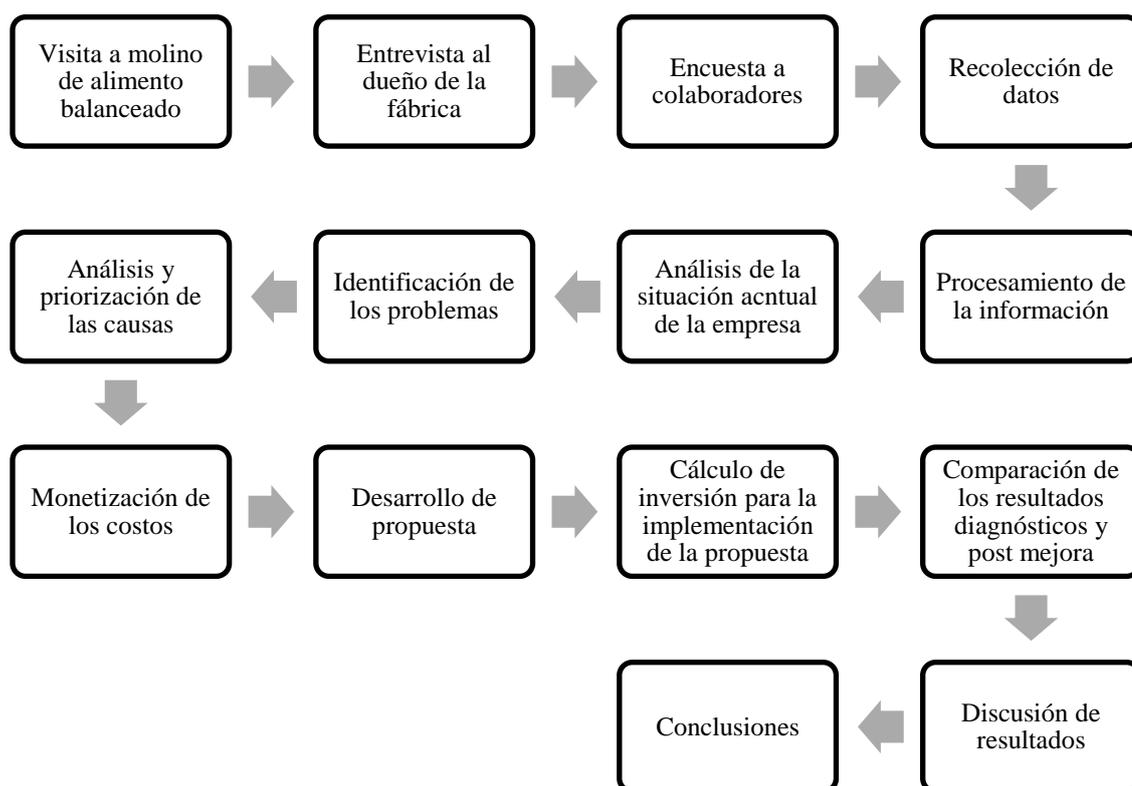


Figura 10. Procedimiento de investigación

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.1. Misión y Visión

Misión

Somos una empresa innovadora y en constante mejora de sus procesos de producción y comercialización de alimento balanceado de alta calidad, enfocada en la satisfacción de nuestros clientes.

Visión

Ser una fuente confiable de nutrición animal.

2.5.2. Organigrama

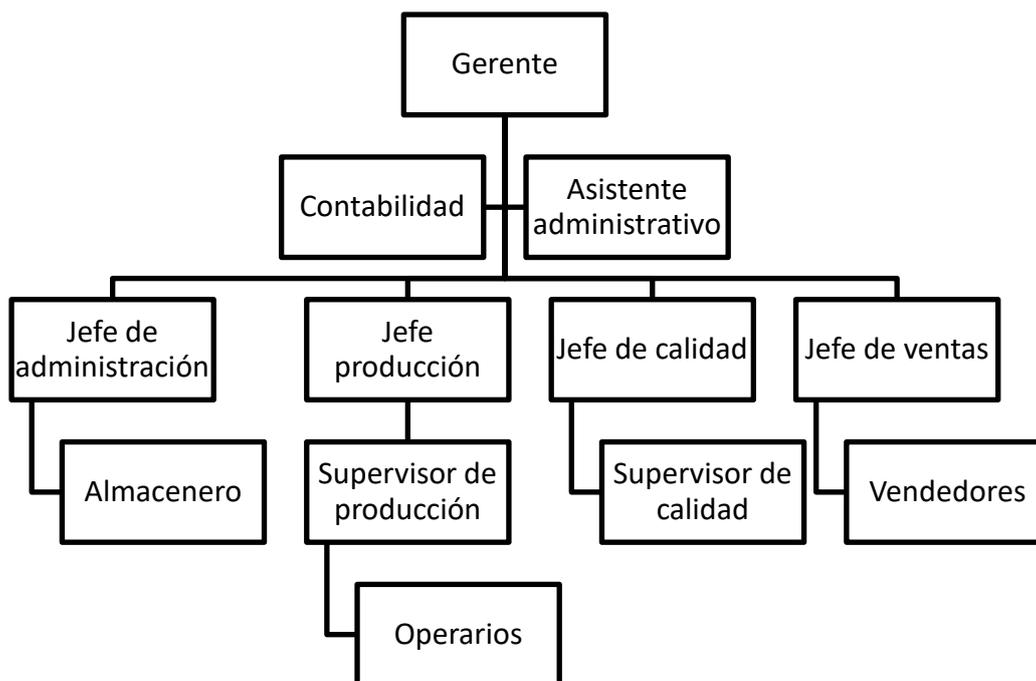


Figura 11. Organigrama

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.3. Distribución de la empresa

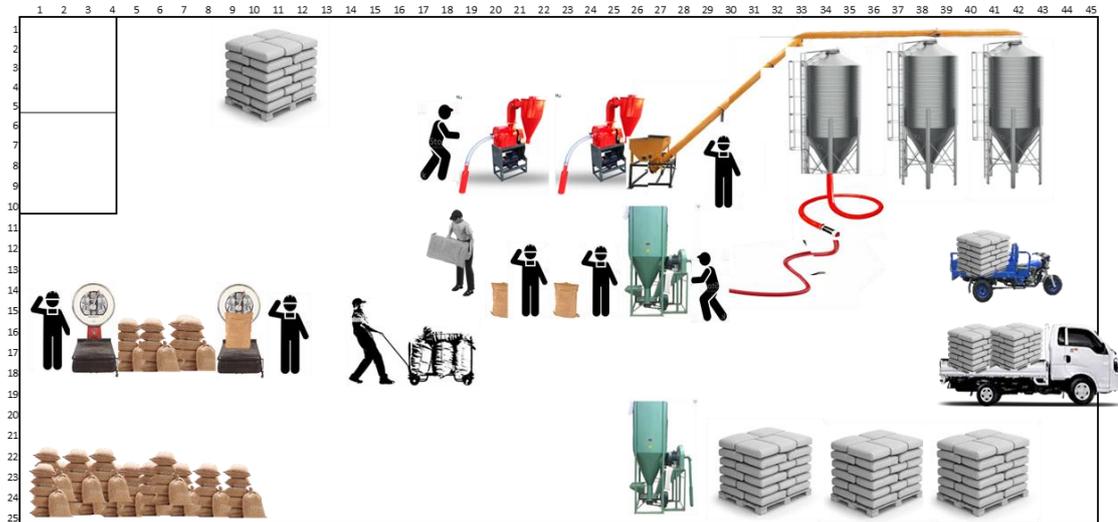


Figura 12. Layout actual

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.4. Principales Competidores

- Molino Sur y Norte S.A.C
- Molino Carrión
- Molino G & R
- Molino Virgen de la Puerta

2.5.5. Principales Proveedores

- Montana S.A.
- Molino Cogorno
- Molinorte SAC
- Asociación de Promotores Productores y Proveedores de Maíz Amarillo Duro Nacional de la Libertad de Trujillo.

2.5.6. Principales Productos

Alimentos para las diferentes etapas del ciclo de vida de las aves:

- Inicio
- Crecimiento
- Desarrollo
- Pre postura
- Postura
- Final de vida útil

2.5.7. Principales Clientes

- Incubadora Huanchaco
- Doña Clarita
- Granja El Espinal S.R.L.
- Distribuidora *Animal Nutrition*
- Granja San José S.R.L.
- Agropecuaria ODREY
- Mercado La Hermelinda
- Mercado Mayorista de Trujillo

2.5.8. Foda

Tabla 4.
FODA de la empresa

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Calidad de servicio Cumplimiento Seriedad Reconocimiento en el medio Clientes importantes Capacidad disponible 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Nuevos clientes Nuevos mercados Nuevos productos Nuevas formas de publicar Nuevas tecnologías Automatización Fórmulas optimizadas Nuevos proveedores
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Falta capacitación en nutrición animal Falta capacitación en gestión logística Falta capacitación en gestión de producción Operaciones manuales Altos costos de producción Poca innovación 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> Continuidad en pandemia Subida de precios de granos Nuevos competidores Crecimiento en tasa de cambio Escases de materiales Decrecimiento de la demanda Obsolescencia tecnológica Políticas que desincentiven

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.9. Mapa de procesos

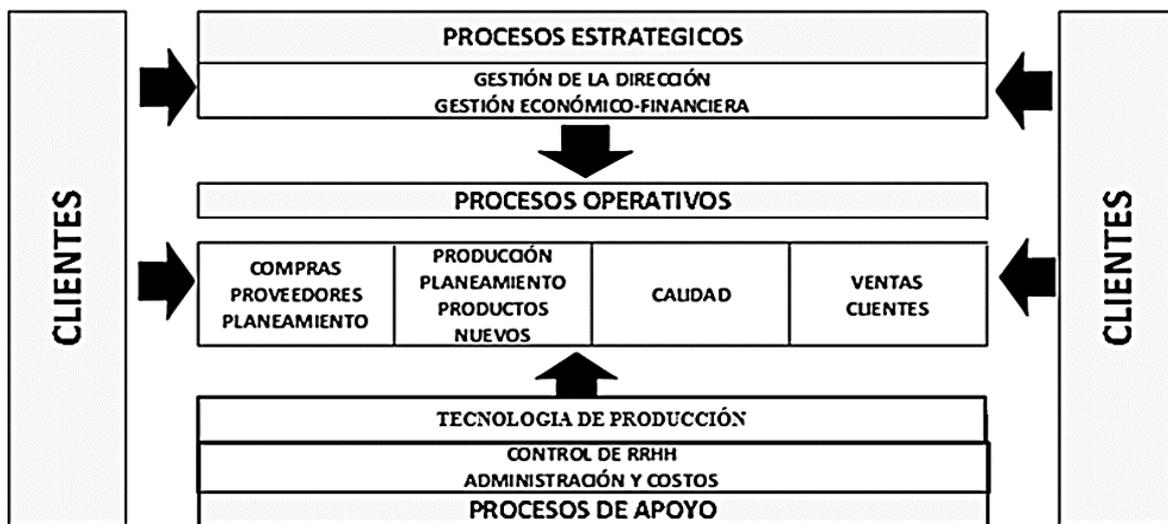


Figura 13. Mapa de procesos

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.10. Cadena de valor



Figura 14. Cadena de valor

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.11. Diagrama de actividades del proceso

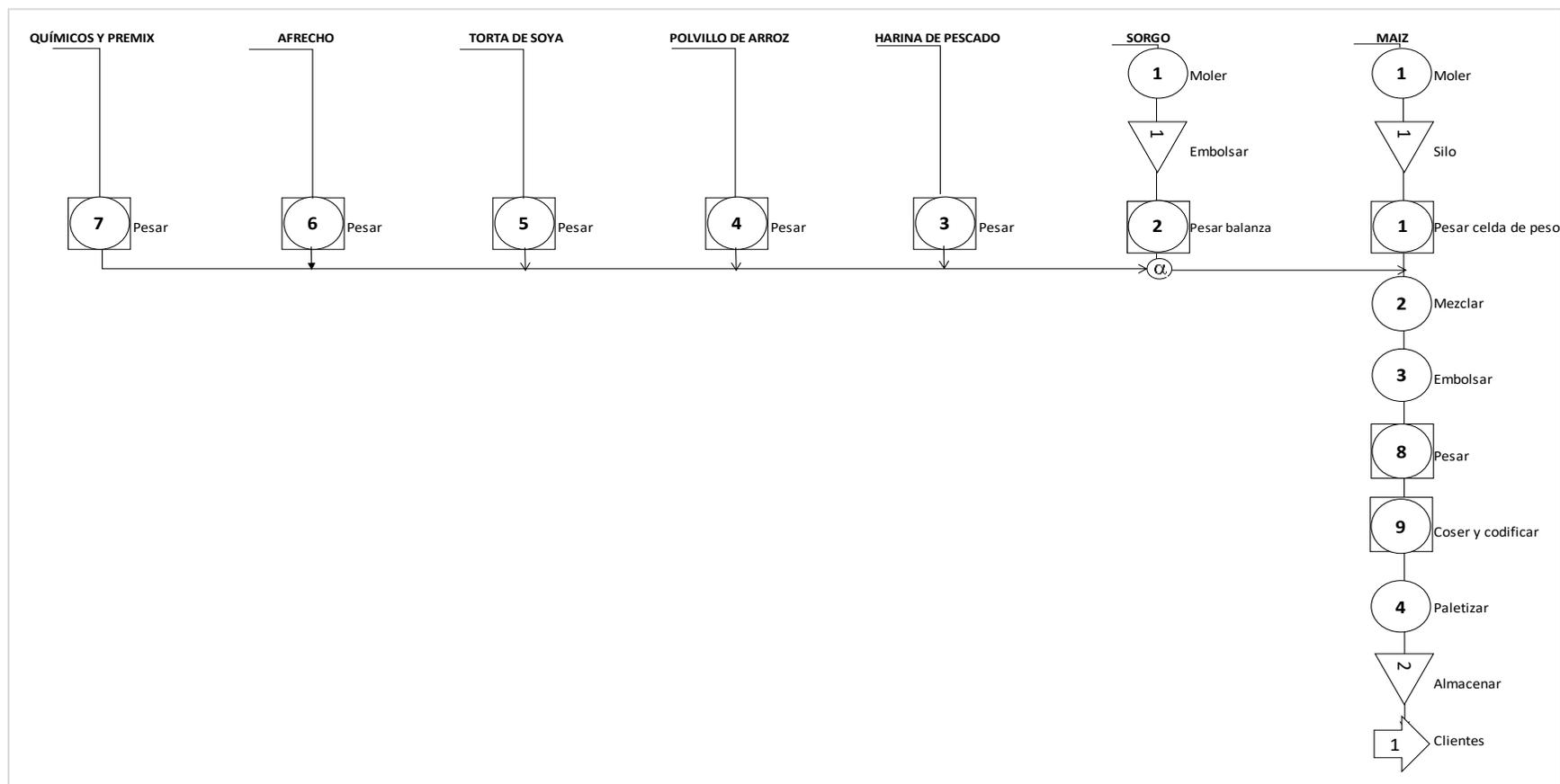


Figura 15. Diagrama de actividades actual

Fuente. Elaboración Propia.

