

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN, LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UN MOLINO DE ALIMENTO BALANCEADO, TRUJILLO, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Bach. Brenda Milagritos Pulido Valle

Bach. Pamela Julissa Ullauri Aranda

Asesor:

Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

Dedicado en primer lugar a Dios por permitirme estar aquí cumpliendo mis sueños. A mi mamá Nancy, por ser el pilar más importante y demostrarme su cariño y apoyo incondicional, sin ti nada de esto fuese posible. A mi mamá María, por su cuidado, paciencia y amor para hacer de mí una mejor persona. A mi tía Betty, a quien amo como una madre. A mi hermano Renato, te quiero infinitamente, quiero ser un ejemplo para ti. A mi familia en general por haberme inculcado buenos valores, ganas de superación, humildad y sacrificio. A una persona muy especial que me brindo todo su amor, soporte y comprensión.

Brenda Pulido

La presente tesis se la dedico a Dios en primer lugar por mantenerme con salud y por haber cumplido una de mis metas. A mis padres, Martin y Sonia, que siempre me motivaron y alentaron a seguir adelante, gracias por tenerme paciencia, por sus consejos, por sus enseñanzas y por ser la persona que soy ahora. A mi hermana Fiorella, que siempre me brindó su apoyo en todo momento. A mi sobrino Carlitos, quien es motivo de inspiración y felicidad espero que este logro lo tome como un impulso para seguir adelante y sea el orgullo de la familia. A mi abuela, que ya no está conmigo pero que desde el cielo siempre me cuida e ilumina mi camino.

Pamela Ullauri

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos y guiarnos a realizar esta tesis. También a nuestros padres que nos apoyaron en todo momento moralmente para obtener un logro más en nuestra carrera universitaria.

A Brenda, por ser no solo ser mi compañera de tesis sino mi mejor amiga que a pesar de tener contratiempos siempre existió la comunicación y buena onda de arreglar y hacer bien las cosas con mucho esfuerzo y dedicación para lograr una de nuestras metas.

Así mismo, agradecer a la Universidad Privada del Norte y a los profesores quienes, con su enseñanza, sus conocimientos hicieron que logremos crecer día a día como profesional, gracias por su paciencia, dedicación y apoyo durante estos 5 años de carrera universitaria.

De igual forma, agradezco a mi asesor de tesis al Ing. Luis Alfredo Mantilla, que durante este proceso nos ayudó con su dirección, conocimiento, colaboración, enseñanzas y correcciones que permitieron el desarrollo de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCION.....</b>	<b>10</b>
1.1. Realidad Problemática.....	10
1.2. Antecedentes de la Investigación.....	13
1.2.1. Antecedente internacional.....	13
1.2.2. Antecedente Nacional.....	15
1.2.3. Antecedente Local.....	17
1.3. Bases Teóricas.....	18
1.4. Definición de Términos.....	34
1.5. Formulación del Problema.....	40
1.6. Objetivos.....	40
1.6.1. Objetivo General.....	40
1.6.2. Objetivos Específicos.....	40
1.7. Hipótesis.....	40
1.8. Variables.....	41
1.8.1. Variable independiente.....	41
1.8.2. Variable dependiente.....	41
1.9. Operacionalización de Variables.....	41
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>44</b>
2.1. Tipo de Investigación.....	44
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	44
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y Análisis de Datos.....	45
2.4. Procedimiento.....	45
2.4.1. Misión y Visión:.....	46
2.4.2. Organigrama.....	46
2.4.3. Distribución de la Empresa.....	47
2.4.4. Clientes.....	47
2.4.5. Proveedores.....	47
2.4.6. Principales Productos y/o servicios.....	48
2.4.7. FODA.....	48
2.4.8. Cadena de Valor.....	49
2.4.9. Mapa de Procesos.....	49
2.4.10. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa.....	50
2.5. Diagnóstico de problemáticas principales.....	51
2.5.1. Diagrama de Ishikawa.....	51

2.5.2.	<i>Matriz de Priorización de las Causas Raíz</i> .....	54
2.5.3.	<i>Matriz de Indicadores</i> .....	57
2.5.4.	<i>Evaluación Económica y Financiera</i> .....	118
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>125</b>
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>130</b>
4.1.	Discusión.....	130
4.2.	Conclusiones.....	132
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>133</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos</i> .....	44
Tabla 2. <i>Instrumentos y métodos de procesamiento de datos</i> .....	45
Tabla 3. FODA de la empresa .....	48
Tabla 4. <i>Priorización Costos de causa raíz</i> .....	54
Tabla 5. <i>Situación actual de la problemática de la empresa</i> .....	62
Tabla 6 <i>Resumen de causas de rotura de stock</i> .....	63
Tabla 7 <i>Disponibilidad de los equipos</i> .....	68
Tabla 8 <i>Venta en sacos alimento inicial 2017</i> .....	70
Tabla 9 <i>Venta en sacos alimento inicial 2018</i> .....	71
Tabla 10 <i>Venta en sacos alimento inicial 2019</i> .....	71
Tabla 11 <i>Índice de estacionalidad de alimento inicial</i> .....	71
Tabla 12 <i>Venta en sacos alimento crecimiento 2017</i> .....	75
Tabla 13 <i>Venta en sacos alimento crecimiento 2018</i> .....	75
Tabla 14 <i>Índice de estacionalidad</i> .....	75
Tabla 15 <i>Ventas alimento desarrollo 2017</i> .....	79
Tabla 16 <i>Ventas alimento desarrollo 2018</i> .....	79
Tabla 17 <i>Índice de estacionalidad del alimento desarrollo 2018</i> .....	79
Tabla 18 <i>Ventas alimento para ponedoras 2017</i> .....	83
Tabla 19 <i>Ventas alimento para ponedoras 2018</i> .....	83
Tabla 20 <i>Índice de estacionalidad del alimento para ponedoras 2018</i> .....	83
Tabla 21 <i>Ventas reales alimento inicial 2019</i> .....	87
Tabla 22 <i>Ventas con pronóstico estacional del alimento inicial 2020</i> .....	87
Tabla 23 <i>Ventas reales alimento crecimiento 2019</i> .....	88
Tabla 24 <i>Ventas con pronóstico estacional para alimento crecimiento 2019</i> .....	88
Tabla 25 <i>Ventas reales alimento para desarrollo 2019</i> .....	89
Tabla 26 <i>Ventas con pronóstico estacional para alimento para desarrollo 2019</i> .....	89
Tabla 27 <i>Ventas reales para alimento para ponedoras 2019</i> .....	90
Tabla 28 <i>Propuesta de mejora (reemplazando la proyección en la fila de Producido)</i> .....	90
Tabla 29 <i>Índice de rotación del maíz 2019</i> .....	96
Tabla 30 <i>Índice de rotación del afrecho 2019</i> .....	96
Tabla 31 <i>Índice de rotación de soya 2019</i> .....	96
Tabla 32 <i>Índice de rotación del arroz 2019</i> .....	97
Tabla 33 <i>Consumo diario y lote de compra 2019</i> .....	99
Tabla 34 <i>Resumen del impacto simulado 2019</i> .....	111
Tabla 35 <i>Costo del termómetro</i> .....	119
Tabla 36 <i>Costo del higrómetro</i> .....	120
Tabla 37 <i>Costo del medidor de humedad de granos</i> .....	121
Tabla 38 <i>Costo del rack</i> .....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Crecimiento del Alimento Balanceado a nivel Global.....	10
<i>Figura 2.</i> Principales especies.....	11
<i>Figura 3.</i> Etapas de vida del pollo.....	12
<i>Figura 4.</i> Horizonte de planeación de 3 a 18 meses.....	19
<i>Figura 5.</i> Métodos de Pronóstico.....	21
<i>Figura 6.</i> Diagrama de Ishikawa.....	22
<i>Figura 7.</i> Esquema general de actividades para realizar un AMEF.....	23
<i>Figura 8.</i> Tipos de indicadores Kpis.....	25
<i>Figura 9.</i> Tipos de Carga.....	29
<i>Figura 10.</i> Tipos de Mantenimiento.....	30
<i>Figura 11.</i> Diagrama de Gantt.....	33
<i>Figura 12.</i> Evolución de los softwares de gestión de empresa.....	35
<i>Figura 13.</i> Definición de Gestión de Inventarios.....	36
<i>Figura 14.</i> Procesos de la Gestión de Almacén.....	37
<i>Figura 15.</i> Componentes del Proceso de Compras.....	38
<i>Figura 16.</i> Operacionalización de variables.....	43
<i>Figura 17.</i> Procedimiento de trabajo en el molino de alimento balanceado.....	45
<i>Figura 18.</i> Organigrama de la empresa.....	46
<i>Figura 19.</i> Layout actual.....	47
<i>Figura 20.</i> Cadena de Valor.....	49
<i>Figura 21.</i> Mapa de procesos.....	49
<i>Figura 22.</i> Diagrama de operaciones actual.....	50
<i>Figura 23.</i> Diagrama Causa Efecto de la problemática de mantenimiento de la empresa.....	51
<i>Figura 24.</i> Diagrama Causa Efecto de la problemática de producción de la empresa.....	52
<i>Figura 25.</i> Diagrama Causa Efecto de la problemática de logística de la empresa.....	53
<i>Figura 26.</i> Pareto de causas raíces.....	54
<i>Figura 27.</i> Matriz de Vester.....	55
<i>Figura 28.</i> Causa Raíz pasivas, críticas, indiferentes y activas.....	56
<i>Figura 29.</i> Matriz de indicadores.....	58
<i>Figura 30.</i> Cálculo índice de rotación.....	61
<i>Figura 31.</i> Causas de rotura de stock.....	63
<i>Figura 32.</i> Monetización de pérdidas.....	64
<i>Figura 33.</i> Evaluación del MTTR y MTBF de la mezcladora.....	65
<i>Figura 34.</i> Evaluación del MTTR y MTBF de la balanza.....	66
<i>Figura 35.</i> Evaluación del MTTR y MTBF del molino #1.....	66
<i>Figura 36.</i> Evaluación del MTTR y MTBF del molino #2.....	67
<i>Figura 37.</i> Interacción de las máquinas.....	67
<i>Figura 38.</i> Matriz de criticidad.....	68
<i>Figura 39.</i> Matriz AMFE de la mezcladora.....	69
<i>Figura 40.</i> Plan de mantenimiento semanal de la mezcladora.....	70
<i>Figura 41.</i> Proyección alimento inicial.....	72
<i>Figura 42.</i> Pronóstico estacional del alimento inicial y MAD.....	73
<i>Figura 43.</i> Pronóstico de regresión cuadrática del alimento inicial y MAD.....	74
<i>Figura 44.</i> Proyección alimento crecimiento.....	76
<i>Figura 45.</i> Pronóstico estacional del alimento crecimiento y MAD.....	77
<i>Figura 46.</i> Pronóstico por regresión cuadrática del alimento crecimiento y MAD.....	78
<i>Figura 47.</i> Proyección alimento desarrollo.....	80
<i>Figura 48.</i> Pronóstico estacional del alimento de desarrollo y MAD.....	81
<i>Figura 49.</i> Pronóstico por regresión cuadrática del alimento de desarrollo y MAD.....	82
<i>Figura 50.</i> Proyección alimento para ponedoras.....	84
<i>Figura 51.</i> Pronóstico estacional del alimento para ponedoras y MAD.....	85