2.5.2.2. Diagnóstico de problemáticas principales

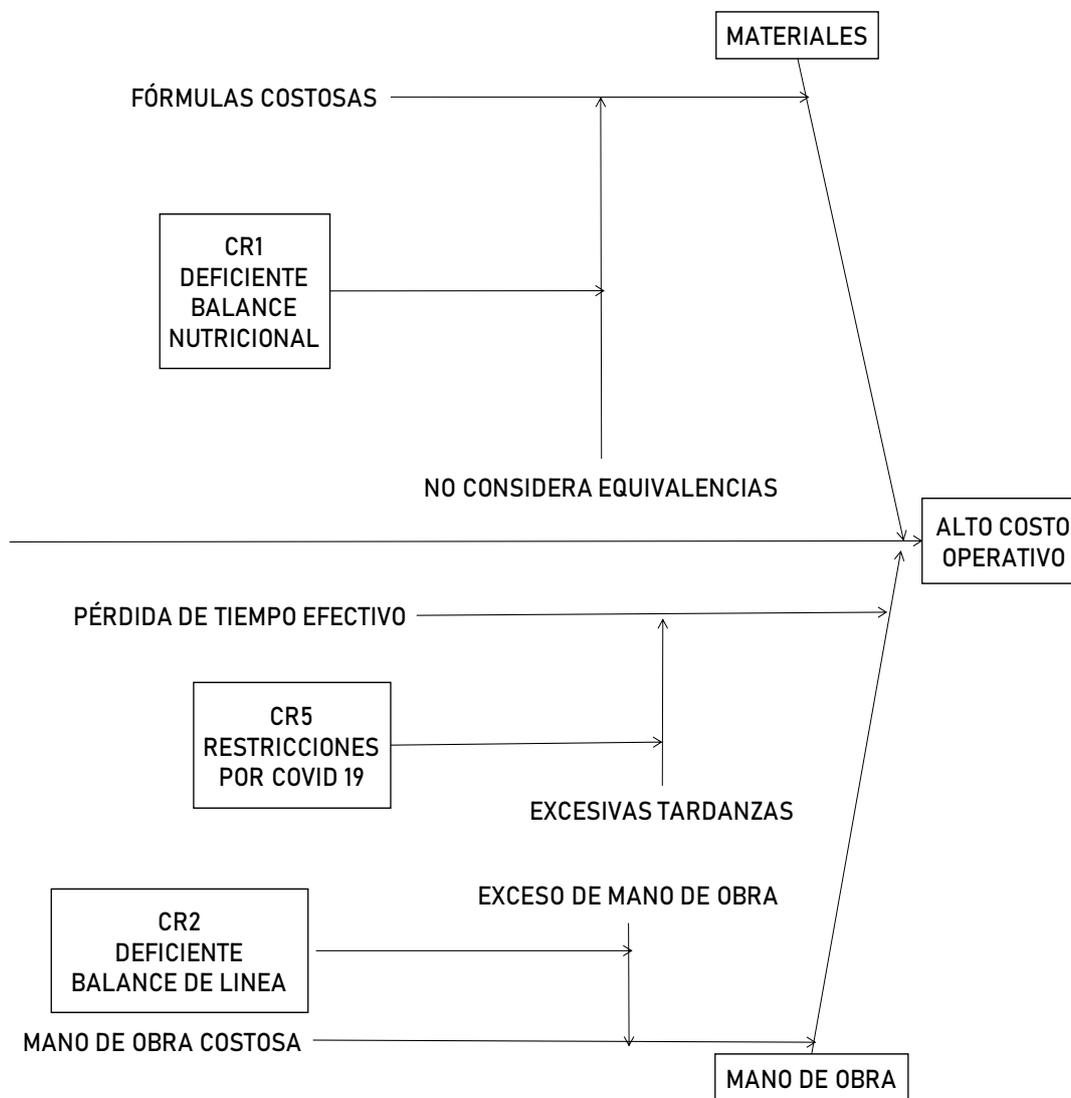


Figura 16. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa – Producción

Fuente. Elaboración Propia.

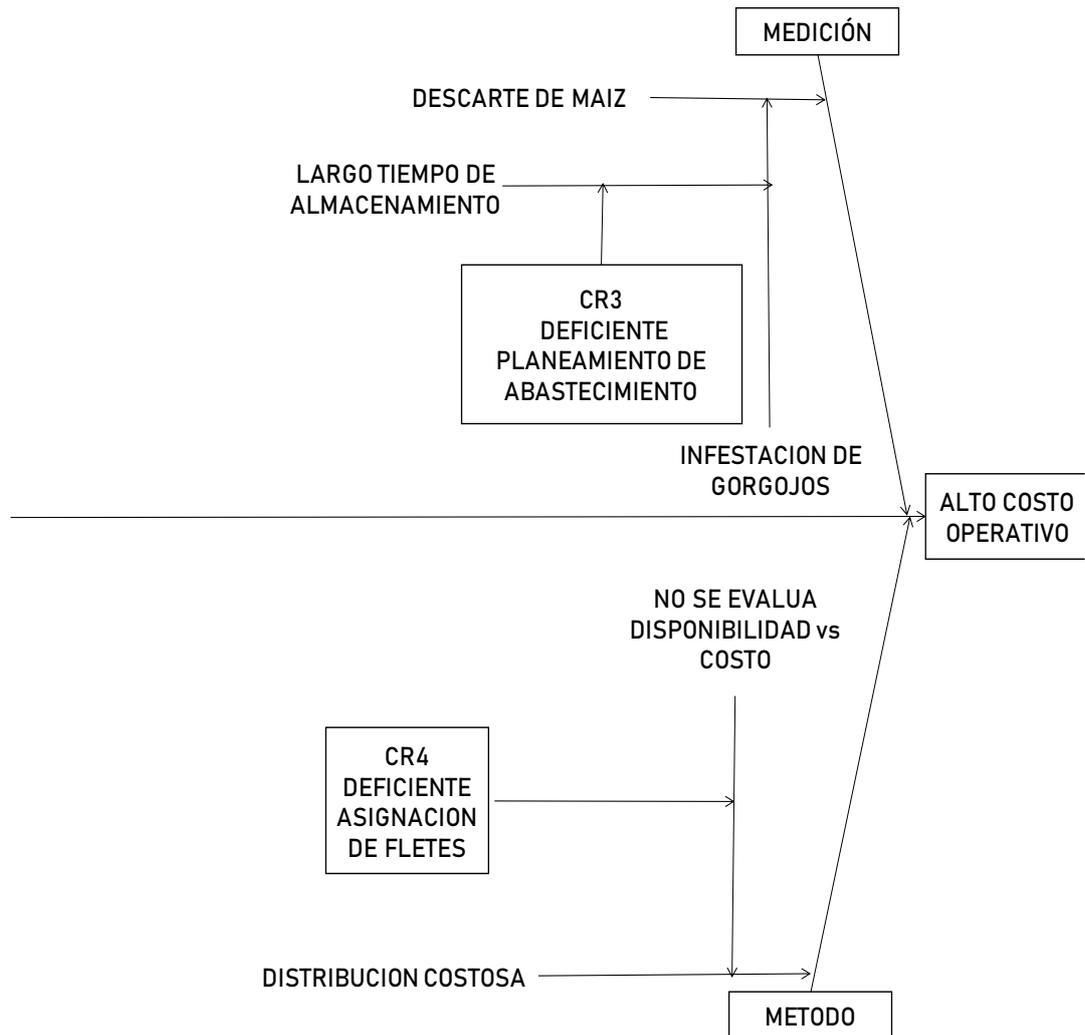


Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa - Logística

Fuente. Elaboración Propia.

Priorización de las Causas Raíz

La priorización de las causas raíz se hizo según el impacto económico en el periodo anterior, como se muestra a continuación:

Tabla 5.
Priorización por impacto económico

		Beneficio	%	% acum
CR1	Deficiente balance nutricional	S/ 85,439	62.0%	62.0%
CR2	Deficiente balance de linea	S/ 42,000	30.5%	92.5%
CR3	Deficiente planeamiento de abastecimiento	S/ 7,283	5.3%	97.8%
CR4	Deficiente asignación de fletes	S/ 2,412	1.8%	99.5%
CR5	Restricciones por Covid 19	S/ 655	0.5%	100.0%
		S/ 137,788		

Fuente: Molino de alimento balanceado. Elaboración propia

Diagrama de Pareto de las causas raíz

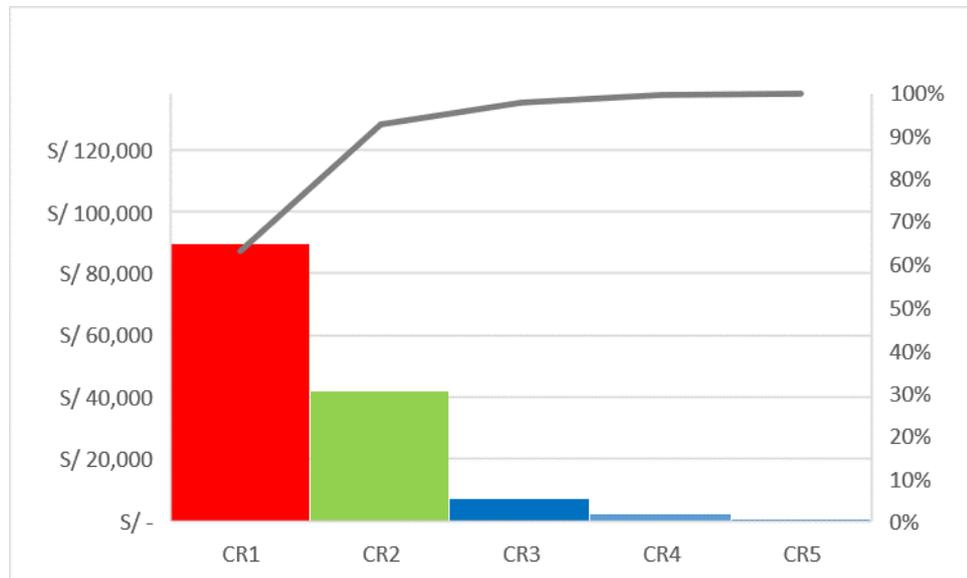


Figura 18. Pareto de causas raíz de la problemática

Fuente. Elaboración Propia.

La empresa solicitó se dé solución a las 4 causas.

2.5.2.3. Identificación de indicadores.

Tabla 6.

Matriz de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Deficiente balance nutricional	Costo insumos/bolsa	Inicio	S/ 64.600	S/ 1,083,430	S/ 64.138	S/ 1,074,161	S/ 9,268	Balance de masa Balance nutricional	Optimización con Solver	Computadora S/3000 Capacitación S/2000
			Crecimiento	S/ 65.700	S/ 1,222,037	S/ 64.504	S/ 1,199,682	S/ 22,355			
			Desarrollo	S/ 52.000	S/ 1,247,115	S/ 51.006	S/ 1,185,991	S/ 61,124			
			Pre postura	S/ 62.000	S/ 934,745	S/ 59.957	S/ 880,178	S/ 54,568			
			Postura	S/ 62.697	S/ 805,511	S/ 62.140	S/ 756,632	S/ 48,879			
			Final	S/ 61.100	S/ 461,466	S/ 60.557	S/ 439,734	S/ 21,731			
CR2	Deficiente balance de línea	Mano de obra/bolsa	Horas-Hombre/Bolsa	0.263	S/ 108,000	0.176	S/ 72,000	S/ 36,000	Estudio del trabajo	Balance de línea	Máquina pesadora-cosedora semi-automática S/26,781 Alimentador S/8,184
CR3	Deficiente planeamiento de abastecimiento	Insumos descartados por obsolescencia	$\frac{\text{Costo de insumos descartados}}{\text{Costo total insumos comprados}} \%$	0.126%	S/ 7,283	0.031%	1785.354	S/ 5,497	Gestión de stocks	Punto de pedido	Capacitación en gestión de abastecimiento S/2000
CR4	Deficiente asignación de fletes	Utilidad por bolsa despachada	$\frac{(S/\text{Cobrado} - S/\text{Pagado})}{S/\text{Pagado}}$	S/ 0.023	820.000	0.089	3231.501	S/ 2,412	Programación lineal	Optimización con Solver	Capacitación S/2,000

Fuente. Elaboración propia

2.6. Solución propuesta

2.6.1. Descripción de causas raíces

Descripción de la causa raíz 1: Deficiente balance nutricional

La calidad y composición de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas que consumen las aves son unos de los factores que más afectan los rendimientos productivos. La calidad de una dieta va a depender de tres factores importantes que son: calidad de sus ingredientes, la satisfacción de los requerimientos de nutrientes en las diferentes fases de alimentación de las aves y la manufactura de estas dietas.

La composición nutricional depende del objetivo en que se utilice ese ingrediente, ya sea como fuente de proteína o como fuente de energía. En el caso de una fuente de proteína dependerá de la composición de aminoácidos, mientras que si es una fuente de energía de su nivel de carbohidratos y de grasas que contenga. El problema que se presenta en la formulación de una dieta es conocer cuál es el valor real de composición de un ingrediente a la hora de formularla (elsitioavicola.com)

En este molino, se emplean fórmulas, que, con el paso del tiempo, han ido ajustándose, en función de la disponibilidad o costos de los insumos, de modo que sigan cumpliendo con los requerimientos nutricionales estándar, detallados en la siguiente tabla, pero al no haberse aplicado un método técnico, no al costo óptimo.

Tabla 7.
Características nutricionales del alimento balanceado para ponedoras

Características del alimento balanceado para las diferentes etapas de vida de las ponedoras									
	Proteína	Grasa	Fibra	Calcio (Ca)	Fósforo (P)	Lisina	Metionina	Sodio (Na)	kCaloría
Inicial	≥20.00%	≥2.8%	≤6%	1.05%≤Ca≤1.10%	P>0.48%	≥1.2%	≥0.48%	0.17%≤Na≤0.19%	2900≤Energía≤2950
Cre cimiento	≥18.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.16%≤Na≤0.18%	2720≤Energía≤2800
Desarrollo	≥14.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2720
Pre postura	17.50%	≥2.8%	≤6%	2.00%≤Ca≤2.05%	P>0.45%	≥0.68%	≥0.59%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2721
Postura	≥15.50%	≥2.8%	≤6%	4.00%≤Ca≤3.00%	P>0.45%	≥0.85%	≥0.36%	0.14%≤Na≤0.16%	2800≤Energía≤2700
Postura final	≥15.00%	≥2.5%	≤6%	4.00%≤Ca≤3.00%	P>0.45%	≥0.68%	≥0.59%	0.14%≤Na≤0.16%	2800≤Energía≤2700

Fuente. elsitioavicola.com

Descripción de la causa raíz 2: Deficiente balance de línea

En la siguiente tabla, se consignan los tiempos estándar, obtenidos de un estudio de tiempos, para *batches* de 500 kilos, equivalentes a 50 sacos de alimento balanceado.

Tabla 8.
Tiempos estándar de operaciones

	Seg/500 Kg
Pesar granos	320
Moler maíz y sorgo	1440
Pesar polvos	350
Mezclar	300
Embolsado manual	520
Pesar	360
Coser y codificar	254
Paletizar	184

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

En estas condiciones, la producción del alimento balanceado, se realiza con 9 operarios.

Mensualmente se producen, en promedio, 6,837 sacos, en 20 días de labor.

Descripción de la causa raíz 3: Deficiente planeamiento de abastecimiento

Se podría definir como peligroso, 1 gorgojo por kg. Si se hace una estimación, en un silo de 1000 Tn habría 1 millón de gorgojos, de ellos aproximadamente la mitad serían hembras y en 30 días podrían tener 50.000.000 de descendientes, es decir 50 insectos por kg.

Con temperaturas mayores a 25°C, en pocas semanas podría darse esta situación.(engormix.com).

En el molino donde se realiza la presente tesis, se descartaron 6.3 toneladas de maíz amarillo duro, por un monto de S/7,283, que, en promedio, tenían más de siete semanas en el almacén y que se infestaron fuertemente con gorgojos.

Un deficiente planeamiento del abastecimiento, animó al molino, a comprar un lote de maíz muy grande, para aprovechar una oferta interesante en el precio, sin tener en cuenta su rotación mensual.

Descripción de la causa raíz 4: Deficiente asignación de fletes

La empresa emplea para el traslado de sus productos, a granjas y mercados de la localidad, un camión pequeño, que transporta hasta 105 sacos x 50 kilos; una moto furgón grande, con capacidad de 40 sacos y uno pequeño, para viajes rápidos, con 25 sacos.

Sus tarifas están diferenciadas y la asignación de los viajes, se hace empíricamente, dependiendo del volumen a desplazar y la disponibilidad de estos. Situación que puede estar ocasionando a la empresa, un sobre costo innecesario, de mediar una distribución hecha técnicamente.

El año de estudio, la empresa despacho 36,200 sacos, que viene a ser el 45% de lo producido. La diferencia lo recogió cada cliente del molino. la asignación y tarifa de estos transportistas, fue el siguiente:

Tabla 9.
Asignación actual del transporte del alimento balanceado

Sacos/viaje ACTUAL	Transporte de alimento balanceado	Mansiche		Valdivia		Huanchaquito		La Hermelinda		Mercado Mayorista	
		Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados
105	Camión	S/ 0.65	-	S/ 0.95	7,533	S/ 1.00	2,517	S/ 1.00	0	S/ 1.00	0
40	Motofurgon grande	S/ 0.70	0	S/ 0.90	-	S/ 0.80	2,217	S/ 1.00	0	S/ 1.00	0
25	Motofurgon chico	S/ 1.00	3,210	S/ 1.00	1,787	S/ 1.00	2,747	S/ 1.00	7,990	S/ 1.00	8,200
Total sacos despachados			3,210		9,320		7,480		7,990		8,200

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El molino cobra S/1 por cada saco despachado de manera general. En su asignación empírica, siempre busca que se genere un margen a favor, entre lo cobrado al cliente y lo pagado al transportista, para sufragar para sus gastos de venta.

2.6.2. Monetización de pérdidas

Monetización de la causa raíz 1: Deficiente balance nutricional

Las fórmulas actuales cumplen los requisitos nutricionales estándar, detallados en la tabla del sitioavícola.com anterior, pero su costo no es el óptimo.

Tabla 10.

Fórmula actual alimento Crecimiento

FÓRMULA CRECIMIENTO ACTUAL	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	19.765	22.85	9.40%	1.858	3.80%	0.751	0.03%	0.006	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	11.192	21.49	46.50%	5.204	1.60%	0.179	0.32%	0.036	0.31%
Sorgo	0.800	4.984	3.99	8.80%	0.439	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.029	0.18	65.00%	0.019	8.00%	0.002	5.50%	0.002	3.00%
Afrecho	0.204	11.630	2.37	15.00%	1.745	3.20%	0.372	0.14%	0.016	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.500	9.51	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	1.400	2.64	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.463	21.00%
Sal común	0.343	0.202	0.07	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.135	0.87	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.162	1.73	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/65.70		9.264		1.444		0.525	

FÓRMULA CRECIMIENTO ACTUAL	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.057	0.00%	0.000	2.60%	0.514	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	666.097
Torta de Soya boliviana	0.035	0.00%	0.000	3.80%	0.425	2.90%	0.325	0.65%	0.073	3,320	371.579
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.004	3,510	174.953
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.001	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.001	1.80%	0.001	2,880	0.829
Afrecho	0.037	0.00%	0.000	11.00%	1.279	0.50%	0.058	0.16%	0.019	1,260	146.542
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.294	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.080	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.135	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.162	-	0.000
	0.429		0.080		2.368		0.529		0.258		1,360

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo actual de un saco x 50 kilos de alimento balanceado del tipo Crecimiento, es S/65.70

Tabla 11.
Fórmula actual alimento Desarrollo

ALIMENTO DESARROLLO ACTUAL	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	24.980	28.88	9.40%	2.348	3.80%	0.949	0.03%	0.007	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	5.483	10.53	46.50%	2.550	1.60%	0.088	0.32%	0.018	0.31%
Sorgo	0.800	4.987	3.99	8.80%	0.439	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.024	0.15	65.00%	0.016	8.00%	0.002	5.50%	0.001	3.00%
Afrecho	0.204	12.730	2.60	15.00%	1.909	3.20%	0.407	0.14%	0.018	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	1.295	2.44	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.429	21.00%
Sal común	0.343	0.189	0.06	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.091	0.59	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.170	1.81	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/52.00		7.262		1.586		0.475	

ALIMENTO DESARROLLO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.072	0.00%	0.000	2.60%	0.649	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	841.822
Torta de Soya boliviana	0.017	0.00%	0.000	3.80%	0.208	2.90%	0.159	0.65%	0.036	3,320	182.043
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.004	3,510	175.040
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.001	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.001	1.80%	0.000	2,880	0.698
Afrecho	0.041	0.00%	0.000	11.00%	1.400	0.50%	0.064	0.16%	0.020	1,260	160.398
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.272	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.075	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.091	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.170	-	0.000
	0.408		0.075		2.408		0.325		0.231		1,360

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo actual de un saco x 50 kilos de alimento balanceado del tipo Desarrollo, es S/52.00

Tabla 11.
Fórmula actual alimento Pre-Postura

ALIMENTO PRE POSTURA ACTUAL	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	22.709	26.25	9.40%	2.135	3.80%	0.863	0.03%	0.007	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	11.502	22.08	46.50%	5.348	1.60%	0.184	0.32%	0.037	0.31%
Sorgo	0.800	4.996	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	0.242	0.18	13.00%	0.032	14.80%	0.036	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.001	0.01	65.00%	0.001	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%
Afrecho	0.204	5.590	1.14	15.00%	0.839	3.20%	0.179	0.14%	0.008	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	2.868	5.41	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.949	21.00%
Sal común	0.343	1.896	0.65	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.054	0.35	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.092	0.98	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/62.00		8.793		1.402		1.003	

ALIMENTO PRE POSTURA	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/ Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.066	0.00%	0.000	2.60%	0.590	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	765.303
Torta de Soya boliviana	0.036	0.00%	0.000	3.80%	0.437	2.90%	0.334	0.65%	0.075	3,320	381.856
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.004	3,510	175.352
Polvillo de arroz	0.003	0.00%	0.000	6.20%	0.015	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	4.774
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.040
Afrecho	0.018	0.00%	0.000	11.00%	0.615	0.50%	0.028	0.16%	0.009	1,260	70.435
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.602	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.751	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.054	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.092	-	0.000
	0.729		0.751		1.807		0.426		0.180		1,398

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo actual de un saco x 50 kilos de alimento balanceado del tipo Pre-postura, es S/62.00

Fórmula actual alimento Postura

ALIMENTO POSTURA ACTUAL	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	25.700	29.71	9.40%	2.416	3.80%	0.977	0.03%	0.008	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	7.300	14.02	46.50%	3.395	1.60%	0.117	0.32%	0.023	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	0.001	0.00	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.011	0.07	65.00%	0.007	8.00%	0.001	5.50%	0.001	3.00%
Afrecho	0.204	6.800	1.39	15.00%	1.020	3.20%	0.218	0.14%	0.010	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	4.470	8.43	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	1.480	21.00%
Sal común	0.343	0.209	0.07	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.191	1.24	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.265	2.83	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/62.70		7.277		1.452		1.523	

ALIMENTO POSTURA ACTUAL	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/ Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.075	0.00%	0.000	2.60%	0.668	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	866.090
Torta de Soya boliviana	0.023	0.00%	0.000	3.80%	0.277	2.90%	0.212	0.65%	0.047	3,320	242.360
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.014
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.306
Afrecho	0.022	0.00%	0.000	11.00%	0.748	0.50%	0.034	0.16%	0.011	1,260	85.680
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.939	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.083	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.191	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.265	-	0.000
	1.063		0.083		1.844		0.448		0.328		1,370

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo actual de un saco x 50 kilos de alimento balanceado del tipo Postura, es S/62.70

FINAL ACTUAL	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	24.161	27.93	9.40%	2.271	3.80%	0.918	0.03%	0.007	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	7.636	14.66	46.50%	3.551	1.60%	0.122	0.32%	0.024	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.124	0.77	65.00%	0.080	8.00%	0.010	5.50%	0.007	3.00%
Afrecho	0.204	8.190	1.67	15.00%	1.229	3.20%	0.262	0.14%	0.011	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	4.375	8.25	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	1.448	21.00%
Sal común	0.343	0.176	0.06	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.063	0.41	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.226	2.40	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/61.10		7.571		1.452		1.500	

	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorías/ Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.070	0.00%	0.000	2.60%	0.628	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	814.222
Torta de Soya boliviana	0.024	0.00%	0.000	3.80%	0.290	2.90%	0.221	0.65%	0.050	3,320	253.522
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.004	0.20%	0.000	1.00%	0.001	4.00%	0.005	1.80%	0.002	2,880	3.560
Afrecho	0.026	0.00%	0.000	11.00%	0.901	0.50%	0.041	0.16%	0.013	1,260	103.196
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.919	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.070	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.063	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.226	-	0.000
	1.047		0.070		1.971		0.340		0.295		1,350

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo actual de un saco x 50 kilos de alimento balanceado del tipo Final, es S/61.10

Monetización de la causa raíz 2: Deficiente balance de línea

Actualmente, el personal está distribuido de la siguiente manera, para producir, en promedio, 6,837 sacos mensuales, en 20 días.