<i>Figura 52.</i> Pronóstico por regresión cuadrática del alimento para ponedoras y MAD.....	86
<i>Figura 53.</i> Resumen del impacto de los pronósticos en las ventas 2019 .....	92
<i>Figura 54.</i> Asignación anual actual y costo de fletes.....	93
<i>Figura 55.</i> Desarrollo Solver .....	94
<i>Figura 56.</i> Asignación anual óptima y costo de fletes .....	95
<i>Figura 57.</i> Consumo de insumos 2019 .....	98
<i>Figura 58.</i> Simulación de consumos de maíz 2019 .....	100
<i>Figura 59.</i> Simulación de resultados de rotura e índice de rotación del maíz .....	101
<i>Figura 60.</i> Simulación de resultados del maíz .....	102
<i>Figura 61.</i> Simulación de consumos de afrecho 2019 .....	103
<i>Figura 62.</i> Simulación de resultados de afrecho 2019 .....	104
<i>Figura 63.</i> Simulación de resultados del afrecho 2019 .....	105
<i>Figura 64.</i> Simulación de consumos de soya 2019.....	106
<i>Figura 65.</i> Simulación de resultados de la soya 2019.....	107
<i>Figura 66.</i> Simulación de resultados de la soya 2019.....	108
<i>Figura 67.</i> Simulación de consumos de arroz 2019.....	109
<i>Figura 68.</i> Simulación de resultados del arroz 2019 .....	110
<i>Figura 69.</i> Simulación de resultados del arroz 2019.....	111
<i>Figura 70.</i> Termómetro infrarrojo .....	118
<i>Figura 71.</i> Higrómetro .....	119
<i>Figura 72.</i> Determinador de humedad .....	120
<i>Figura 73.</i> Racks .....	121
<i>Figura 74.</i> Inversión por causa raíz .....	122
<i>Figura 75.</i> Flujo de caja proyectado .....	123
<i>Figura 76.</i> Estado de resultados .....	124
<i>Figura 77.</i> Esquema de la propuesta .....	125
<i>Figura 78.</i> Resultado del ejercicio .....	126
<i>Figura 79.</i> Utilidad perdida por falta de mantenimiento.....	127
<i>Figura 80.</i> Utilidad perdida por falta de buenos pronósticos.....	127
<i>Figura 81.</i> Utilidad proveniente de la asignación de fletes.....	128
<i>Figura 82.</i> Impacto del índice de rotación en la utilidad de la empresa .....	128
<i>Figura 83.</i> Descarte de materia prima por falta de BPM .....	129



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Observación de Campo</i> .....	136
Anexo 2. Entrevista .....	137
Anexo 3. Análisis de Documentos .....	138
Anexo 4. Encuesta.....	139
Anexo 5. Costo de los Alimentos Balanceados.....	140
Anexo 6. Capacitación en Procesos de Mantenimiento.....	140
Anexo 7. Capacitación en Asignación de Fletes .....	140
Anexo 8. Capacitación en Técnicas de Producción y BPM .....	140

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en las áreas de producción, logística y mantenimiento mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad de un molino de alimento balanceado, ya sean por la falta de mantenimiento preventivo, la falta de buenos pronósticos, falta de asignación técnica de los fletes, bajo índice de rotación de stocks y falta de buenas prácticas. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de la investigación aplicada, en el cual se aplicaron herramientas de gestión táctica de operaciones, gestión de mantenimiento, investigación operativa, optimización, gestión logística, gestión táctica, simulación y gestión de calidad ;además se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíces que presentaba la empresa y utilizando el diagrama de Pareto en el cual se pudieron ponderar los principales problemas encontrados, enfocándose en las que tienen mayor impacto en la rentabilidad de la empresa con un total de 6. 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 alguno para la empresa ocasionando una gran insatisfacción en el cliente. Implementando dichas mejoras, se incrementaron las ventas de S/3,114,486.00 a S/3,354,045 y disminuyeron los costos de producción de S/2,466,724.00 a S/2,656,459.00 con una mejora del 0.90% sobre la rentabilidad sobre las ventas de la empresa, por lo que se demuestra una gran mejora. El VAN fue S/3,835. La TIR, 71.2%; el retorno es de 9 meses y el Beneficio/costo es 1.8

**Palabras clave:** producción, logística, mantenimiento, rentabilidad, molino, alimento balanceado, simulación.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

### 1.1. Realidad Problemática

En 2019 la producción mundial de alimentos balanceados registró un crecimiento de 3 % en términos de volumen, según la encuesta global de la multinacional Alltech. Es así como el año anterior se alcanzaron 1 103 millones de toneladas métricas, superando los 1 000 millones de toneladas métricas por tercer año consecutivo. A medida que la población crece, también aumenta la clase media, y se refleja un aumento en el consumo total de proteínas, señala la empresa (Contexto Ganadero, 16 de abril del 2020)

China, Estados Unidos, Brasil, Rusia, India, México, España y Turquía. Juntos, producen el 55 % de la oferta mundial de alimento balanceado y contienen el 59 % de las fábricas de alimento balanceado del mundo,

América Latina estuvo relativamente estancada en 2019. Brasil siguió liderando la producción de alimento balanceado para la región y es el tercero a nivel mundial. Brasil, México y Argentina continúan produciendo la mayor parte del alimento balanceado de Latinoamérica, con el 76% de la producción regional (Contexto Ganadero, 16 de abril del 2020)



Figura 1. Crecimiento del Alimento Balanceado a nivel Global

Fuente. Acuicultura Perú, 2017

En el 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 establecieron las primeras plantas de Nicovita, Purina y Vitaovo, ante la demanda generada por un creciente número de granjas, principalmente en el departamento de Lima. Esto se realizó en forma modesta, siendo nuestro país uno de los pioneros en esta parte del continente (Alcántara, Avalos, Pozo, Vargas y Yarlequé, 2016)

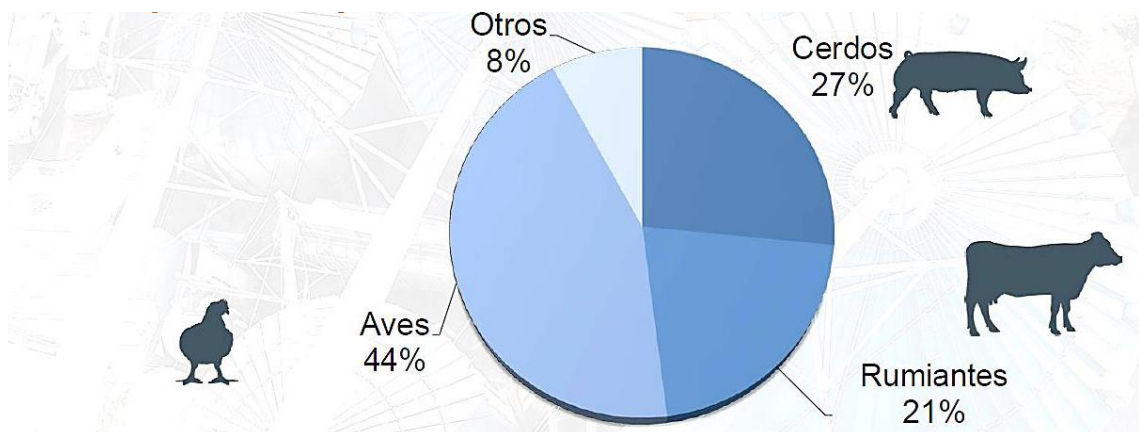


Figura 2. Principales especies

Fuente. Acuicultura Perú, 2017

Según Alcántara, Avalos, Pozo, Vargas y Yarlequé (2016), en los últimos tiempos, el sector avícola peruano ha logrado un crecimiento constante, el crecimiento promedio en el mercado avícola ha sido de 10 %, constituyéndose en el sector pecuario más importante del país, al año esta industria mueve alrededor de S/.4400 millones (representa el 2% del Producto Bruto Interno).

El molino es una empresa ubicada en la ciudad de Viru, departamento de La Libertad, en la avenida Auxiliar Panamericana Norte 20 Chao 13631. Su representante es el señor Segundo Salirrosas Abanto.

Su giro de negocio es la producción y venta de alimento balanceado para aves en sus diversas etapas de vida: inicial, crecimiento, desarrollo y postura, de acuerdo a fórmulas estándar para cada una de estas. Sus clientes son granjas avícolas de la zona.



*Figura 3. Etapas de vida del pollo*

Fuente. Elaboración Propia

La planta funciona 8 horas diaria de lunes a viernes, de 8:00 a 16:00 horas. Eventualmente los sábados también lo emplean, aunque lo usual es que se haga limpieza y mantenimiento.

Está equipada con dos molinos de 2.0 TM/Hora de capacidad y 1 mezcladoras de 2.0 TM/Hora. Considerando 250 días laborados, su capacidad de producción es 4,000 TM/Año. El año pasado produjo 2,994 TM en presentaciones diversas. El aprovechamiento de la capacidad instalada fue 75%

El mantenimiento es correctivo. El año pasado se perdieron 62 horas de producción por fallas en los equipos, equivalentes al 3.1% de las horas programadas. Se dejó de producir 62 TM o 4.1%. de la capacidad instalada. El lucro cesante promedio fue S/7,713

Es frecuente que los inventarios de granos en el molino, estén desbalanceados. Regularmente hay exceso de algunos y falencia de otros, ocasionando que se tenga dinero inmovilizado en inventarios innecesarios y falta de capital de trabajo para adquirir insumos realmente necesarios en el momento.

Esto se debe porque los lotes de compra son determinados empíricamente y se determinó que se maneja un bajo índice de rotación. En caso del maíz, que es el insumo de mayor participación en el alimento balanceado - el 61% - el índice de rotación fue 24. Vale decir, se renovó en promedio 2 veces al mes.

La falta de liquidez para adquirir maíz, por estar con sobre stock de otros insumos, determinó que el año pasado se deje de comprar 31.0 TM con los que se podía haber

hecho 51 TM de alimento balanceado y una utilidad de S/3,172, que viene a ser el 1.7% de la ganancia total del año.

Los deficientes pronósticos, generaron desabastecimiento de producto terminado, con lo que se frustró la venta 4,301 sacos de alimentos varios, con un perjuicio en la utilidad de S/13,697, equivalente al 7.18% de la ganancia total del año 2019.

La falta de capacitación, de procedimientos y responsabilidades escritas y deficientes prácticas de almacenamiento de los granos, originaron que, en el año pasado, se tuvieran que incinerar, en total, 1,800 kilos de maíz infestado con gorgojos y excretas de roedores. Esto causó una pérdida de S/1,242.

El 25% de lo producido por el molino es recogido directamente por los clientes, Por lo que resta, el molino paga a transportistas particulares que tienen diferentes tarifas y disponibilidad para atender. El molino se resarce cobrando a los clientes S/0.50 por saco, como tarifa plana, independientemente del destino de cercanías. Esta carga es asignada empíricamente y se entiende que están gastando más de lo necesario. El año pasado gastó S/25,595, de los cuales recuperó S/22,250. El perjuicio económico de la incorrecta asignación de fletes fue S/3,345.

Una mejor asignación le pudo costar S/19,750 que con la misma recuperación anterior., le hubiese dado un saldo a favor de S/2,500. Por esto, el perjuicio económico de la incorrecta asignación de fletes fue S/5,845.