El tiempo restante, el personal hace ordenamiento, movimiento de materiales, limpieza, fumigación y desinfección del molino.

Tabla 15.
Asignación actual del personal en el molino

	Actual
Pesar granos	1
Moler maíz y sorgo	2
Pesar polvos	1
Mezclar	1
Embolsado manual	2
Pesar	1
Coser y codificar	1
Paletizar	
Total actual	9

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

El costo anual en mano de obra, considerando 14 remuneraciones anuales de S/1,000, es S/126,000.

Monetización de la causa raíz 3: Deficiente planeamiento de abastecimiento

Durante el año, se dio de baja a 6,300 kilos de maíz amarillo duro, que por antigüedad en el inventario mayor a siete semanas, se había infestado con gorgojos.

Considerando el costo de S/1.156 por kilo de maíz, el perjuicio fue S/7,283.

Monetización de la causa raíz 4: Deficiente asignación de fletes

La empresa gastó S/35,380 para transportar 36,200, de la manera como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Costo actual del transporte de los pedidos

Sacos/viaje ACTUAL	Transporte de alimento balanceado	Mansiche		Valdivia		Huanchaquito		La Hermelinda		Mercado Mayorista		Bolsas /año transportadas	Costo anual de fletes de bolsas
		Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados	Tarifa/bolsa	Viajes asignados		
105	Camión	S/ 0.65	-	S/ 0.95	7,533	S/ 1.00	2,517	S/ 1.00	0	S/ 1.00	0	10,050	S/ 9,673
40	Motofurgon grande	S/ 0.70	0	S/ 0.90	-	S/ 0.80	2,217	S/ 1.00	0	S/ 1.00	0	2,217	S/ 1,773
25	Motofurgon chico	S/ 1.00	3,210	S/ 1.00	1,787	S/ 1.00	2,747	S/ 1.00	7,990	S/ 1.00	8,200	23,933	S/ 23,933
Total sacos despachados			3,210		9,320		7,480		7,990		8,200		S/ 35,380

Fuente. Información del molino de alimento balanceado.

La empresa cobró S/1 por cada saco despachado., de manera que tuvo un saldo a favor fue S/820.

2.6.3. Solución propuesta

Estructura de la propuesta

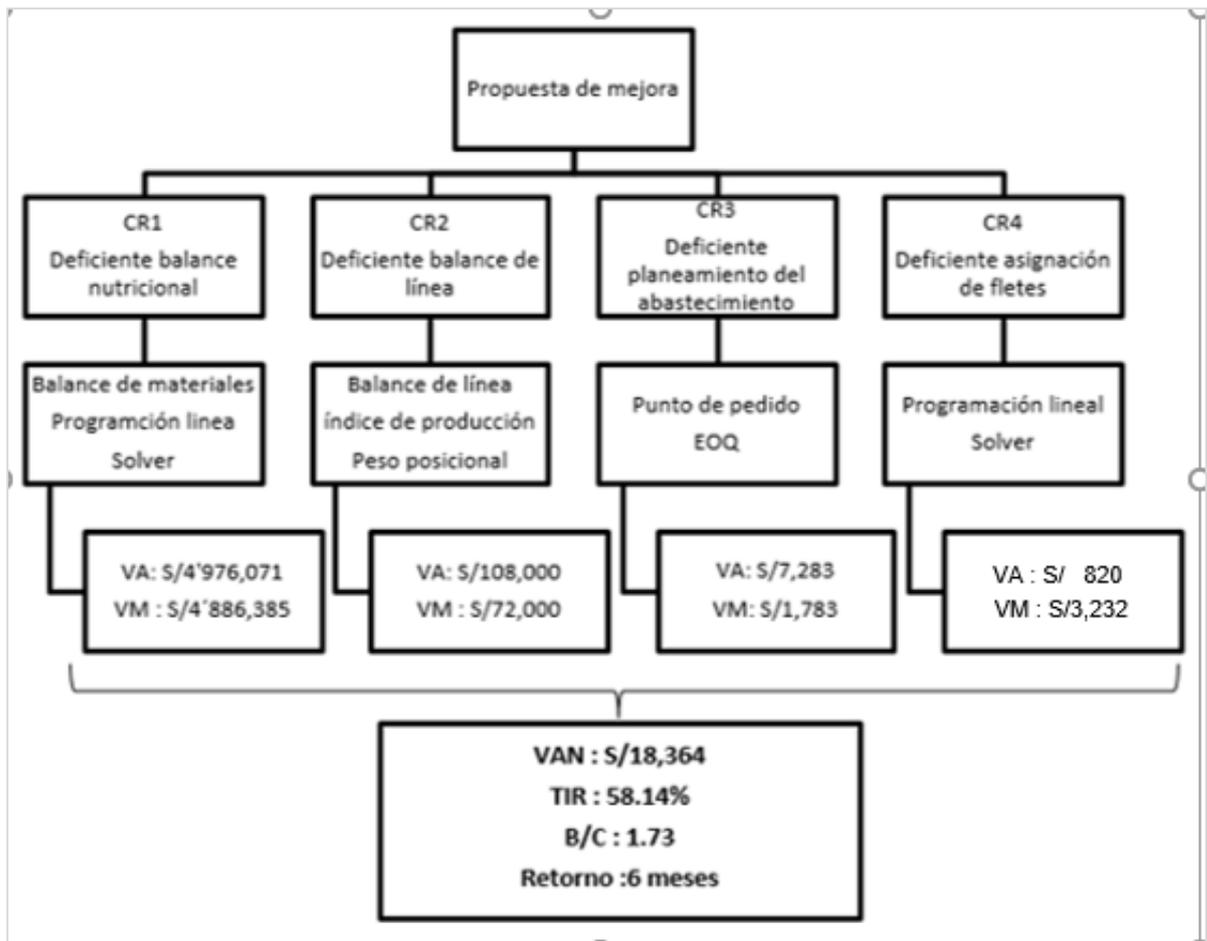


Figura 19. Esquema general de la propuesta

Fuente. Elaboración Propia.

Propuesta de mejora de la CR1: Deficiente balance nutricional

Se propone optimizar las fórmulas de los diferentes tipos de alimento balanceado, utilizando la herramienta de Excel, Solver.

Se debe cumplir con las restricciones nutricionales de la tabla consignada anteriormente.

Las dietas de aves de corral invariablemente contenían un 5 por ciento de harina de pescado, con una alimentación temprana de pollos de engorde y dietas de ponedoras que llegaban al 10 por ciento. Lo que evitó que la mayoría de los nutricionistas usen aún más harina de pescado en las dietas de aves de corral no fue el costo, sino su concentración en el aceite de pescado.

Con 10 por ciento de aceite, agregar 10 por ciento de harina de pescado en cualquier dieta da 1 por ciento de aceite de pescado, que es lo máximo que las aves tolerarán antes de comenzar a rechazar alimento o producir huevos con olor y sabor rancio 'a pescado'.

En razón a ello, la empresa considera que sus alimentos balanceados, no deberían contener más de 10% de harina de pescado, de buena calidad.

El polvillo de arroz, podría reemplazar hasta el 40% del maíz amarillo. Cantidades mayores, pueden causar diarrea en las aves (Cuca, 1978)

La empresa considera prudente, no sobrepasar el 5% del total del alimento. Con cantidades mayores, obtuvieron malos resultados, conforme se citó.

El grano de sorgo se compara muy favorablemente con el maíz en cuanto a la calidad nutricional, y con la ventaja adicional de la tolerancia a las inclemencias climáticas, se podría incorporar económicamente en la dieta de no rumiantes y de aliviar la presión de la demanda de maíz, si el precio es favorable". El consenso de los nutriólogos de todo el mundo es que el valor nutritivo para las aves del sorgo es similar al del maíz, siempre que se utilicen variedades bajas en o sin tanino. (elsitioavicola.com).

El problema actual del sorgo, es su poca disponibilidad, por gran demanda mundial. Por ello, el molino considera que su uso, no debe exceder el 10% del total del *batch*.

Tabla 17.

Solver optimización Alimento Inicio

ALIMENTO INICIO MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	20.428	23.61	9.40%	1.920	3.80%	0.776	0.03%	0.006	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	13.246	25.43	46.50%	6.159	1.60%	0.212	0.32%	0.042	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	2.500	1.86	13.00%	0.325	14.80%	0.370	0.16%	0.004	1.05%
Harina de pescado	6.200	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%
Afrecho	0.630	7.704	4.85	15.00%	1.156	3.20%	0.247	0.14%	0.011	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	0.603	1.14	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.200	21.00%
Sal común	0.343	0.215	0.07	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.117	0.76	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.137	1.46	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/64.14		10.000		1.745		0.265	

ALIMENTO INICIO MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.059	0.00%	0.000	2.60%	0.531	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	688.430
Torta de Soya boliviana	0.041	0.00%	0.000	3.80%	0.503	2.90%	0.384	0.65%	0.086	3,320	439.751
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.026	0.00%	0.000	6.20%	0.155	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	49.250
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.000
Afrecho	0.025	0.00%	0.000	11.00%	0.847	0.50%	0.039	0.16%	0.012	1,260	97.069
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.127	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.085	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.117	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.137	-	0.000
	0.283		0.085		2.187		0.550		0.240		1,450

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/64.14 por saco. El costo actual es S/64.60.

Tabla 18.

Solver optimización Alimento Crecimiento

ALIMENTO CRECIMIENTO MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	19.750	22.83	9.40%	1.856	3.80%	0.750	0.03%	0.006	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	11.119	21.35	46.50%	5.170	1.60%	0.178	0.32%	0.036	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%
Afrecho	0.204	11.888	2.43	15.00%	1.783	3.20%	0.380	0.14%	0.017	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.500	9.51	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	1.329	2.51	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.440	21.00%
Sal común	0.343	0.202	0.07	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.108	0.70	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.104	1.11	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/64.50		9.250		1.449		0.500	

ALIMENTO CRECIMIENTO MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.057	0.00%	0.000	2.60%	0.513	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	665.559
Torta de Soya boliviana	0.034	0.00%	0.000	3.80%	0.423	2.90%	0.322	0.65%	0.072	3,320	369.147
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.000
Afrecho	0.038	0.00%	0.000	11.00%	1.308	0.50%	0.059	0.16%	0.019	1,260	149.794
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.279	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.080	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.108	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.104	-	0.000
	0.414		0.080		2.394		0.500		0.200		1,360

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/64.50 por saco. El costo actual es S/65.70

Tabla 19.

Solver optimización Alimento Desarrollo

ALIMENTO DESARROLLO MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	24.966	28.86	9.40%	2.347	3.80%	0.949	0.03%	0.007	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	5.422	10.41	46.50%	2.521	1.60%	0.087	0.32%	0.017	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%
Afrecho	0.204	12.946	2.64	15.00%	1.942	3.20%	0.414	0.14%	0.018	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	1.224	2.31	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.405	21.00%
Sal común	0.343	0.189	0.06	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.093	0.60	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.110	1.17	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/51.01		7.250		1.590		0.450	

ALIMENTO DESARROLLO MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.072	0.00%	0.000	2.60%	0.649	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	841.368
Torta de Soya boliviana	0.017	0.00%	0.000	3.80%	0.206	2.90%	0.157	0.65%	0.035	3,320	180.014
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.000
Afrecho	0.041	0.00%	0.000	11.00%	1.424	0.50%	0.065	0.16%	0.021	1,260	163.117
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.257	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.075	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.093	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.110	-	0.000
	0.393		0.075		2.429		0.325		0.170		1,360

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/51.01 por saco. El costo actual es S/52.00.

Tabla 20.

Solver optimización Alimento Pre-Postura

ALIMENTO PRE POSTURA MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	21.292	24.61	9.40%	2.001	3.80%	0.809	0.03%	0.006	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	11.109	21.33	46.50%	5.166	1.60%	0.178	0.32%	0.036	0.31%
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	0.244	0.18	13.00%	0.032	14.80%	0.036	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%
Afrecho	0.204	7.408	1.51	15.00%	1.111	3.20%	0.237	0.14%	0.010	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	2.856	5.39	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.945	21.00%
Sal común	0.343	1.894	0.65	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.056	0.36	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.091	0.97	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%

	50.00		S/59.96		8.750		1.400		1.000		
ALIMENTO PRE POSTURA MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.062	0.00%	0.000	2.60%	0.554	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	717.537
Torta de Soya boliviana	0.034	0.00%	0.000	3.80%	0.422	2.90%	0.322	0.65%	0.072	3,320	368.814
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.003	0.00%	0.000	6.20%	0.015	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	4.806
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.000
Afrecho	0.024	0.00%	0.000	11.00%	0.815	0.50%	0.037	0.16%	0.012	1,260	93.344
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.600	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.750	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.056	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.091	-	0.000
	0.727		0.750		1.956		0.425		0.180		1,360

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/59.96 por saco. El costo actual es S/62.00.

Tabla 21.

Solver optimización Alimento Postura

ALIMENTO POSTURA MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo
Maiz amarillo duro	1.156	25.361	29.32	9.40%	2.384	3.80%	0.964	0.03%	0.008	0.29%
Torta de Soya boliviana	1.920	7.163	13.75	46.50%	3.331	1.60%	0.115	0.32%	0.023	0.31%
Sorgo	0.800	4.999	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%
Polvillo de arroz	0.742	0.001	0.00	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%
Harina de pescado	6.200	0.011	0.07	65.00%	0.007	8.00%	0.001	5.50%	0.001	3.00%
Afrecho	0.204	7.280	1.49	15.00%	1.092	3.20%	0.233	0.14%	0.010	0.32%
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	4.470	8.43	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	1.480	21.00%
Sal común	0.343	0.209	0.07	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Lisina HCL	6.470	0.191	1.24	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Metionina DL	10.656	0.265	2.83	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
		50.00	S/62.14		7.254		1.452		1.523	

ALIMENTO POSTURA MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.074	0.00%	0.000	2.60%	0.659	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	854.674
Torta de Soya boliviana	0.022	0.00%	0.000	3.80%	0.272	2.90%	0.208	0.65%	0.047	3,320	237.825
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.004	3,510	175.454
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.014
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.306
Afrecho	0.023	0.00%	0.000	11.00%	0.801	0.50%	0.036	0.16%	0.012	1,260	91.726
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.939	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.083	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.191	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.265	-	0.000
	1.063		0.083		1.882		0.446		0.328		1,360

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/62.14 por saco. El costo actual es S/62.70.

Tabla 22.

Solver optimización Alimento Final

ALIMENTO FINAL MEJORADO	Costo/Kg	Fórmula	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo	
Maiz amarillo duro	1.156	24.269	28.05	9.40%	2.281	3.80%	0.922	0.03%	0.007	0.29%	
Torta de Soya boliviana	1.920	7.640	14.67	46.50%	3.553	1.60%	0.122	0.32%	0.024	0.31%	
Sorgo	0.800	5.000	4.00	8.80%	0.440	2.80%	0.140	0.04%	0.002	0.10%	
Polvillo de arroz	0.742	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%	
Harina de pescado	6.200	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%	
Afrecho	0.204	8.174	1.67	15.00%	1.226	3.20%	0.262	0.14%	0.011	0.32%	
Pre mezcla vitamínica	19.029	0.050	0.95	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	
Fosfato di-cálcico Fosbic	1.886	4.395	8.29	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	1.455	21.00%	
Sal común	0.343	0.177	0.06	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	
Lisina HCL	6.470	0.068	0.44	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	
Metionina DL	10.656	0.228	2.43	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	
	50.00	S/60.56			7.500		1.446		1.500		
ALIMENTO FINAL MEJORADO	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/Kilo	Total Kilo-calorías
Maiz amarillo duro	0.070	0.00%	0.000	2.60%	0.631	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	817.858
Torta de Soya boliviana	0.024	0.00%	0.000	3.80%	0.290	2.90%	0.222	0.65%	0.050	3,320	253.654
Sorgo	0.005	0.00%	0.000	3.00%	0.150	0.20%	0.010	0.09%	0.005	3,510	175.500
Polvillo de arroz	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	0.000
Harina de pescado	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	0.000
Afrecho	0.026	0.00%	0.000	11.00%	0.899	0.50%	0.041	0.16%	0.013	1,260	102.989
Pre mezcla vitamínica	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Fosfato di-cálcico Fosbic	0.923	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Sal común	0.000	39.60%	0.070	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	0.000
Lisina HCL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.068	0.00%	0.000	-	0.000
Metionina DL	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.228	-	0.000
	1.048		0.070		1.970		0.340		0.295		1,350

Fuente. Elaboración Propia.

El costo optimizado es S/60.56 por saco. El costo actual es S/61.10.

Tabla 23.
Resumen de costos y beneficios

	Bolsas vendidas 2020	Fórmulas actuales		Costo fórmula propuesta	Costo Fórmulas (Beneficio anual)	
		Tipo	Costo fórmula			
	14,767	Inicio	64.600	64.138	S/	6,826
	16,408	Crecimiento	65.700	64.504	S/	19,626
	20,510	Desarrollo	52.000	51.006	S/	20,386
	13,126	Pre postura	62.000	59.957	S/	26,813
	10,665	Postura	62.140	61.369	S/	8,223
	6,563	Final	61.100	60.557	S/	3,564
Total	82,040				S/	85,439

Fuente. Elaboración Propia.

Las fórmulas propuestas, cumplen los requisitos nutricionales, con un ahorro de S/83,154.

Propuesta de mejora de la CR2: Deficiente balance de línea

Considerando los tiempos consignados en el diagrama de operaciones, se procedió a confeccionar el siguiente balance de línea, con estas consideraciones:

- a) Las operaciones están en orden de secuencia
- b) Se determina cuál es la actividad más lenta, que será la que defina el tiempo de ciclo. En este caso, es la molienda, que demora 144 segundos por *batch* de 500 kilos.
- c) Se determina las estaciones de trabajo, que reunirá a actividades, cuya sumatoria de tiempos estándar, no exceda al tiempo de ciclo y que podrían colaborar entre sí, sin afectar el flujo del proceso, desde la molienda hasta el envasado.
- d) El embolsado con la propuesta de mejora, debe ser realizado necesariamente por un operario dedicado de manera exclusiva, pues implica el uso de una máquina llenadora y pesadora, semi-automática.

Tabla 24.
Balance de línea

	Seg/Batch de 500 Kg	Seg/saco	Indice de producción	Operarios óptimos	Redondeo Mejora	Operarios Actual
Pesar granos	320	32	0.0136	0.434	1	1
Moler maiz y sorgo	1440	144	0.0136	1.953	2	2
Pesar granos molidos	350	35	0.0136	0.475	1	1
Mezclar	300	30	0.0136	0.407		1
Embolsado manual	520	52	0.0136	0.705	1	2
Pesar	360	36	0.0136	0.488		1
Coser y codificar	254	25	0.0136	0.345	1	1
Paletizar	184	18	0.0136	0.250		
				5.057	6	9

Fuente. Elaboración Propia.

De acuerdo a este cálculo, con seis operarios, se puede realizar este proceso, de manera eficiente. Actualmente, lo ejecutan nueve operarios. El beneficio anual sería S/42,000 anuales.

Propuesta de mejora de la CR3: Deficiente planeamiento de abastecimiento

Se propone aplicar un plan de abastecimiento, que se adapte a la demanda poco variable que presenta la empresa, con las siguientes consideraciones:

- Se considera lead times actuales, pero se anticipa que la empresa debe trabajar mucho con los proveedores, para reducirlos, pues afecta directamente al tamaño de lote de compra.
- El punto de pedido, o momento donde se emitirán las órdenes de compra, está determinado por el consumo diario promedio, multiplicado por el lead time. A esta cantidad, se le agregará un colchón de seguridad de 10%.
- La cantidad a pedir cada vez que el inventario llega al punto de pedido, será el Lote Económico de Compra, EOQ, calculado con su fórmula específica:

Fórmula del lote económico de compra

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AS}{i}}$$

- d) Para determinar el EOQ de cada insumo, se requiere calcular previamente el costo administrativo de almacenamiento sobre el costo total de los insumos almacenados.
- e) Además, se necesita calcular el costo de emisión de cada orden de compra.

Tabla 25.

Costo de Almacenamiento

Remuneración del encargado de almacén	S/	2,500
Remuneración ayudante	S/	1,200
Remuneración administrativos	S/	1,500
Beneficios sociales	S/	1,027
Mantenimiento y limpieza	S/	1,000
Recibo de luz y alumbrado público	S/	1,000
Recibo de agua	S/	500
Gastos de oficina	S/	500
Total costo administrativo/mes	S/	9,227
Total costo administrativo/anual	S/	110,720
Monto anual de insumos	S/	5,192,419
Costo almacenamiento de insumos		2.13%

Fuente. Elaboración Propia.

El costo administrativo del almacenamiento de los insumos, es el 2.13% de su costo.

Tabla 26.

Costo de emisión de una orden de compra

	Mensual	Diaria	Horaria	Minuto	Minutos /orden	Costo/orden
Remuneración total de encargado de almacén	S/ 1,500	S/ 50	S/6.25	S/ 0.10	45	S/ 4.69
Costo administrativo varios (30%)	4,500	150	19	0	60	S/ 18.75
Costo total de emisión de un pedido (A)						S/ 23.44

Fuente. Elaboración Propia.

Se observa que emitir cada orden de compra de insumos, tiene un costo administrativo de S/23.44.

Con esta data, se procede a confeccionar la siguiente tabla, en la que se puede observar el punto de compra, que es el momento que se debe emitir una orden de compra, por una cantidad calculada como lote económico de compra.

Por practicidad, estos valores han sido redondeados.

Tabla 27.
Punto de pedido y lote económico de compra

INSUMO PARA ALIMENTOS BALANCEADOS	Unidades	Sacos x 50 kilos/año							Costo unitario(S/)
		14,767	16,408	20,510	13,126	10,665	6,563	82,040	
		Inicio	Crecimiento	Desarrollo	Pre-postura	Postura	Final	Total consumo actual	
Maiz amarillo duro	Kilos	301,667	324,050	512,061	279,486	270,483	159,281	1,847,028	1.156
Torta de Soya boliviana	Kilos	195,599	182,439	111,208	145,819	76,399	50,144	761,608	1.920
Sorgo	Kilos	73,836	82,040	102,550	65,632	53,312	32,816	410,186	0.800
Polvillo de arroz	Kilos	36,918	-	-	3,202	8	-	40,128	0.742
Harina de pescado	Kilos	-	-	-	-	113	-	113	6.200
Afrecho	Kilos	113,765	195,065	265,519	97,244	77,641	53,646	802,879	0.630
Pre mezcla vitamínica	Kilos	738	8,204	1,026	656	533	328	11,486	19.029
Fosfato di-cálcico Fosbic	Kilos	8,909	21,804	25,097	37,488	47,673	28,847	169,818	1.886
Sal común	Kilos	3,170	3,315	3,884	24,861	2,228	1,160	38,617	0.343
Lisina HCL	Kilos	1,733	1,774	1,908	732	2,041	443	8,632	6.470
Metionina DL	Kilos	2,024	1,710	2,247	1,200	2,829	1,495	11,505	10.656

INSUMO PARA ALIMENTOS BALANCEADOS	Unidades	Costo total anual	Lead time (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Punto de pedido redondeado	Costo de Almacenaje (S/)	Costo de emisión de órdenes (S/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Maiz amarillo duro	Kilos	2,135,164	7	San Martín	47,407	45,000	0.025	23.44	59,265	60,000
Torta de Soya boliviana	Kilos	1,462,287	15	Lima	41,888	40,000	0.041	23.44	29,530	30,000
Sorgo	Kilos	328,149	15	Lima	22,560	2,000	0.017	23.44	33,573	30,000
Polvillo de arroz	Kilos	29,775	5	Chepén	736	1,000	0.016	23.44	10,903	10,000
Harina de pescado	Kilos	703	5	Chimbote	2	10	0.132	23.44	201	201
Afrecho	Kilos	505,814	5	Trujillo	14,719	15,000	0.013	23.44	52,929	60,000
Pre mezcla vitamínica	Kilos	218,559	30	Lima	1,263	1,500	0.406	23.44	1,152	1,200
Fosfato di-cálcico Fosbic	Kilos	320,277	30	Lima	18,680	20,000	0.040	23.44	14,069	15,000
Sal común	Kilos	13,246	15	Lima	2,124	2,000	0.007	23.44	15,732	15,000
Lisina HCL	Kilos	55,849	30	Lima	950	1,000	0.138	23.44	1,713	2,000
Metionina DL	Kilos	122,596	30	Lima	1,266	1,500	0.227	23.44	1,541	2,000

S/ 5,192,419

Fuente. Elaboración Propia.

Propuesta de mejora de la CR4: Deficiente asignación de fletes

Se propone el uso del Solver para optimizar la asignación de fletes de los 36,200 sacos de alimentos balanceados, con las restricciones determinadas por su disponibilidad para realizar viajes, por los que se cobra al cliente S/1 por unidad y se paga al transportista, según su tarifa diferenciada, aceptada por ambas partes.

Tabla 28.
Optimización de la asignación de fletes

Sacos/viaje SOLVER	Transporte de alimento balanceado	Mansiche		Valdivia		Huanchaquito		La Hermelinda		Mercado Mayorista		Bolsa anuales	Costo anual de fletes de bolsas	Oferta viajes semanal	Capacidad anual de despacho
		Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados										
105	Camión	S/ 0.65		S/ 0.95		S/ 1.00		S/ 1.00		S/ 1.00		9,610	S/ 8,167	2	10,920
40	Motofurgon grande	S/ 0.70		S/ 0.90		S/ 0.80		S/ 1.00		S/ 1.00		10,400	S/ 8,612	5	10,400
25	Motofurgon chico	S/ 1.00		S/ 1.00		S/ 1.00		S/ 1.00		S/ 1.00		16,190	S/ 16,190	21	27,300

Fuente. Elaboración Propia.