## **1.2. Antecedentes de la Investigación**

### **1.2.1. Antecedente internacional**

**Castro, A., & Jiménez, C. (2011). Un modelo de simulación de operación para el sistema de transporte urbano Ecovía-Quito (Tesis de Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.**

Sostiene que, en base a los hechos estudiados de la solución del operador, una mejora en la solución de la agenda y flota debería ser aquella que

mantenga los niveles de servicio actuales y amenore el costo de operación. De manera directa, se propone un algoritmo de cálculo que permite explorar posibles mejoras en base a mantener el nivel de servicio promedio inalterado y mejor la capacidad promedio de utilización de las unidades del sistema. Esta solución de búsqueda pudiera ser explorado a lo largo de todos los posibles tamaños de flota, con todas las posibles agendas de salida para una hora de operación. Para simplificar la búsqueda, se reduce el intervalo de búsqueda entre los 21 y 28 buses, debido a que en el límite superior se encuentra la solución actual, y en el límite inferior la solución no cumple con los mismos niveles de servicio, pese a amenorar el costo (tamaño de flota menor).

**Leal, N (2014), “Modelo de planificación de producción basado en simulación aplicado a una planta procesadora de mariscos en conserva” Universidad de Concepción - Chile facultad de ingeniería departamento de ingeniería industrial**

Esta herramienta para la toma de decisiones es nueva en la planta, por lo tanto, son sus primeros pasos en el uso de la simulación para tomar decisiones respecto de situaciones futuras relativas a la planificación de la producción. Por este motivo, se recomienda para investigaciones futuras, extender este trabajo, incluyendo en el modelo los productos y formatos no considerados, de tal manera que la herramienta permita mayor flexibilidad en la confección del plan de producción diario.

Se sugiere también considerar en el modelo los costos involucrados a fin de estimar el costo de la producción, costos de calidad y de no calidad. Esta herramienta de simulación es útil para definir la asignación de recursos

como también entregar lineamientos respecto al uso de la capacidad de autoclaves a fin de no obtener producto rechazado por control de calidad. Con lo anteriormente expuesto, es factible hacer un recalcu y obtener la cantidad de materia prima necesaria para trabajar con la dotación disponible dentro de la jornada de trabajo y obtener producción sin rechazos. Cabe mencionar también que a través de los resultados de la simulación es posible identificar los cuellos de botella de la línea de producción, por lo tanto, se sabe dónde levantar las restricciones a fin de mejorar la productividad de la empresa.

Es importante destacar que quien use la herramienta de simulación, debe ser capaz de llevar a cabo la reprogramación en tiempo real, en orden a enfrentarse de manera efectiva con las incertezas del sistema. Una programación en tiempo real, es por lo tanto, necesaria para apoyar el trabajo no sólo del responsable de la planificación, sino que también a los supervisores en la planta para regenerar re programaciones factibles cuando sean requeridas.

### **1.2.2. Antecedente Nacional**

**Taquia, J (2013) “Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos, en el distrito de Los Olivos”, para obtener el grado de ingeniero industrial, en la facultad de ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú.**

La optimización de rutas para una empresa de recolección de residuos sólidos se basa en gran parte en un modelo teórico, pero es fundamental tomar en cuenta el factor empírico para ajustar a la realidad el modelo con mayor exactitud.



Se recomienda a la empresa que utilice los modelos de programación como una base para adaptar un modelo final que conozca todas las características de la ruta a manejar.

**Alan, J Rodríguez; Prada, J “Análisis y propuesta de implementación de un sistema de planificación de producción y gestión de inventarios y almacenes aplicado a una empresa de fabricación de perfiles de plástico pvc”, para obtener el grado de ingeniero industrial en la facultad de ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú.**

Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de planeamiento que le permita anticiparse a la demanda de sus clientes ya que estos constantemente hacen pedidos y la empresa realiza la producción empíricamente. Sin embargo, ello no siempre garantiza que se cumplan los pedidos ya que la demanda es fluctuante y dependiente de factores como los proveedores o el tipo de cambio de la materia prima. Por lo tanto, no hay una correcta planeación de la producción, y se concluye que la empresa requiere de un programa de planificación de la producción que reduzca los inventarios por la sobreproducción y la cantidad de horas extras que se generan en las demandas pico. Es imprescindible que el pronóstico sea lo más real posible ya que éste es la base para la planificación de la producción. El error del pronóstico de la demanda calculada por la empresa es alto, en promedio llega a 20%, lo cual está por encima de la meta prevista por la empresa que es de 10%. Con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de la empresa, en promedio llega al 8%, por

lo que se concluye que el método propuesto es mejor que el actual utilizado por la empresa, el cual es realizado empíricamente.

### **1.2.3. Antecedente Local**

**González Ruiz & Reyes Sánchez (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.” Para obtener el grado de Ingeniero Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.**

De acuerdo a esta investigación, la problemática de las áreas de producción y logística impactaba negativamente en la rentabilidad en el molino de la empresa AVIKONOR SAC. Para hacer frente a 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 90.7% y un Beneficio / Costo de 2.12.

**Gaitán, M (2019). Propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento para incrementar la rentabilidad de transportes y servicios San Román S.A.C. (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.**

Argumenta que fue necesario realizar el diagnóstico actual de la empresa Transportes y Servicios San Román S.A.C., conociendo el tipo y cantidad

de máquinas y herramientas que posee el taller de mantenimiento, para así poder realizar un inventario, el cual servirá para poder iniciar un plan de mantenimiento preventivo adecuado. La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento permite que la empresa disminuya viajes perdidos y por lo tanto obtenga un beneficio de S/. 159,668. Con esta herramienta se logró optimizar la asignación de viajes, debido a que existen rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras. Esto generó un beneficio económico de S/. 63,870. La implementación de una gestión de inventarios; utilizando la herramienta del EOQ permite que la empresa disminuya viajes perdidos por falta de repuestos y compras reactivas. Esto genera un beneficio económico de S/. 27,342.

### **1.3. Bases Teóricas**

#### **Pronósticos**

Existen muchos métodos diferentes para pronosticar, los cuales van asociados a diferentes usos, por esto se debe seleccionar con cuidado el método de pronóstico nuestro uso particular. Cabe destacar que no existe un método universal para pronosticar en todas las situaciones y escenarios. Los pronósticos muy pocas veces son acertados. Es raro que las ventas reales que se generan sean exactamente iguales a la cantidad que se pronosticó. Existen algunos métodos para absorber variaciones pequeñas con respecto al pronóstico, algunas de estas son contar con capacidad adicional, los inventarios, o la posibilidad de reprogramación de pedidos, sin embargo, las variaciones grandes pueden causar estragos. (Loreto, D.; 2011)

La demanda según el tipo de mercado es variada, por lo que las empresas se encuentran en una situación de incertidumbre. Por ello, son importantes los

pronósticos de ventas (Bru, J., Escoto, R., & Sabater, J., 2004); los cuales son una proyección estructurada del conocimiento pasado (Chapman, S. N., 2006); es decir, pasan a ser una importante fuente de información para prever la demanda de la forma más realista posible (Marín, J., García, J., & Gómez, O., 2013).

Uno de los interrogantes más frecuentes al generar un pronóstico corresponde a cuál es el período de la demanda que precisamos calcular. Es decir, si queremos calcular la demanda de un mes, un trimestre, un semestre, un año... Al período de tiempo que cubrirá el pronóstico se le conoce como horizonte de planeación, y su idoneidad depende de cuál sea nuestro objetivo al emplear la previsión de la demanda. Es muy común en la gestión de la demanda establecer horizontes de planeación no mayores a 18 meses, dado que se considera que según los cambios que afectan constantemente los procesos, los sistemas y los entornos, un período mayor arrojaría resultados muy poco confiables.



Figura 4. Horizonte de planeación de 3 a 18 meses

Fuente. Ing. Bryan Salazar López

Los patrones de demanda están marcados de acuerdo a las diferentes actividades económicas que se realizan y una de ellas es la estacionalidad. Este tipo de demanda implica la existencia de dos períodos diferentes de demanda: período pico (alto nivel de consumo) y período valle (etapa de menor demanda). Las empresas que se enfrentan a este tipo de demandas tienen generalmente restricciones o excesos de capacidad, que generan altos costos fijos que no pueden ser solventados a lo largo de todo un año (Carruitero, P. B. ,2011). En ese sentido, es imprescindible la necesidad de utilizar una metodología con base científica y herramientas para generar pronósticos más acertados y acordes a las diferentes actividades económicas con el fin de reducir los errores de pronóstico, ventas perdidas, inventarios y activos inmovilizados (Hernández, M., Chávez, T., & Miguel, C. 2015).

#### Métodos de pronóstico

En la actualidad existen diversos métodos de previsión que pueden considerarse como estándar. Existen dos grandes grupos que abarcan todos los métodos estandarizados de previsión, estos son los cualitativos y cuantitativos. Otra gran categorización, dispone los métodos de previsión en tres categorías, estas son cualitativos, de proyección histórica (cuantitativos) y causales (cuantitativos).



Figura 5. Métodos de Pronóstico

Fuente. Ing. Bryan Salazar López

Promedio Simple: Este método consiste en atenuar los datos al obtener la media aritmética de cierto número de datos históricos para obtener con este el pronóstico para el siguiente periodo. El número de datos a tomar en cuenta para calcular el promedio es una decisión de la persona que realiza el pronóstico.

Promedio Móvil: Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y / o irregulares sean eliminados.

### **Calidad**

En cuanto a Calidad esta es el grado en que satisfacemos las expectativas de los clientes. Es el nivel de cumplimiento de los requisitos y especificaciones. Dentro de ella se habla de la Calidad de Servicio, que consiste en cumplir con las expectativas que tiene el cliente sobre que tan bien un servicio satisface sus necesidades, dando cuenta de las cualidades y características del servicio que presta una empresa o sistema (Rodríguez y Gómez, 2010); por su parte Heizer

y Render (2014) agrega que es la capacidad de un bien o servicio de satisfacer las necesidades de los clientes.

Existen varias metodologías de mejora. La metodología PDCA o ciclo Planificación – Ejecución – Evaluación – Actuación, es una secuencia cíclica de actuaciones que se hacen a lo largo del ciclo de vida de un servicio o producto para planificar su calidad, en particular en la mejora continua (Heizer y Render, 2014).

Para desarrollarlo dependiendo de lo que se desee lograr se emplean diversas técnicas y herramientas en cada fase, en esta investigación como es una propuesta solo se emplearon herramientas para la fase Planificar y Hacer:

- Fase Planificar: Se empleó como técnica el análisis de las causas empleando para ello el diagrama de Ishikawa y Pareto:
  - Espina de Pescado o Ishikawa: Es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso, el modelo básico hace uso de 6 M: Mano de obra, Es una técnica esquemática usada para descubrir posibles ubicaciones con problemas de calidad (Heizer y Render, 2014).

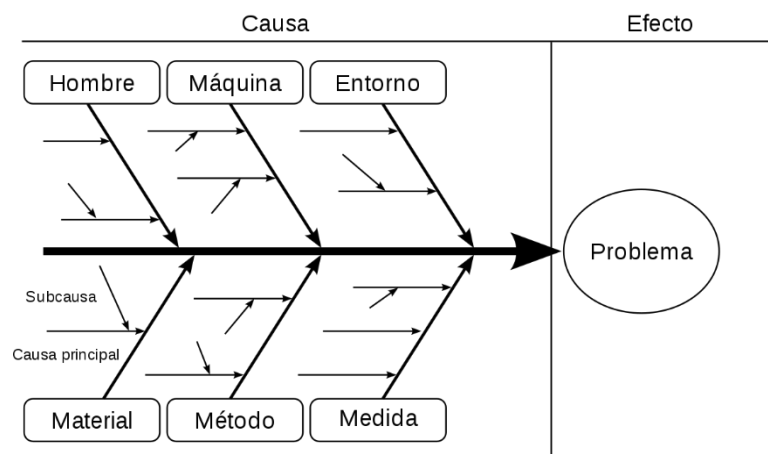


Figura 6. Diagrama de Ishikawa

Fuente. PROGRESSA LEAN

- Fase Hacer:
  - AMFE: El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMFE), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso (Ayaco, 2018)



Figura 7. Esquema general de actividades para realizar un AMEF

Fuente. Xavier Trujillo

## 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, gestión de almacenamiento, gestión de compras, gestión de transportes y punto de reposición.