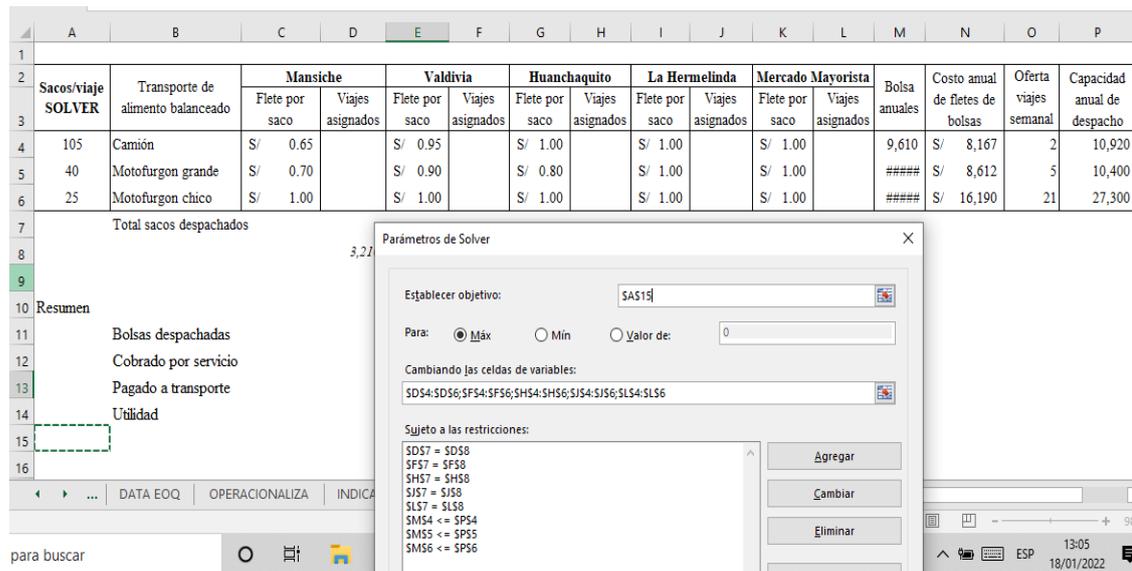


Figura 20. Planeamiento con Solver

Fuente. Elaboración Propia.

Se busca optimizar la utilidad que quedaría al molino, luego de cobrar S/1 a los clientes y pagar lo convenido a los transportistas.

SOLVER														Bolsa anuales	Costo anual de fletes de bolsas	Oferta viajes semanal	Capacidad anual de despacho
Sacos/viaje SOLVER	Transporte de alimento balanceado	Mansiche		Valdivia		Huanchaquito		La Hermelinda		Mercado Mayorista		Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados
		Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados	Flete por saco	Viajes asignados						
105	Camión	S/ 0.65	3,210	S/ 0.95	6,400	S/ 1.00	-	S/ 1.00	0	S/ 1.00	0	9,610	S/ 8,167	2	10,920		
40	Motofurgon grande	S/ 0.70	0	S/ 0.90	2,920	S/ 0.80	7,480	S/ 1.00	-	S/ 1.00	-	10,400	S/ 8,612	5	10,400		
25	Motofurgon chico	S/ 1.00	-	S/ 1.00	-	S/ 1.00	-	S/ 1.00	7,990	S/ 1.00	8,200	16,190	S/ 16,190	21	27,300		
Total sacos despachados			3,210	9,320	7,480	7,990	8,200	32,968	48,620								
			3,210	9,320	7,480	7,990	8,200	36,200									
Resumen																	
Bolsas despachadas		S/ 36,200															
Cobrado por servicio		S/ 36,200															
Pagado a transporte		S/ 32,968															
Utilidad		S/ 3,232															

Resultados de Solver

Solver encontró una solución. Se cumplen todas las restricciones y condiciones óptimas.

Conservar solución de Solver

Restaurar valores originales

Volver al cuadro de diálogo de parámetros de Solver

Informes de esquema

Informes: Responder, Sensibilidad, Límites

Figura 21. Solución con Solver

Fuente. Elaboración Propia.

Con esta asignación de fletes, la empresa logra tener un beneficio de S/3,232, en el año.

Evaluación económico-financiera

Inversión propuesta

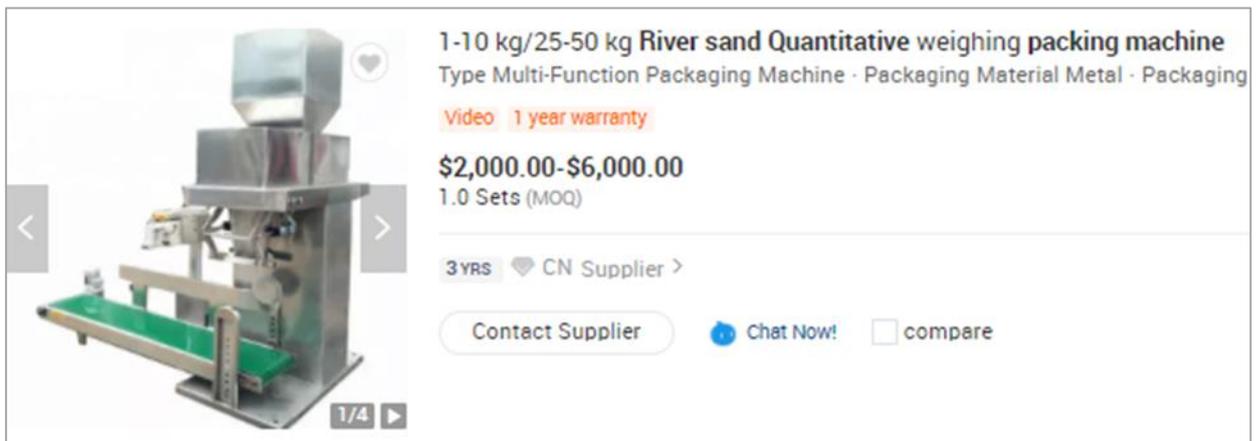


Figura 22. Envasadora y cosedora de sacos River Sand Quantitative weighing packing machine

Fuente : alibaba.com

Tabla 29.
Cotización de envasadora y cosedora de sacos

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Envasadora & cosedora	1	4,000.00	4,000	16,000
Flete				4,800
Seguro	3.0%			480
Base imponible				21,280
Ad valorem	4.0%			851
Agente aduana	1.5%			319
IGV	18.0%			3,830
Total				26,281
Flete local				500
Total				S/ 26,781

Fuente: alibaba.com
Elaboración propia

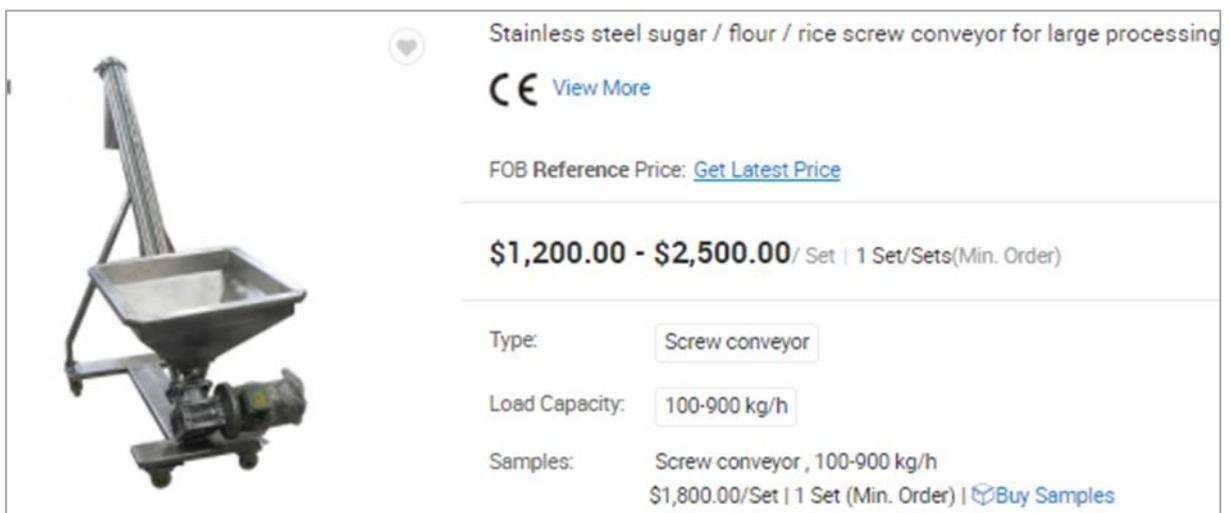


Figura 23. Alimentador para granos

Fuente : alibaba.com

Tabla 30.
Cotización de alimentador

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Alimentador	1	1,200.00	1,200	4,800
Flete				1,440
Seguro	3.0%			144
Base imponible				6,384
Ad valorem	4.0%			255
Agente aduana	1.5%			96
IGV	18.0%			1,149
Total				7,884
Flete local				300
Total				S/ 8,184

Fuente :alibaba.com

Elaboración propia

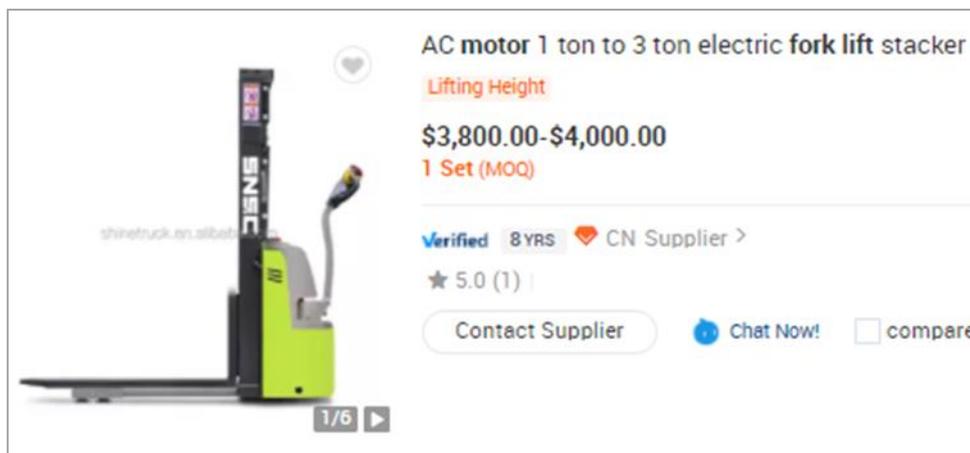


Figura 24. Montacarga

Fuente: alibaba.com

Tabla 31.
Cotización de montacarga

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Montacarga	1	4,000.00	4,000	16,000
Flete				4,800
Seguro	3.0%			480
Base imponible				21,280
Ad valorem	4.0%			851
Agente adu:	1.5%			319
IGV	18.0%			3,830
Total				26,281
Flete local				1,000
Total				S/ 27,281

Fuente : alibaba.com

Elaboración propia



LAPTOP ASUS K513EA-L12004T INTEL CORE I5 8GB RAM 512GB SSD 15.6"
SKU: 2004282893891P
★★★★★ (Sin Calificaciones)

La laptop K513EA-L12004T de Asus cuenta con un potente procesador Intel Core i5, 8GB de RAM, almacenamiento SSD de 512GB y un elegante y resistente chasis de aluminio

Normal S/ 4,299
Internet S/ 3,099
Tarjeta Ripley S/ 2,999
Descuento **-30%**

Figura 25. Cotización de laptop

Fuente : Ripley

Flujo de caja proyectado

Tabla 32.

Flujo de caja

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Inversión</u>													
Envasadora & Cosedora de bolsas	-S/	26,781											
Alimentador envasadora	-S/	8,184											
Instalación	-S/	8,000											
Computadora	-S/	3,000											
Total inversión	-S/	45,965											
<u>Ingresos</u>													
Mejora en margen por fórmula y layout	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	7,120	85,439
Mejora en asignación de fletes	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	5,465
Mejora en gestión de abastecimiento	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	5,500
Total ingresos	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	
Total ingresos actualizados	7,973	7,913	7,854	7,795	7,736	7,678	7,621	7,563	7,507	7,450	7,394	7,339	91,825
<u>Egresos</u>													
Capacitación en gestión de abastecimiento	-	3,000											3,000
Capacitación en estudio del trabajo	-	3,000											
Total egresos	-	3,000											3,000
Total egresos actualizados	-	2,977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,977
Saldo antes de impuestos	5,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	8,034	93,404
Impuesto a la renta	-	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	-2,410	28,021
Flujo	5,034	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	5,624	65,383
Flujo actualizado	-S/	45,965	4,996	5,539	5,498	5,457	5,416	5,375	5,334	5,294	5,255	5,215	5,176
													5,137
													S/
													63,692

TMAR	7.734%	ANUAL
	0.64%	MENSUAL
VAN	S/	17,277
TIR	52.880%	
B/C	1.71	
Tiempo de retorno (años)	0.5	
Tiempo de retorno (meses)	6	

Fuente. Elaboración Propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

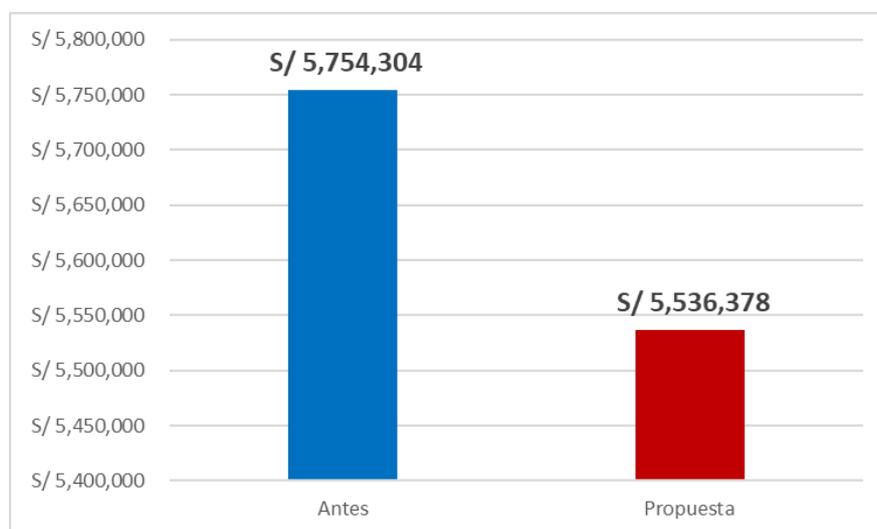


Figura 26. Costo anual en insumos de las fórmulas

Fuente. Elaboración Propia.