La logística de una empresa no debe estar sujeta a las corazonadas o a la intuición de quienes están al frente de ella. En cambio, debe obedecer a un proceso de planificación estratégico. Sus objetivos principales son:

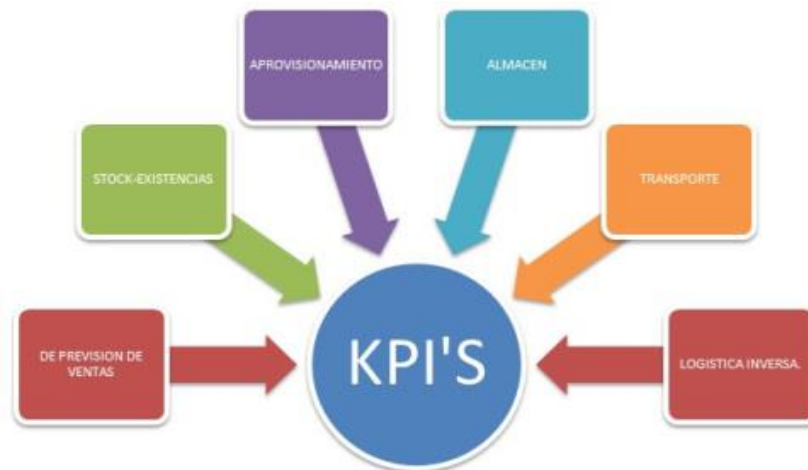
- Aumentar la competitividad de la empresa: El empleo adecuado de los recursos hace a las empresas más eficaces internamente y externamente, pues se eliminan los obstáculos en la cadena productiva y, por efecto, se obtienen mejores resultados en el mercado.
- Disminuir costes: La gestión logística nos da una idea de los recursos con los que contamos y nos ayuda a planificar mejor su uso. Lo contrario sería usarlos sin ninguna previsión e incurriendo en nuevos gastos.
- Mejorar los niveles de calidad del producto: No cabe duda que el aporte interno de la gestión logística es notorio. Sin embargo, este debe traducirse en algo muy concreto: una mayor calidad del producto, servicio o contenido con el que compitamos en el mercado.
- Velar por la eficacia de los procesos: La gestión logística busca la eficacia en cada una de las áreas productivas de las empresas. Es un buen recurso contra la duplicidad de tareas, el mal uso de recursos, la burocracia y las denominadas zonas vacías de producción o lagunas productivas.

### Indicadores de gestión logística para la materialización

En realidad, existe una fórmula más sencilla, ágil y eficaz para lograrlo, la cual supone la definición de los denominados indicadores de gestión, o lo que es lo mismo, una serie de parámetros que nos ayudan a verificar si los objetivos que nos hemos trazado en esta materia se están cumpliendo.

A estos indicadores se les conoce con el nombre de KIPs. Son valores, cuantitativos o cualitativos, que nos aportan información sobre el grado de éxito de los procesos de gestión logística. Los más empleados en dicha tarea son:

- KIPs de producción.
- KIPs de almacenamiento e inventario.
- KIPs de abastecimiento de compra.
- KIPs de transporte y distribución.
- KIPs de entrega y servicio al cliente.



*Figura 8. Tipos de indicadores Kpis*

Fuente. Alan San

## **Gestión de Transportes**

Tiene por objetivo garantizar la entrega del producto en perfecto estado de conservación, en el tiempo previsto y a un costo razonable. (Carreño, 2011)

Según Pérez, Rodríguez y Molina (2002) la rentabilidad es el rendimiento que se produce después de realizar una inversión en un determinado tiempo; es decir una empresa es rentable si sus ingresos son mayores que sus egresos, esto es una forma de comparar los medios que se han utilizado en ello y la renta que se ha generado fruto de esa inversión.

El transporte es por excelencia uno de los procesos fundamentales de la estrategia logística de una organización, este componente es de atención prioritaria en el diseño y la gestión del sistema logístico de una compañía, dado que suele ser el elemento individual con mayor ponderación en el consolidado de los costos logísticos de la mayoría de empresas.

El profesional a cargo de las decisiones estratégicas y tácticas respecto a la gestión del transporte en cada compañía debe conocer claramente todos los factores que influyen en el transporte, así como los medios existentes, los costos asociados y la metodología idónea para su elección.

La gestión del transporte tiene dos tareas imperativas, estas son la elección del medio o los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear. Estas casi que ocupan el derrotero de la gestión del transporte, dado que todas las decisiones que tomen deben ajustarse a unas medidas óptimas teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Sistema de Transporte Eficaz

La organización que se enfoque en el desarrollo de una óptima estrategia de transporte es sumamente susceptible a percibir los siguientes beneficios:

- ✓ Penetración de mercados: La optimización del sistema de transporte de una organización genera una reducción significativa de los costos totales para un producto que se comercializa en un mercado distante, por ende estos pueden llegar a ser sumamente competitivos con relación a los productos que se comercializan en el mismo mercado.
- ✓ Economías de escala: No es un secreto que en este entorno globalizado existen sitios que favorecen la ubicación de los puntos de producción, sin embargo las ventajas que pueda ofrecer una ubicación geográfica pueden parecer incipientes frente a un sistema de transporte de alto costo, por esto al optimizar la estrategia de transporte y conseguir una representativa disminución de los costos asociados al mismo, se obtiene una libertad de selección de ventajas competitivas mediante la selección de una ubicación geográfica de conveniencia.

Regularmente el movimiento de un punto de producción tiene como enfoque el aprovechamiento de los costos más bajos de producción, el uso intensivo de las instalaciones y la especialización de la mano de obra, pudiendo así entrar a disfrutar de los beneficios propios de las economías de escala.

- Transporte propio o subcontratado
  - ✓ El transporte propio o flota privada le otorga a la compañía una mayor flexibilidad que la que pueda conseguir con cualquier otra estrategia de transporte, sin embargo, como hemos podido explicar este no es el único factor que afecta el contexto de la selección del servicio de transporte, dado que no siempre logra la misma eficiencia que la que se puede conseguir subcontratando a terceros.
  - ✓ Optar por la alternativa del transporte privado implica tener muy presente la existencia de costos tanto fijos (salarios, depreciación, seguros) como variables, y dentro de los variables es importante considerar el potencial de ingresos o reducción de costos que pueden suponer los trayectos desde el destino hasta el origen. Está claro entonces que la compañía puede percibir más o menos beneficios de la operación en la medida que logre optimizar el medio de transporte en su vuelta al punto de origen, ya sea por medio de la rapidez de entrega y retorno o por un aprovechamiento intensivo de la capacidad de carga inclusive en la vuelta al punto de origen. Dentro de las mejores prácticas utilizadas por la gestión del transporte de flota privada se encuentra la alternativa del Grupaje, que permite combinar distintas cargas menores a la capacidad instalada en el medio de transporte, de manera que con la combinación de las mismas se logre aumentar el porcentaje de utilización del medio, siendo enviadas a un mismo cliente, destino o consignatario.

CARGA GENERAL	SUELTA CONVENCIONAL	UNITARIZADA
Comprende una serie de productos que se transportan en cantidades pequeñas y está compuesta de artículos individuales.	Bienes sueltos o individuales, manipulados y embarcados como unidades separadas.  Ejemplo: Fardos, paquetes, sacos, cajas, tambores, piezas atadas, etc.	Esta compuesta de artículos individuales, tales como cajas, paquetes o carga suelta agrupados en unidades como eslingas, paletas o contenedores.
CARGA A GRANEL	GRANELES SÓLIDOS	GRANELES LÍQUIDOS
Comprende una serie de productos que se transportan en grandes volúmenes o en forma masiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Minerales</li> <li>✓ Cereales</li> <li>✓ Productos Químicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Petróleo</li> <li>✓ Combustibles</li> <li>✓ Productos Químicos</li> <li>✓ Gases Líquidos</li> <li>✓ Licores</li> </ul>

*Figura 9. Tipos de Carga*

Fuente. Ing. Bryan Salazar López

### **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo de los ordenadores y equipos de trabajo de una empresa es indispensable para que la misma funcione correctamente. Es, también, una buena herramienta para ahorrar costes que se pueden prevenir.

Existen distintos tipos de mantenimiento: el mantenimiento correctivo, el preventivo y el predictivo.

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables,

representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.



Figura 10. Tipos de Mantenimiento

Fuente. Grupo ENOVA

Algunos beneficios del mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Reducción de las paradas y aumento de la eficiencia (OEE)

El mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, lo que aumenta el uptime y la disponibilidad de los equipos, mejorando la

eficiencia global del mismo (aprenda más sobre el OEE). Como consecuencia, se obtiene un mayor rendimiento de la inversión en equipos y se cumplen los plazos establecidos con sus clientes.

- Más fiabilidad de los activos

El mantenimiento preventivo hace que los equipos sean más fiables: funcionan correctamente durante más tiempo y tienen una vida útil más larga. La fiabilidad permite hacer previsiones más realistas sobre el funcionamiento de la empresa, la capacidad productiva y los ingresos. Cualquier empresa, tanto del sector secundario como del terciario, necesita garantizar la operatividad de sus instalaciones. Un hotel, por ejemplo, solo puede aceptar reservas con varios meses de antelación si puede predecir cuántas habitaciones estarán realmente disponibles.

- Reducción de los costes de mantenimiento correctivo

El mantenimiento preventivo ahorra en piezas y transporte – imagínese el coste de pedir una pieza para el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado de la noche al día a un proveedor internacional. Es una realidad: el mantenimiento de emergencia casi siempre implica reparaciones muy costosas. En el peor de los casos, la falta de mantenimiento requiere la sustitución del activo.

- Más seguridad

El mantenimiento preventivo y las revisiones periódicas detectan el desgaste de las piezas y mantienen el equipo en condiciones óptimas. Esto ofrece más seguridad a todas las personas que están en contacto con el activo, tanto trabajadores como clientes. Un ejemplo claro es el mantenimiento preventivo de los ascensores, que evita que alguien



quede atrapado y ofrece más seguridad a cualquier persona en el edificio.

- Más comodidad

Siempre que hablamos de un edificio utilizado por un gran número de personas, el mantenimiento preventivo contribuye también a ofrecer más comodidad a sus clientes. El mantenimiento asegura que todos los equipos están en pleno funcionamiento, sin tener que apagar todo el sistema para hacer una reparación.

**Simulación**

La simulación ocupa un papel primordial en el diseño, montaje, ejecución y control de procesos logísticos teniendo en cuenta que en todos estos problemas se requiere tomar decisiones óptimas o casi óptimas que involucran variables sujetas a requerimientos. Hay tres componentes básicas en el proceso de decisión que deben ser determinadas para formular un modelo de simulación, que son:

- Las variables de decisión
- Restricciones del problema
- Determinar la función objetivo a optimizar

La simulación ha surgido como una herramienta para el diseño, administraron y optimización de sistemas logísticos, teniendo en cuenta que existe una mayor complejidad de los sistemas en las organizaciones militares y privadas. La simulación es una de las estrategias utilizadas con el fin de sincronizar los procesos logísticos con las necesidades, requerimientos y exigencias del cliente, encontrando un incremento de

la razón beneficio costo. Los procesos logísticos requieren que métodos como la simulación identifiquen y evalúen el desarrollo, eficiencia, eficacia y por consiguiente la efectividad de las operaciones logísticas.

### Diagrama de Gantt

El diagrama o gráfica de Gantt es una herramienta sumamente útil cuando de formulación y gerencia de proyectos se trata, ya que permite definir, de una manera gráfica, práctica y sistemática, la duración de las distintas actividades que deben ejecutarse para completar de forma exitosa un determinado proyecto. Esta herramienta fue introducida aproximadamente en el año 1914, por el ingeniero norteamericano Henry Gantt (de allí el nombre “diagrama de Gantt”), quien desarrolló un método de control de operaciones basado en gráficos y barras, el cual más adelante fue utilizado por el ejército y la marina de los Estados Unidos, logrando así popularizarse.

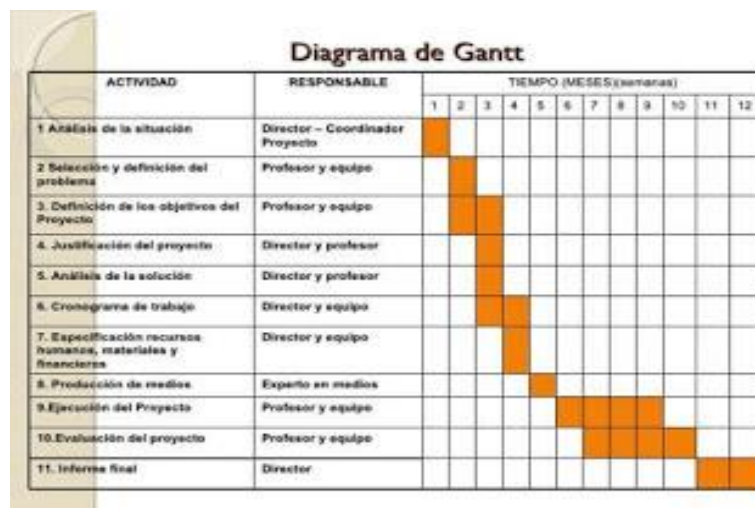


Figura 11. Diagrama de Gantt

Fuente. Autor anónimo

Ventajas de utilizar una gráfica de Gantt:

- Brinda una perspectiva visual que facilita el entendimiento del proyecto a desarrollar.
- Permite ordenar eficientemente las actividades requeridas para la ejecución del proyecto.
- Facilita el control y supervisión de los procesos.
- Da un estimado del tiempo que tomará cada actividad individualmente y del tiempo que tomará la ejecución del proyecto en su totalidad.
- Ayuda a conocer si el desarrollo de una actividad interfiere con la ejecución de otra en términos de tiempo, permitiendo ajustar la duración de cada una para una mejor distribución.
- Es una herramienta bastante práctica que puede ser utilizada por casi cualquier persona, desde los niveles más bajos en una jerarquía organizacional hasta el nivel gerencial, y que puede elaborarse ya sea mediante herramientas de uso informático o con la ayuda de un lápiz y un papel.

#### **1.4. Definición de Términos**

- El MRP es una técnica, un software que sirve para calcular grandes cantidades de materiales necesarios a partir del desarrollo de productos y de las cantidades que se requieren. Así lo indica Víctor Tateishi, docente del Diploma Internacional en Gestión de Compras de ESAN.

El término significa Planeación de requerimientos de materiales; (MRP, por sus siglas en inglés). Se trata de un sistema de planificación y gestión de inventarios, cuya finalidad es mantener los niveles de stock de productos permanentemente y con mayor agilidad. Además, asegura que la mercancía siempre esté lista para

la producción o distribución, lo cual facilita la planeación de las órdenes de compras, entregas, fabricación, etc. Tateishi ejemplifica un caso: si un producto terminado tiene un desarrollo de materiales o lista de componentes tanto en cantidad como en especificaciones, se necesitará registrar cada uno de ellos.



*Figura 12. Evolución de los softwares de gestión de empresa*

Fuente. Tic Portal

- Solver es una herramienta de análisis que está 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.

Más detenidamente lo que la herramienta Solver de Excel realiza son 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 (Cuesta, Y., 2019)

- 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).

Existen objetivos fundamentales de la gestión de inventarios:

- ✓ Reducir al mínimo posible los niveles de existencias, evitar que los inventarios de productos terminados permanezcan mucho tiempo en los almacenes.
- ✓ Asegurar la disponibilidad de existencias, es decir, mantener un número mínimo de stock para hacer frente a los aumentos de demanda, además es necesario disponer del inventario necesario para mantener la producción sin pausas.



*Figura 13. Definición de Gestión de Inventarios*

Fuente. Tributos Net

Existen varios métodos para averiguar el coste final de los inventarios al momento de su salida, tenemos:

- ✓ FIFO: La primera existencia en entrar, es la primera existencia en salir, las existencias se valoran al precio del coste más antiguo.
- ✓ LIFO: La última existencia en entrar, es la primera en salir, se valorarán al precio del coste más actual.

- ✓ PMP: Precio medio ponderado, será la medida ponderada de los distintos precios de entrada.
- 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)

El mapa de proceso de la gestión de almacenes se compone de dos ejes transversales que representan los procesos principales – Planificación y Organización y Manejo de la información – y tres subprocesos que componen la gestión de actividades y que abarca la recepción, el almacén y el movimiento.



*Figura 14. Procesos de la Gestión de Almacén*

Fuente. Ing. Bryan Salazar López

- 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)



Figura 15. Componentes del Proceso de Compras

Fuente. Iván Godoy

- Las BPM, son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y la forma de manipulación.
  - Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación.
  - Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
  - Son indispensables para la aplicación del Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9001.
  - Se asocian con el Control a través de inspecciones del establecimiento.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se aplican en todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos, y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos. Constituyen un conjunto de principios básicos con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución.



*Figura 16. Buenas Prácticas de Manufactura*

Fuente. Mindomo

- Punto de reposición, es 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

### **1.5. Formulación del Problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento sobre la rentabilidad de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020?

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento sobre la rentabilidad de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020.

#### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción, logística y mantenimiento de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción, logística y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020.
- Determinar la variación de la rentabilidad del molino como efecto de la implementación de la propuesta.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora.

### **1.7. Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento incrementa la rentabilidad de un molino de alimento balanceado, Trujillo, 2020.

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento.

### **1.8.2. Variable dependiente**

Rentabilidad.

## **1.9. Operacionalización de Variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	FORMULA
<b>INDEPENDIENTE</b>  PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN, LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO	<p>La propuesta de mejora en la gestión de producción reúne a un conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados.</p> <p>La propuesta de mejora en la gestión logística se refiere a la forma de organización que adoptan las empresas en lo referente al sistema de aprovisionamiento de materiales, producción y almacén y distribución de productos (Gómez, J., 2013)</p> <p>La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.</p>	<p>La propuesta permite mejorar las gestiones de producción, logística y mantenimiento, incrementando con ello, la rentabilidad de la empresa</p>	<b>Producción</b>	Ventas perdidas por deficiente planeamiento de producción	$\frac{\text{Ventas perdidas por rotura inventario}}{\text{Total ventas}} \%$
				Materias primas descartadas por excesivo tiempo de almacenamiento por deficiente planeamiento	$\frac{\text{Ventas perdidas por rotura inventario}}{\text{Total ventas}} \%$
			<b>Logística</b>	Ventas perdidas por falta de liquidez para abastecerse de materiales ,por bajo índice de rotación	$\frac{\sum \text{Ventas perdidas por falta de liquidez}}{\text{Venta total}} \%$
				Sobrecosto por deficiente asignación de fletes	$\text{Total despachos} \times \Delta \text{ precio de fletes}$
			<b>Mantenimiento</b>	Ventas perdidas por rotura de stock debido a falta de mantenimiento preventivo	$\frac{\text{Ventas perdidas por rotura inventario}}{\text{Total ventas}} \%$
				Sobrecosto por sobrepeso en los sacos de alimento balanceado	$\sum \text{sacos} \times \Delta \text{ Peso} \times \text{Costo std}$

<p><b>DEPENDIENTE RENTABILIDAD</b></p>	<p>Obtención de ganancias a partir de una cierta inversión. (RAE, 2012) Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.</p>	<p>Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento .</p>	<p><b>Rentabilidad</b></p>	<p>Utilidad Ventas Netas</p>
--	--	--	----------------------------	----------------------------------

Figura 17. Operacionalización de variables

Fuente. Elaboración propia

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

En el presente trabajo, está orientado a la aplicación de herramientas de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento para con ello incrementar la rentabilidad de un molino de alimento balanceado de Trujillo, ubicada en la ciudad de Trujillo. El tipo de investigación es diagnóstica y propositiva, pues la primera se caracteriza por ser un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales, que tiene por objeto el fomentar y propiciar la investigación científica como elemento para la formación integral de los profesionales. Asimismo, la investigación propositiva se caracteriza por generar conocimiento. Propende además por el desarrollo, el fortalecimiento y el mantenimiento de estos colectivos (Ramírez, 2017).

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

En la siguiente tabla están las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio, más detallado se encuentran incluidos en los anexos 1-4.

Tabla 1.

*Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las áreas de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de producción, logística y mantenimiento
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el sub gerente general
<b>Análisis de documentos</b>	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.
<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción, específicamente en la mano de obra.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros	Personas que labora en el área de producción.

*Fuente. Elaboración propia*

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y Análisis de Datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 2.

*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 baja rentabilidad.
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.

### 2.4. Procedimiento

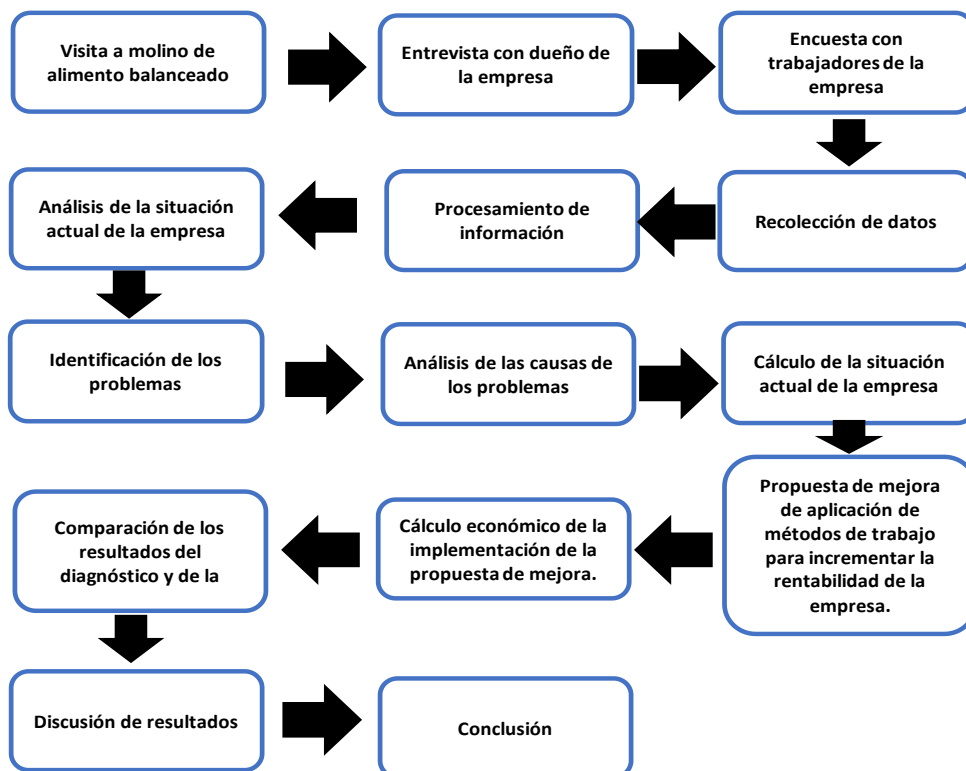


Figura 18. Procedimiento de trabajo en el molino de alimento balanceado

Fuente. Elaboración propia

### 2.4.1. Misión y Visión:

➤ Misión

Satisfacer la demanda de nuestros productos, basándonos en la calidad del producto y esmero en la atención; forjados en la dedicación e innovación constante de nuestros procesos de producción.