Luego de aplicar las herramientas de balance de masa, balance nutricional y optimización con Solver se logró disminuir el costo anual en insumos de las fórmulas.

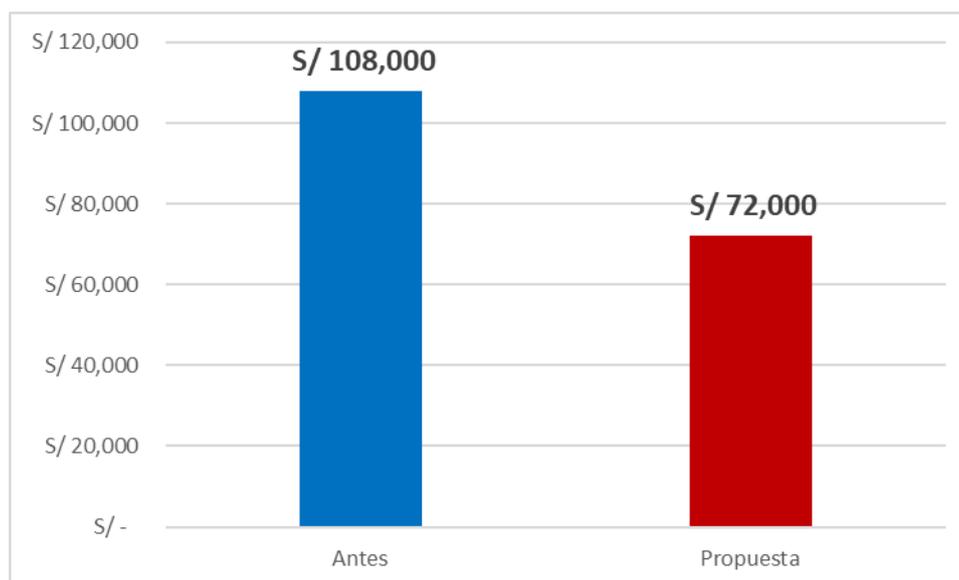


Figura 27. Costo anual de mano de obra

Fuente. Elaboración Propia.

Luego de aplicar las herramientas de estudio de trabajo y balance de línea se logró disminuir el costo anual de mano de obra.

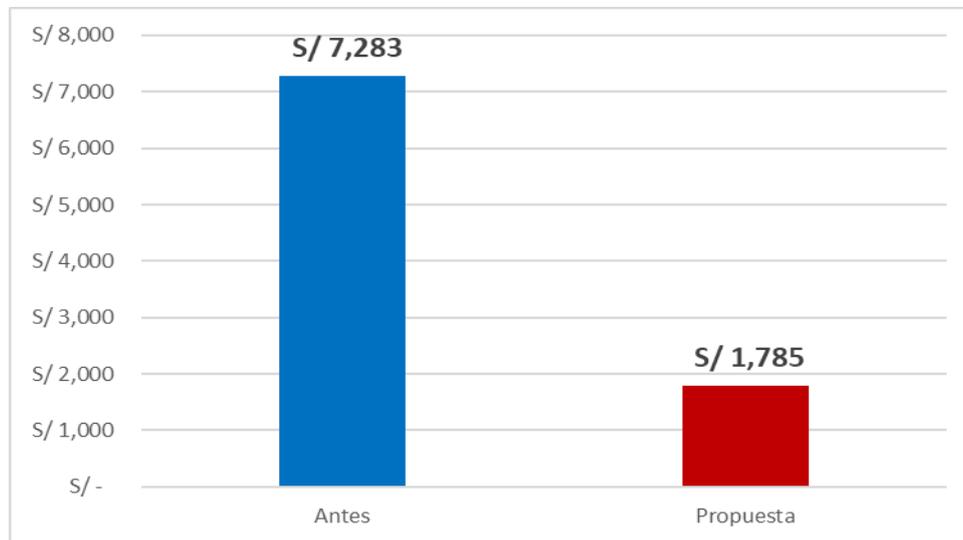


Figura 28. Costo de descarte por obsolescencia

Fuente. Elaboración Propia.

Luego de aplicar las herramientas de gestión de stocks se logró disminuir el costo de descarte por obsolescencia.

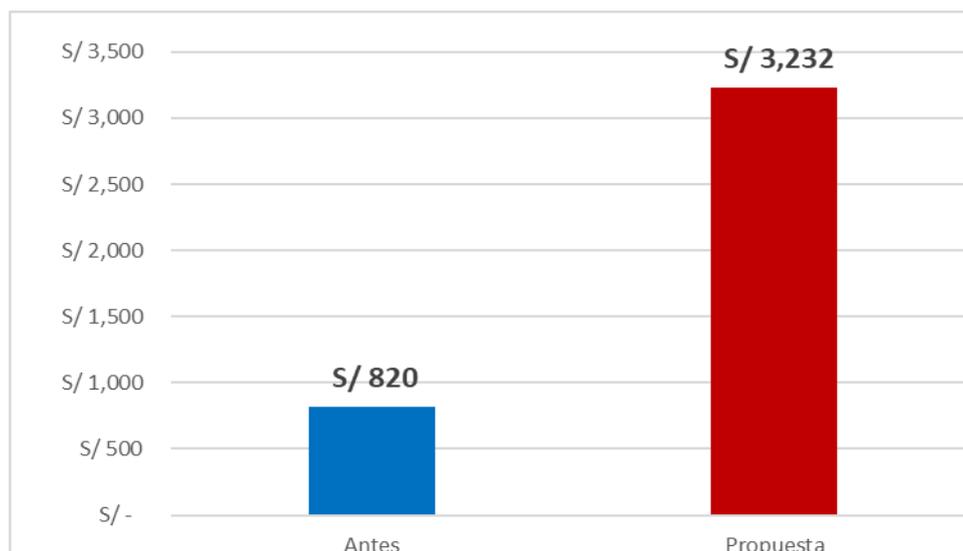


Figura 29. Utilidad proveniente de la asignación de fletes

Fuente. Elaboración Propia.

Luego de aplicar las herramientas de programación lineal y optimización con Solver se logró incrementar la utilidad proveniente de la asignación de fletes.

Estado de resultados

Tabla 33.
Estado de resultados

	Actual		Propuesta	
Venta de alimento balanceado	S/	6,513,863	S/	6,513,863
Beneficio balance de línea			S/	42,000
Beneficio mejor asignación de fletes			S/	2,412
Costo del alimento balanceado	-S/	5,754,304	-S/	5,536,378
Utilidad bruta	S/	759,559	S/	1,019,484
Depreciación	S/	-	-S/	1,361
Utilidad operativa	S/	759,559	S/	1,018,124
Gastos financieros	S/	-	-S/	3,262
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	759,559	S/	1,014,861
Impuesto a la renta	S/	227,868	-S/	304,458
Utilidad neta	S/	531,691	S/	710,403
Reserva (10%)	S/	-	S/	-
Resultado del ejercicio	S/	531,691	S/	710,403
Rentabilidad sobre ventas		8.2%		10.9%
				33.61%

Fuente. Elaboración Propia.

La rentabilidad sobre ventas actual es de 8.2% y luego de aplicar las herramientas de ingeniería industrial en la gestión de producción y logística se logra incrementar a 10.9%, esto al lograr una utilidad operativa de S/1,0218,124 al año.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Álvarez manifiesta que, en una Empresa de Manufactura en Ecuador, se desarrolló una metodología formal de planificación de compra de materiales, que supuso la implementación del MRP, con la que se redujo el saldo de inventario promedio en 25%. Igualmente, León y Martínez, sostienen que una inadecuada gestión de stocks, la resolvieron con el uso del MRP y reduciendo el costo de emitir órdenes de compra y de la administración del almacén.

En esta tesis, se decidió emplear el modelo EOQ en el que se determina el tamaño de lote, haciendo coincidir el costos de mantenimiento y colocación de pedidos y, teniendo en consideración que, en este rubro, no es usual, descuentos por volumen de compra y que se pretende manejar abastecimiento justo a tiempo.

El reaprovisionamiento se hará, observando el punto de pedido.

De esta manera, se espera reducir o eliminar el sobre stock, que puede conllevar a la infestación, que afectó el 0.13% del inventario costado de insumos.

Finalmente, se recomienda a la empresa, trabajar con los proveedores, acuerdos que permitan reducir el tiempo de aprovisionamiento.

Saldaña expresa que, bajar los costos de alimentación en aves ponedoras brinda una mayor competitividad al productor debido a que la alimentación representa el 80% de los costos de producción. El objetivo del estudio fue determinar una dieta no tradicional económicamente óptima para aves, mediante el uso de ingredientes sustitutos que cumplan con los requerimientos nutricionales. Para ello empleó el Solver y obtuvo un ahorro de costo 5.2%.

En la presente tesis, se empleó el Solver, para optimizar las fórmulas de los alimentos balanceados, para las diferentes etapas de vida, con los mismos ingredientes que se usan actualmente, consiguiéndose un ahorro de S/83,154, equivalente al 1.67% del costo anual de insumos.

Guerrero, manifiesta que consiguió reducir los desperdicios, en un molino de pilado de arroz, utilizando herramientas diversas, como matriz de riesgo, balance de materiales, estudio de tiempos, filosofía 5'S, mantenimiento de maquinaria, análisis ergonómico de los trabajadores, diseño de puestos de trabajo y programa de capacitación.

Mientras que, González y Reyes proponen herramientas, como la Planeación de Requerimientos de Distribución, Plan Maestro de Producción, Procedimiento de Trabajo KPI's de desempeño, Planificación de Requerimientos de Materiales, Gestión de Relaciones con Proveedores, Gestión de Relaciones con clientes, Kardex y KPI's logísticos. Con los cuales consiguieron obtener indicadores económico financieros, que denotaban la viabilidad del proyecto.

En la presente tesis, se empleó Balance de línea; optimización de fórmulas y de asignación de fletes; gestión de stocks con EOQ. Herramientas diferentes a las que consigna dicho autor, pero que demuestra que se pueden resolver problemas y aprovechar oportunidades de mejora, aplicando diferentes propuestas.

Se coincide plenamente con Del Águila, cuando menciona que, el desarrollo de las técnicas de investigación de operaciones, con todas sus herramientas, permite optimizar los procesos productivos para el mejor aprovechamiento de los recursos, y permitir que los productos sean de un relativo bajo costo de adquisición.

Continúa manifestando que, la aplicación de herramientas matemáticas y utilización de software especializado permite obtener fácilmente soluciones óptimas para la toma de decisiones en la formulación y manufactura de alimentos nutricionalmente fortalecidos. Finalmente recalca que la Programación Lineal constituye, una de las herramientas más poderosas utilizadas para la formulación de alimentos balanceados, para aplicaciones humanas y pecuarias, pues considera todos los requerimientos nutricionales que se quieren cubrir con el alimento que se está diseñando, además de tomar en cuenta los costos de cada insumo.

4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística disminuye los costos operativos de un molino de alimento balanceado en un 3.79%.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de producción y logística que afectan negativamente a los costos operativos de un molino de alimento balanceado.

Estas son: Pérdida por deficiente balance nutricional, pérdida por deficiente balance de línea, pérdida por deficiente planeamiento de abastecimiento y pérdida por deficiente asignación de fletes.

- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para disminuir los costos operativos de un molino de alimento balanceado como balance de masa, balance nutricional, optimización con solver, estudio del trabajo, balance de línea, gestión de stocks y programación lineal, obteniendo un beneficio total de S/132,404 al aplicar la propuesta de mejora.
- La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en el molino de alimento balanceado es viable económica y financieramente. Esto se demuestra con un VAN de S/17,727. Además, la Tasa Interna de Retorno es 72.88% y el Beneficio/Costo de 1.71, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/. 0.71. El retorno de la inversión será en 6 meses.

REFERENCIAS

- Álvarez, D. (2017). *Plan de implementación de MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales) en una empresa de manufactura de productos de consumo masivo caso: Quila Ecuador S.A.* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:123456789-1427114>
- Barón, D. y Zapata, L. (2012). *Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil* (Tesis de Grado). Universidad ICESI Facultad de Ingeniería departamento de Ingeniería Industrial Santiago de Cali.
- Boy, R. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de producción y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa textil de Trujillo en el año 2019* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Bravo, V. (2011). *Metodología Lean en las Pymes agroalimentarias ecuatorianas. Tesis para optar el grado de Máster en Gestión de la Calidad Alimentaria* (Tesis de Grado). Universidad Politécnica de Madrid: Escuela de Ingeniería Técnico Agrícola, Madrid, España.
- Caruajulca, B. (2017). *Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industries Fashion E.I.R.L.- Lima, 2017.* (Tesis de Grado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12397/Caruajulca_BB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chipana, N. y Ruiz, J. (2020) *Aplicación de la ingeniería de métodos para aumentar la producción de poleras en el área de costura en una empresa textil* (Tesis de Grado). Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Cruz, E. (2016). *Estudio para la mejora de estándares del proceso productivo en la empresa Materiales Industriales S.A de la organización Corona* (Tesis de Grado). Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Facultad seccional Sogamoso.
- Del Águila, T. (2018). *Optimización de la mezcla de dietas para la elaboración de alimento balanceado con requisitos predeterminados en aves de engorde* (Tesis de Postgrado).

- Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2854/TESIS%20MAESTRIA%20-%20TOBIAS%20DEL%20AGUILA%20ARCE.pdf?sequence=1>
- Domenech, J. (2010). Diagrama de Pareto.
- García, R. (2005). Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill.
- González, B. y Reyes, C. (2017). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en el molino de la empresa Avikonor S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13106>
- Guerrero, E. (2017). *Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9771?show=full>
- Hurtado, N. (2017). *Producción mundial de alimentos balanceados en acuicultura 2017*. Recuperado de <http://acuiculturaperu.blogspot.com/2017/01/produccion-mundial-de-alimentos.html>
- Leon, C. y Martinez, V. (2017). *Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) en la avícola Florian SRL de Chicama para reducir los costos de inventario de materia prima e insumos de la elaboración de alimento balanceado* (Tesis de Grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28108/navarrte_jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Manual de usuario del corelap (2020). *Manueal Corelap*. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/DOCUMENTOS%252FMANUAL+PROGRAMA%252FManual+Corelap+01.pdf>
- Muñoz, J. (2018). *Balance de línea para mejorar el flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. Recuperado de

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68619/1112767055.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peinado, J. y Reis, A. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* Centro universitario positivo. Curitiba- Brazil 2007.

Portillo, S. (2018). *Gorgojo*. Recuperado de <https://www.jardineriaon.com/gorgojo.html>

Redmidia (2018). *Historia del alimento balanceado*. Recuperado de <https://redmidia.com/alimentos/historia-alimento-balanceado/>

Saldaña, E. (2017). *Formulación de una dieta de mínimo costo por medio de sustitución de ingredientes tradicionales en aves ponedoras Hy-line Brown, Unidad Avícola, Zamorano* (Tesis de Grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1807/1/AGN-2013-T029.pdf>

Universidad Privada Telesup (2017). *Balanceo de Línea y Control de Producción*. Recuperado de <https://utelesup.edu.pe/blog-ingenieria-industrial-y-comercial/balanceo-de-linea-y-control-de-produccion/#:~:text=El%20objetivo%20fundamental%20de%20un,recursos%20e%20incluso%20inversiones%20econ%C3%B3micas>.

ANEXOS

Anexo 1. Costo Inicio Actual

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/64.600
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	9	S/ 5.00	18%	S/0.197
Total costos directos /bolsa				S/66.602
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				1.082
Vacaciones				0.097
Essalud				0.049
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/6.765
Total costo de producción				S/73.367
Margen	15.5%	S/		11.372
Valor venta		S/		84.739
igv	18%	S/		15.253
Precio de venta				S/ 100.0

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes
Operarios	9	S/. 5.00	S/ 10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producción	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
S/ 33,600					

Total planilla

Participación en la producción	18%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	1,231

Anexo 2. Costo Previamente Actual

		Costo/bolsa	
Costo de insumos		S/65.700	
Bolsa de polipropileno	1 unidad	S/	1.800
Ticket	1 unidad	S/	0.005
Costo empaques		S/1.805	
	Costo/hora	Participa	
Operarios	9 S/ 5.00	20%	S/0.197
Total costos directos /bolsa		S/67.702	
Costos indirectos			
Mano de obra indirecta			4.915
Gratificaciones			1.082
Vacaciones			0.108
Essalud			0.049
Servicios			0.146
Depreciación			0.037
Energía			0.439
Total costos indirectos		S/6.776	
Total costo de producción		S/74.478	
Margen	11.5%	S/	8.565
Valor venta		S/	83.043
igv	18%	S/	14.948
Precio de venta		S/ 98.0	

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes
Operarios	9 S/.	5.00	S/ 10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/ 9,000	S/ 10,000
Jefe de ventas	1	S/ 2,200	S/ 3,000
Jefe de planta	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Asistente administra	1	S/ 1,600	S/ 1,600
Vendedores	3	S/ 1,500	S/ 4,500
Contador	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe administrativo	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe de calidad	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Almacenero	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de producción	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de calidad	1	S/ 1,500	S/ 1,500
			S/ 33,600

Total planilla

	S/ 44,400
Participación en la producción	20%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	1,367

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/52.000
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	9	S/ 5.00	25%	S/0.197
Total costos directos /bolsa				S/54.002
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				1.082
Vacaciones				0.135
Essalud				0.049
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/6.803
Total costo de producción				S/60.805
Margen		14.3%	S/	8.695
Valor venta			S/	69.500
igv		18%	S/	12.510
Precio de venta				S/ 82.0

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes	
Operarios	9	S/. 5.00	S/	10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producción	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
				S/	33,600

Total planilla

	S/	44,400
Participación en la producción		25%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)		1,709

			Costo/bolsa	
Costo de insumos			S/62.000	
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques			S/1.805	
		Costo/hora	Participa	
Operarios	9	S/ 5.00	16%	S/0.197
Total costos directos /bolsa			S/64.002	
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				1.082
Vacaciones				0.541
Essalud				0.049
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos			S/7.209	
Total costo de producción			S/71.211	
Margen		10.7%	S/	7.620
Valor venta			S/	78.831
igv		18%	S/	14.190
Precio de venta			S/ 93.0	

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes	
Operarios	9	S/. 5.00	S/	10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producci	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
			S/	33,600	

Total planilla

	S/	44,400
Participación en la producción		16%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)		1,094

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/62.697
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	9	S/ 5.00	13%	S/0.197
Total costos directos /bolsa				S/64.699
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.913
Gratificaciones				1.082
Vacaciones				4.162
Essalud				0.049
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/10.828
Total costo de producción				S/75.527
Margen	15.2%	S/		11.480
Valor venta		S/		87.007
igv	18%	S/		15.661
Precio de venta				S/ 102.7

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes	
Operarios	9	S/. 5.00	S/	10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producci	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
			S/	33,600	

Total planilla

	S/	44,400
Participación en la producción		13%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)		889

Anexo 6. Costo Final Actual

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/61.100
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	9	S/ 5.00	8%	S/0.197
Total costos directos /bolsa				S/63.102
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				1.082
Vacaciones				0.541
Essalud				0.049
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/7.209
Total costo de producción				S/70.311
Margen	10.9%	S/		7.664
Valor venta		S/		77.975
igv	18%	S/		14.036
Precio de venta				S/ 92.0

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes
Operarios	9	S/. 5.00	S/ 10,800

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producci	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
				S/	33,600

Total planilla

	S/	44,400
Participación en la producción		8%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)		547

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/64.138
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	6	S/ 5.00	18%	S/0.132
Total costos directos /bolsa				S/66.074
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				0.995
Vacaciones				0.090
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/6.665
Total costo de producción				S/72.740
Margen	16.5%	S/		12.002
Valor venta		S/		84.742
igv	18%	S/		15.254
Precio de venta				S/ 100.0

Planilla mano de obra directa

Operarios	jornal	Total mes
Operarios	6 S/. 5.00	S/ 7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/ 9,000	S/ 10,000
Jefe de ventas	1	S/ 2,200	S/ 3,000
Jefe de planta	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Asistente administra	1	S/ 1,600	S/ 1,600
Vendedores	3	S/ 1,500	S/ 4,500
Contador	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe administrativo	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe de calidad	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Almacenero	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de producción	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de calidad	1	S/ 1,500	S/ 1,500
		S/ 33,600	

Total planilla

Participación en la producción	18%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	1,231

70.931

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/64.504
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	6	S/ 5.00	20%	S/0.132
Total costos directos /bolsa				S/66.441
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				0.995
Vacaciones				0.099
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/6.675
Total costo de producción				S/73.116
Margen		13.6%	S/	9.944
Valor venta			S/	83.059
igv		18%	S/	14.951
Precio de venta				S/ 98.0

Planilla mano de obra directa

	Operarios	jornal	Total mes	
Operarios	6 S/.	5.00	S/	7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producción	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
				S/	33,600

Total planilla

Participación en la producción					20%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)					1,367

Anexo 9. Costo Desarrollo Óptimo

			Costo/bolsa	
Costo de insumos			S/51.006	
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques			S/1.805	
		Costo/hora Participa		
Operarios	6	S/ 5.00 25%	S/	0.132
Total costos directos /bolsa			S/52.943	
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				0.995
Vacaciones				0.124
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos			S/6.700	
Total costo de producción			S/59.643	
Margen	16.5%	S/	9.841	
Valor venta		S/	69.484	
igv	18%	S/	12.507	
Precio de venta			S/ 82.0	

Planilla mano de obra directa

Operarios	jornal	Total mes
Operarios	6 S/. 5.00	S/ 7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/ 9,000	S/ 10,000
Jefe de ventas	1	S/ 2,200	S/ 3,000
Jefe de planta	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Asistente administra	1	S/ 1,600	S/ 1,600
Vendedores	3	S/ 1,500	S/ 4,500
Contador	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe administrativo	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe de calidad	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Almacenero	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de producci	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de calidad	1	S/ 1,500	S/ 1,500
		S/ 33,600	

Total planilla

Total planilla	S/ 40,800
Participación en la producción	25%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	1,709
57.825	

78

Anexo 10. Costo Pre-Postura Óptimo

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/59.957
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	6	S/ 5.00	16%	S/0.132
Total costos directos /bolsa				S/61.894
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				0.995
Vacaciones				0.497
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/7.073
Total costo de producción				S/68.967
Margen		14.3%	S/	9.862
Valor venta			S/	78.829
igv		18%	S/	14.189
Precio de venta				S/ 93.0

Planilla mano de obra directa

Operarios	jornal	Total mes
Operarios	6 S/. 5.00	S/ 7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/ 9,000	S/ 10,000
Jefe de ventas	1	S/ 2,200	S/ 3,000
Jefe de planta	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Asistente administra	1	S/ 1,600	S/ 1,600
Vendedores	3	S/ 1,500	S/ 4,500
Contador	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe administrativo	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe de calidad	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Almacenero	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de producci	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de calidad	1	S/ 1,500	S/ 1,500
		S/ 33,600	

Total planilla

Participación en la producción	16%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	1,094
Total planilla	S/ 40,800

Anexo 11. Costo Postura Óptimo

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/62.140
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	6	S/ 5.00	13%	S/0.132
Total costos directos /bolsa				S/64.077
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.913
Gratificaciones				0.994
Vacaciones				3.825
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/10.399
Total costo de producción				S/74.475
Margen		13.8%	S/	10.278
Valor venta			S/	84.753
igv		18%	S/	15.255
Precio de venta			S/	100.0

Planilla mano de obra directa

Operarios	jornal	Total mes
Operarios	6 S/. 5.00	S/ 7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/ 9,000	S/ 10,000
Jefe de ventas	1	S/ 2,200	S/ 3,000
Jefe de planta	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Asistente administra	1	S/ 1,600	S/ 1,600
Vendedores	3	S/ 1,500	S/ 4,500
Contador	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe administrativo	1	S/ 2,200	S/ 2,200
Jefe de calidad	1	S/ 2,800	S/ 2,800
Almacenero	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de producci	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Supervisor de calidad	1	S/ 1,500	S/ 1,500
			S/ 33,600

Total planilla

Participación en la producción	13%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)	889
Total planilla	S/ 40,800

Anexo 12. Costo Final Óptima

				Costo/bolsa
Costo de insumos				S/60.557
Bolsa de polipropileno	1	unidad	S/	1.800
Ticket	1	unidad	S/	0.005
Costo empaques				S/1.805
		Costo/hora	Participa	
Operarios	6	S/ 5.00	8%	S/0.132
Total costos directos /bolsa				S/62.494
Costos indirectos				
Mano de obra indirecta				4.915
Gratificaciones				0.995
Vacaciones				0.497
Essalud				0.045
Servicios				0.146
Depreciación				0.037
Energía				0.439
Total costos indirectos				S/7.073
Total costo de producción				S/69.567
Margen		13.1%	S/	9.113
Valor venta			S/	78.680
igv		18%	S/	14.162
Precio de venta			S/	92.8

Planilla mano de obra directa

Operarios	Operarios	jornal	Total mes
Operarios	6	S/. 5.00	S/ 7,200

Planilla mano de obra indirecta

Gerente	1	S/	9,000	S/	10,000
Jefe de ventas	1	S/	2,200	S/	3,000
Jefe de planta	1	S/	2,800	S/	2,800
Asistente administra	1	S/	1,600	S/	1,600
Vendedores	3	S/	1,500	S/	4,500
Contador	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe administrativo	1	S/	2,200	S/	2,200
Jefe de calidad	1	S/	2,800	S/	2,800
Almacenero	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de producci	1	S/	1,500	S/	1,500
Supervisor de calidad	1	S/	1,500	S/	1,500
				S/	33,600

Total planilla

	S/	40,800
Participación en la producción		8%
Producción promedio mes de este tipo de alimento (bolsas)		547