➤ Visión:

Consolidarnos en nuestro rubro, como una empresa líder, con responsabilidad social y valores éticos que nos otorguen la confianza y preferencia de nuestros clientes.

### 2.4.2. Organigrama

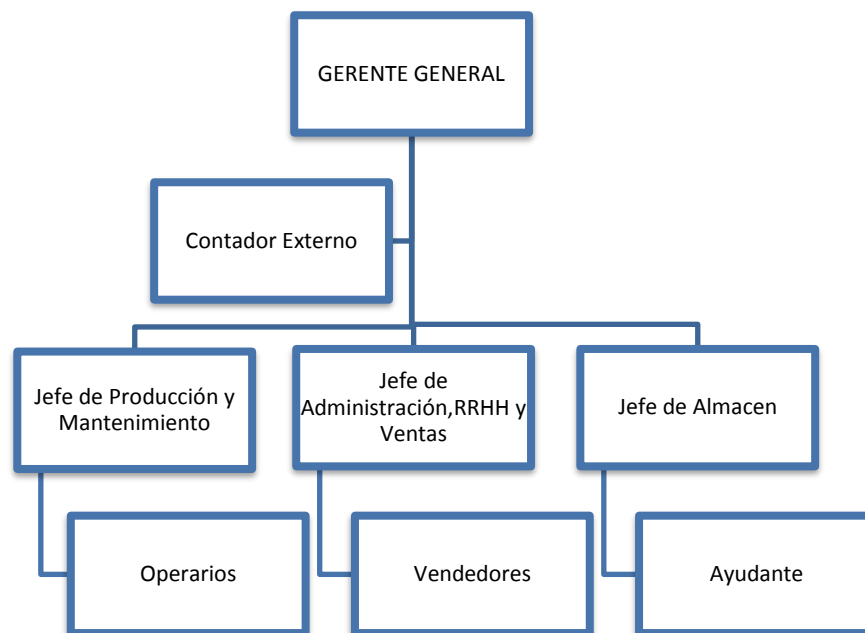
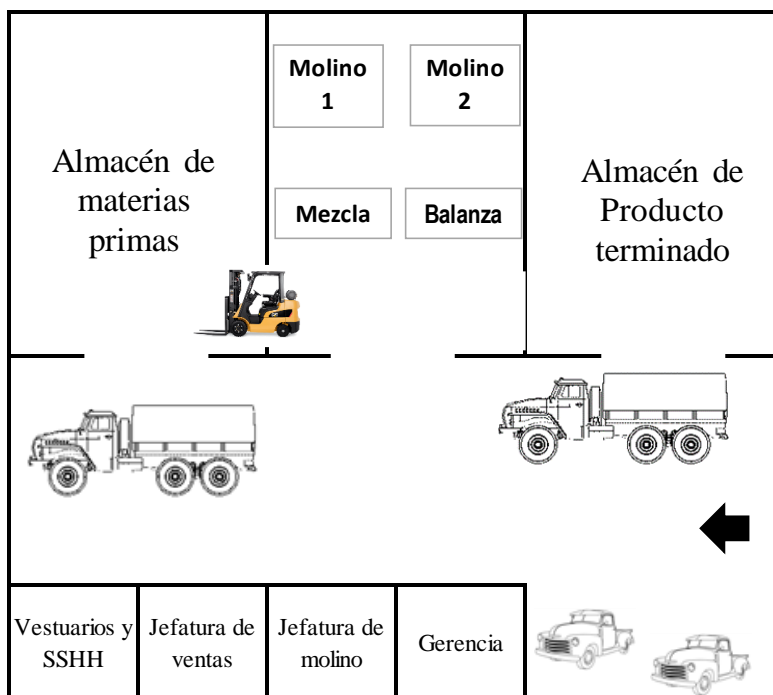


Figura 19. Organigrama de la empresa

Fuente. Elaboración propia

### 2.4.3. Distribución de la Empresa



*Figura 20. Layout actual*

Fuente. Elaboración propia

### 2.4.4. Clientes

- Santos Carrión Ulloa
- Francisco Raúl Izaziga Rodríguez
- Molino y Veterinaria Quezada E.I.R.L.
- Agropecuaria ODREY
- Molino G. Y R.
- Molino Virgen de la Puerta

### 2.4.5. Proveedores

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



#### 2.4.6. Principales Productos y/o servicios

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

- Inicio
- Crecimiento
- Desarrollo
- Postura

#### 2.4.7. FODA

*Tabla 3. FODA de la Empresa*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
1. Experiencia en el rubro	1. Rotura de stocks
2. Clientes fidelizados	2. Bajo índice de rotación
3. Calidad de producto	3. Mantenimiento correctivo únicamente
4. Expeditividad en la atención	4. Poca innovación de productos
5. Buena ubicación, cerca de clientes	5. Maquinaria antigua
6. Atiende pedidos pequeños	6. Maquinaria da poca capacidad de crecimiento
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
1. Nuevos productos	1. Obsolescencia de la maquinaria
2. Nuevos mercados	2. Mayores exigencias sanitarias
3. Nuevos clientes	3. Fenómeno del niño afectaría suministros
4. Reducción de costos	4. Mayor competencia reduciría márgenes
5. Eliminación de ventas perdidas	5. Producción propia de las granjas pequeñas
6. Incrementar capacidad de producción	6. Peste aviar

Fuente. Elaboración propia.

**2.4.8. Cadena de Valor**



Figura 21. Cadena de Valor

Fuente. Elaboración propia

**2.4.9. Mapa de Procesos**

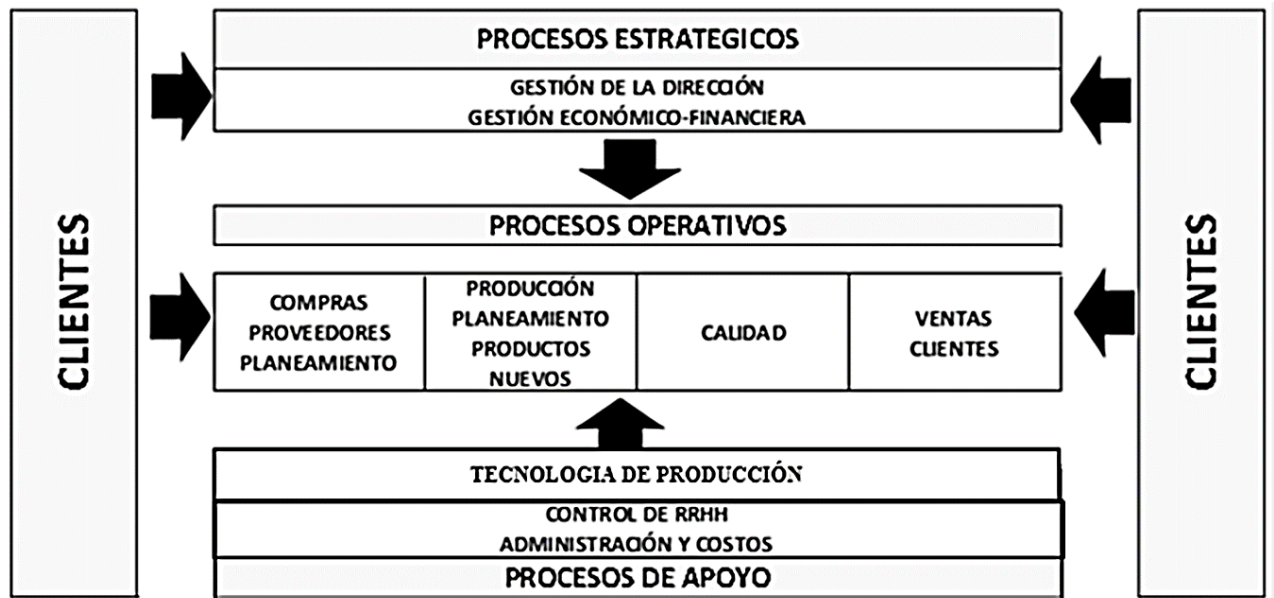
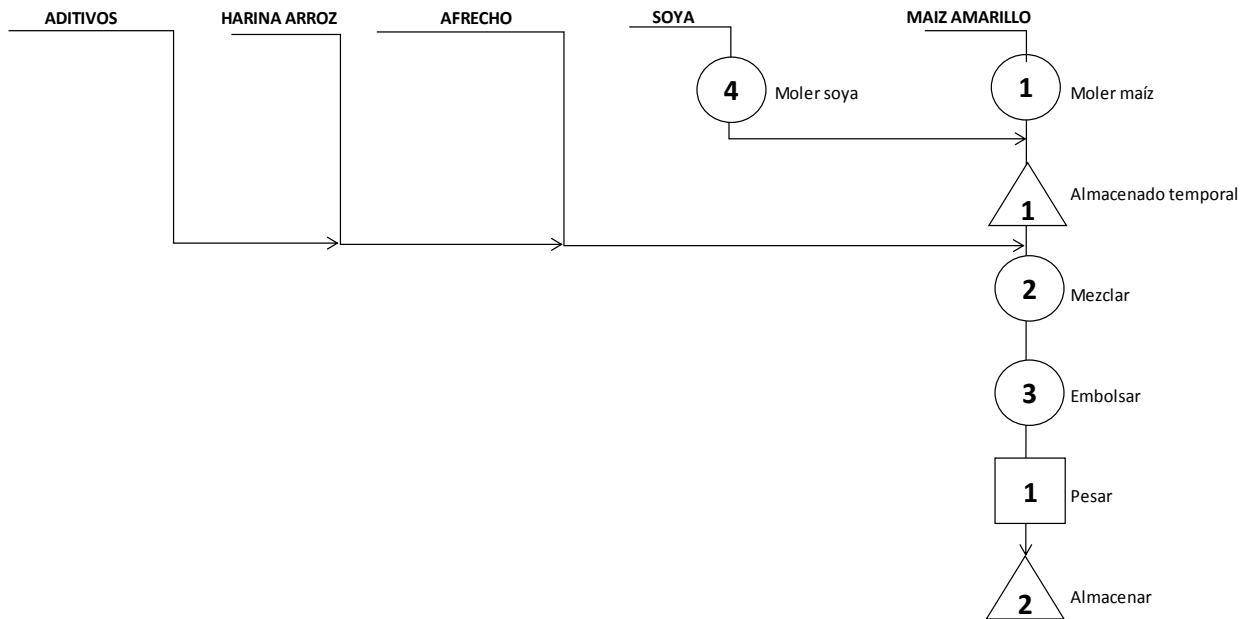


Figura 22. Mapa de procesos

Fuente. Elaboración propia

**2.4.10. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa**

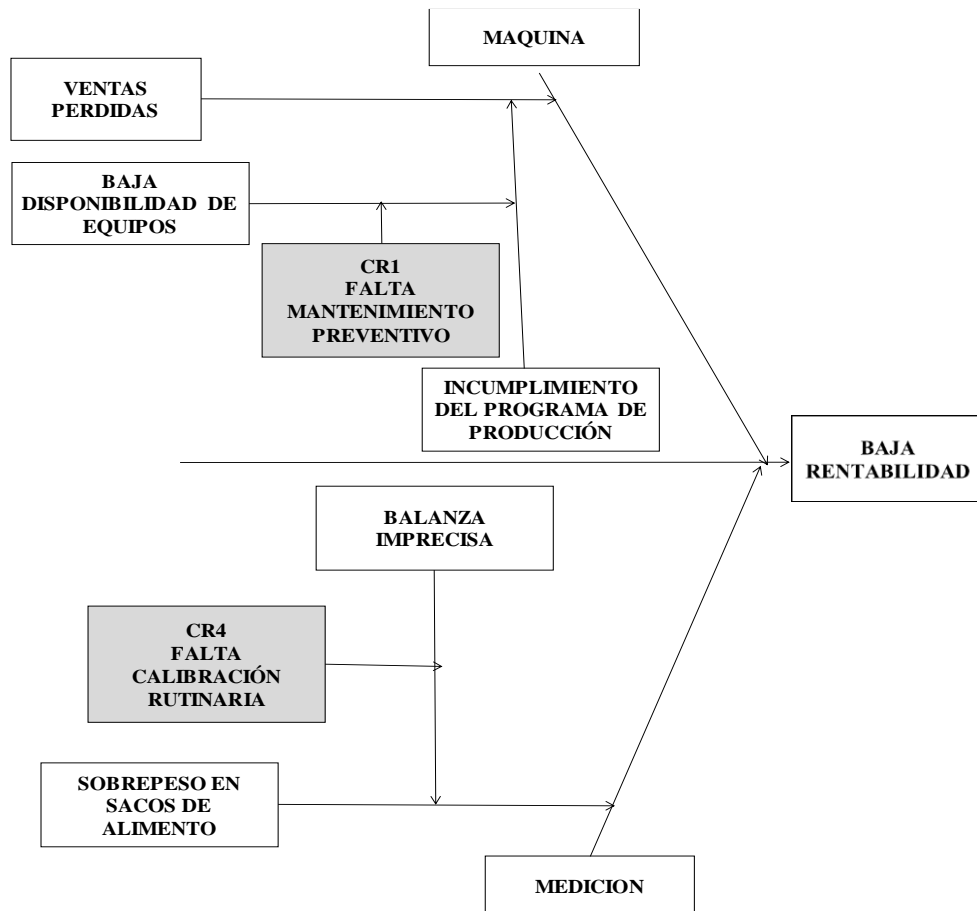


*Figura 23. Diagrama de operaciones actual*

*Fuente. Elaboración propia*

## 2.5. Diagnóstico de problemáticas principales

### 2.5.1. Diagrama de Ishikawa



*Figura 24. Diagrama Causa Efecto de la problemática de mantenimiento de la empresa*

*Fuente. Elaboración propia*

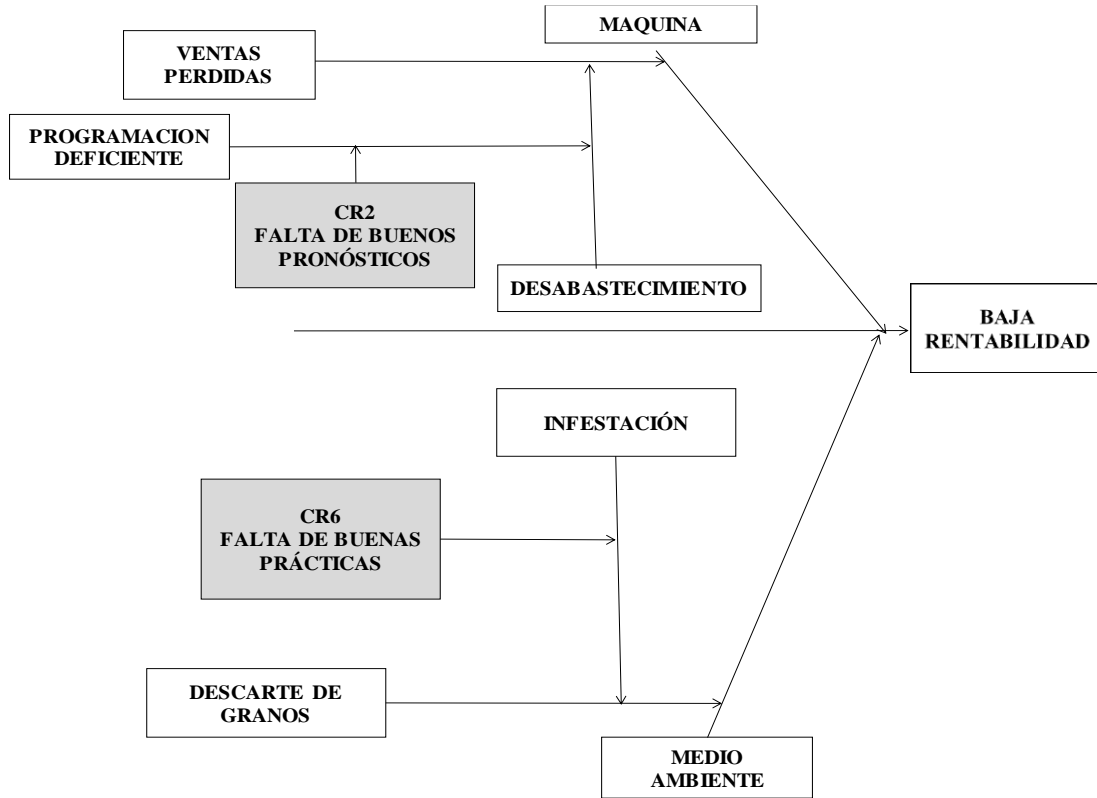


Figura 25. Diagrama Causa Efecto de la problemática de producción de la empresa

Fuente. Elaboración propia

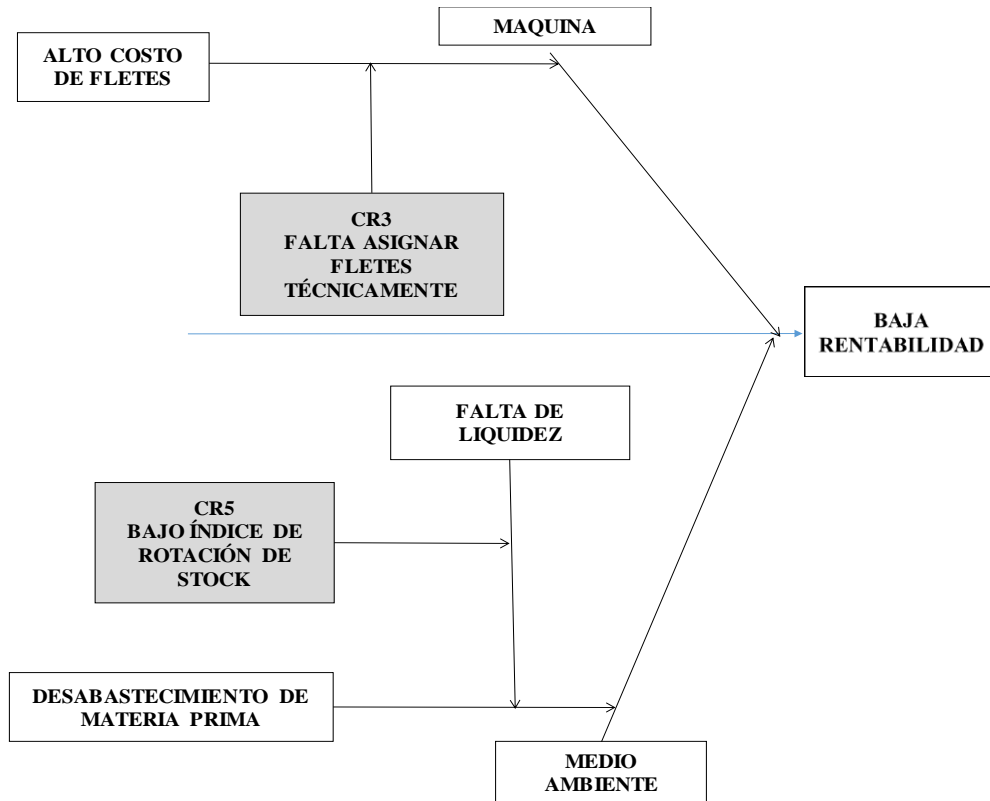


Figura 26. Diagrama Causa Efecto de la problemática de logística de la empresa

Fuente. Elaboración propia

### 2.5.2. Matriz de Priorización de las Causas Raíz

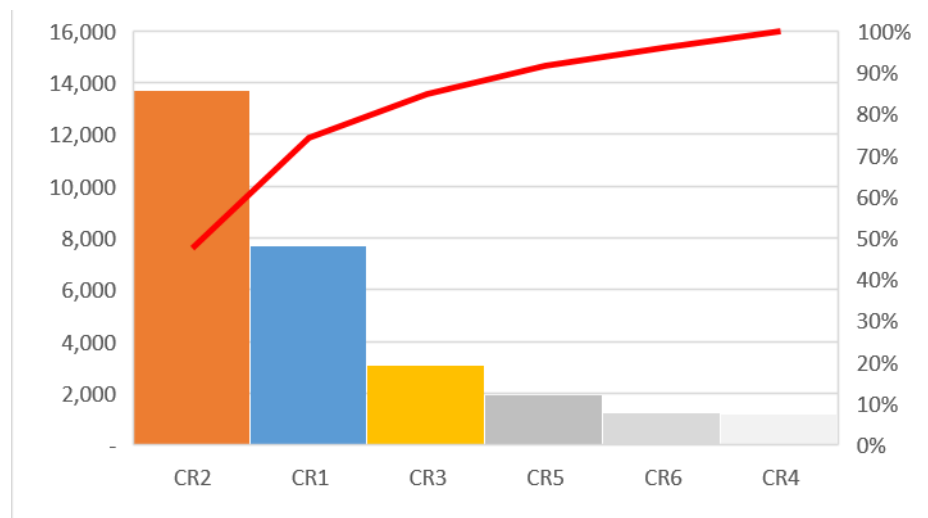
La priorización de las causas raíces se hizo según el criterio de los directivos de la empresa, como se muestra a continuación:

#### 2.5.2.1. Diagrama de Pareto

Tabla 4.  
*Priorización Costos de causa raíz*

<b>CR2</b>	<b>Falta buenos pronósticos</b>	<b>13,697</b>	<b>47%</b>	<b>47%</b>
<b>CR1</b>	<b>Falta mantenimiento preventivo</b>	<b>7,713</b>	<b>27%</b>	<b>74%</b>
<b>CR3</b>	<b>Falta asignar fletes técnicamente</b>	<b>3,095</b>	<b>11%</b>	<b>85%</b>
CR5	Bajo índice de rotación de stocks	1,928	7%	92%
CR6	Falta de Buenas Prácticas	1,242	4%	96%
CR4	Falta calibración rutinaria	1,209	4%	100%
		<b>S/ 28,883</b>		

*Fuente. Molino Balanceado*



*Figura 27. Pareto de causas raíces*

*Fuente. Elaboración propia*

A pesar de solo ser necesario, según la discriminación del Pareto, resolver 3 causas raíces, se desarrollarán las CR1, CR2, CR3, CR5 y CR6 apoyándose de la opinión de directivos.

### 2.5.2.2. Matriz de Vester

		CR2	CR1	CR5	CR3	CR4	CR6		
		Deficiente plan de abastecimiento	Falta mantenimiento preventivo	Bajo índice de rotación de stocks	Falta asignar fletes técnicamente	Falta calibración rutinaria	Falta de buenas prácticas	<b>Influencia sobre otras causas</b>	
CR2	Falta buenos pronósticos	0	2	3	1	0	3	9	CR2
CR1	Falta mantenimiento preventivo	3	0	2	0	3	3	11	CR1
CR5	Bajo índice de rotación de stock	3	1	0	2	0	3	9	CR5
CR3	Falta asignar fletes técnicamente	3	0	1	0	0	0	4	CR3
CR4	Falta calibración rutinaria	0	3	0	0	0	3	6	CR4
CR6	Falta de buenas prácticas	3	3	3	3	3	0	15	CR6
<b>Dependencia de las otras causas</b>		<b>12</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		
		CR2	CR1	CR5	CR3	CR4	CR6		

*Figura 28. Matriz de Vester*

*Fuente. Elaboración propia*

Con esta matriz se determina cuáles son las causas más importantes y cuáles son las más triviales, para ayudar a los directivos en la priorización.



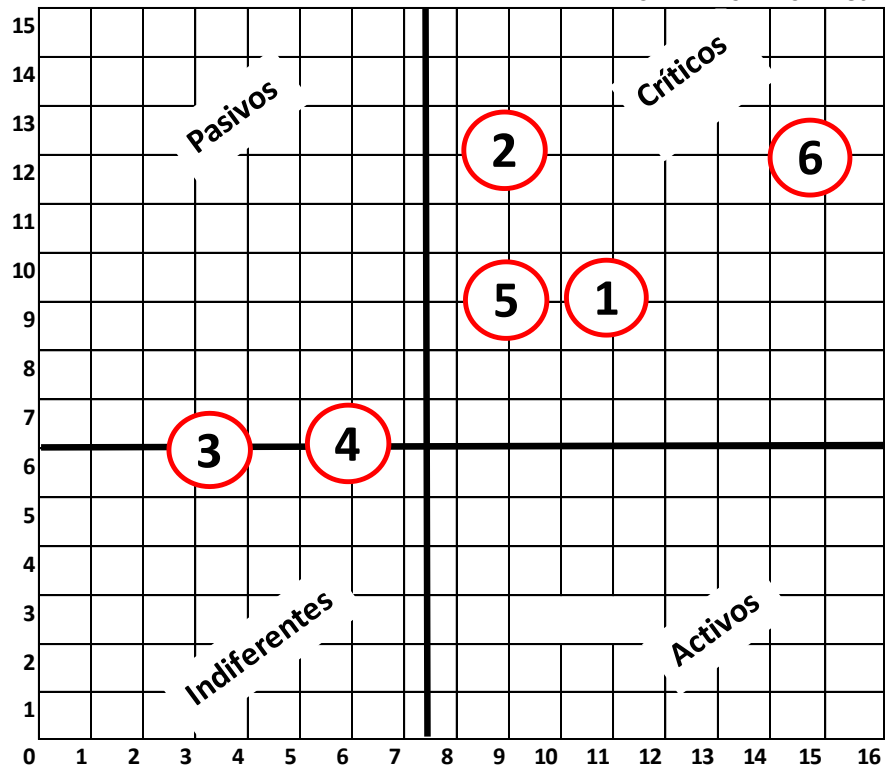


Figura 29. Causa Raíz pasivas, críticas, indiferentes y activas

Fuente. Elaboración propia

Se observa que la CR6, que fue excluida del Pareto por costos, por no tener mayor impacto económico actualmente, se considera crítico su control, pues podría agravarse en cualquier momento.

La CR3 y CR4, también descartadas en el Pareto, están en el límite de ser consideradas indiferentes y pasivas. De momento no gravitan, pero también deben mantenerse en observación.

### 2.5.3. Matriz de Indicadores

CAUSA RAIZ	CR1:Falta de Mantenimiento Preventivo	CR2:Falta Buenos Pronósticos	CR3:Falta asignar técnicamente los fletes	CR5:Bajo índice de rotación de stock	CR6:Falta de buenas practicas
<b>INDICADOR</b>	Ventas perdidas por disponibilidad de los equipos	Ventas perdidas por planeamiento	Sobrecosto en pago de fletes	Ventas perdidas por falta de liquidez por stock mal calculado	Maíz descartado por infestación con insectos
<b>FORMULA</b>	$\frac{\text{Horas de para}}{\text{Total horas programadas}}$ <p>Horas de para x capacidad x Utilidad promedio</p>	$\frac{\text{Ventas perdidas por planeamiento}}{\text{Total ventas}}$	$\sum \text{Tarifa} - \sum \text{Flete}$	$\frac{\text{Ingresos(TM)}}{\text{Saldo promedio(TM)}} = \text{Indice rotac}$ $\frac{\text{Ventas perdidas (TM)}}{\text{Total producción (TM)}}$ <p>Ventas perdidas x utilidad prom</p>	$\frac{\text{Maíz descartado}}{\text{Total comprado (TM)}}$ <p>Maíz descartado x costo</p>
<b>VA</b>	$\frac{62 \text{ horas}}{(250 \times 8 \times 74.8\%)} = 4.1\%$ <p>62 horas x 2 TM/Hre x S/62.2</p>	$\frac{4301 \text{ sacos}}{59,986 \text{ sacos}} = 7.17\%$	S/22,500 - S/25,595	$\frac{1,950 \text{ TM}}{34.2 \text{ TM}} = 24$ $\frac{31 \text{ TM}}{2,994} = 1.04\%$ <p>31 TM x S/62.2</p>	$\frac{1.8 \text{ (TM)}}{1,966 \text{ (TM)}} = 0.09\%$ <p>1,800 Kilos x S/0.69</p>
<b>PERDIDA ACTUAL</b>	S/ 7,713	S/ 13,697	S/ 3,095	S/ 1,928	S/ 1,242
<b>VM%</b>	1.00%	$\frac{31 \text{ sacos}}{59,986 \text{ sacos}} = 0.05\%$	S/22,500- S/19,750	<p>45</p> <p>0.00%</p> <p>10.7 TM x S/62.2</p>	0.05%

<b>PERDIDA POST MEJORA</b>	S/ 1,836	S/ 97	S/ 2,750	S/ -	S/ 258
<b>BENEFICIO</b>	S/ 5,876	S/ 13,600	S/ 5,845	S/ 1,928	S/ 984
<b>HERRAMIENTA DE MEJORA</b>	Gestión de mantenimiento	Gestión táctica	-Investigación de operaciones -Optimización	-Gestión logística -Gestión táctica -Simulación	Gestión de calidad
<b>METODOLOGIA</b>	-Matriz de criticidad -Matriz AMEF -Plan de mantenimiento preventivo	MRP	Solver	-MRP -Tamaño de lote	BPM
<b>INVERSION</b>	Capacitación S/1,500	Capacitación S/1,500	Capacitación S/1,500 Laptop S/3,000	Capacitación S/1,500	Termómetro S/538 Higrómetro S/1,671 Señalética S/500

*Figura 30. Matriz de indicadores*

*Fuente. Elaboración propia*

### 2.5.3.1. Descripción de causas raíces

- **Causa raíz 1: Falta mantenimiento preventivo**

Actualmente el mantenimiento es únicamente correctivo. Se aplica cuando la máquina para por algún defecto o da muestras evidentes que en cualquier momento puede fallar.

La planta tiene 2 molinos de granos. Ambas operan en simultáneo si hay necesidad; 1 mezcladora y una balanza alimentada por cangilones.

El año pasado, hubo una paralización de 62 horas durante el tiempo programado para producir, dejándose de elaborar 124 TM.

- **Causa raíz 2: Falta buenos pronósticos**

Si bien es cierto que un porcentaje importante de las ventas son programadas con anticipación, a veces hubo desabastecimiento de algunos insumos necesarios para atenderlas, producto de pronósticos deficientes, no basados en datos históricos recientes.

El inventario del maíz, que es el ingrediente de mayor participación en las diferentes formulaciones, ha fallado en algunas oportunidades, ocasionando incumplimiento o retraso en la entrega de órdenes de compra comprometidas.

En otros casos, no hubo producto terminado listo para el despacho. Los clientes suelen tener mucho apuro pues mantienen inventarios muy bajos en sus granjas y no pueden esperar que el molino procese su pedido, recurriendo a otros molinos de la zona, dado que es un commodity.

Esta deficiencia en los pronósticos, ha determinado se pierda la venta de 4,301 sacos de alimento balanceado de diversos tipos.

▪ **Causa raíz 3: Falta asignar técnicamente los fletes**

Los clientes del molino están ubicados en la zona sur hasta Ancash. Por el este, con Julcan y Santiago de Chuco y por el norte, hasta Trujillo.

Aproximadamente el 25% de los solicitado es recogido por los clientes en el mismo molino. El resto el molino lo despacha a través de diversos transportistas pequeños, que tienen diferentes ofertas de servicio y capacidad y también, diferentes precios.

La empresa paga este flete y luego los trasfiere a los clientes, con una tarifa plana de S/0.50 por saco.

Esta asignación que hace la empresa, de manera empírica, la perjudicó con S/3,095. Es decir, lo recuperado con la tarifa plana de S/0.50, no cubrió el costo cubierto por la empresa.

▪ **Causa raíz 5: Bajo índice de rotación de stocks**

El molino adquiere sus insumos sin considerar en toda su magnitud, el tiempo de abastecimiento ni la proyección de la demanda. Esto ocasiona que sus inventarios estén desbalanceados. Con frecuencia tiene sacos con insumos que no tienen movimiento y que les resta disponibilidad de dinero corriente para comprar otros insumos que, si son necesarios, causando rotura de stock.

Seguidamente se muestran los índices de rotación de los insumos.

<b>Cálculo del índice de rotación del maíz usado en la producción (Tons)</b>															60.50%	
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		165	110	150	180	140	175	150	68	162	205	220	165	1,890		
Consumo		123	124	125	153	165	167	164	159	168	160	166	136	1,812		<b>27</b>
Saldo	30	72	57	82	109	84	93	78	-	-	45	99	128		71	

<b>Cálculo del índice de rotación del afrecho usado en la producción (Tons)</b>															11.80%	
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		30	20	22	11	35	26	37	26	36	33	29	25	329		
Consumo		24	24	24	30	32	33	32	31	33	31	32	27	353		<b>36</b>
Saldo	25	31	27	24	5	8	2	7	2	4	6	2	1	120	10	

<b>Cálculo del índice de rotación del soya usado en la producción (Tons)</b>															20.0%	
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		45	42	38	55	51	65	52	65	50	64	61	42	629		
Consumo		41	41	41	50	54	55	54	53	56	53	55	45	599		<b>16</b>
Saldo	28	32	33	30	34	30	40	38	50	44	55	61	58	507	41	

<b>Cálculo del índice de rotación del arroz usado en la producción (Tons)</b>															2.50%	
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		7	4	4	3	5	6	5	8	10	15	6	5	78		
Consumo		5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7	6	75		<b>14</b>
Saldo	8	10	9	8	4	2	2	0	1	4	13	12	11		6	

Figura 31. Cálculo índice de rotación

Fuente. Elaboración propia

El índice de rotación promedio ponderado es 24, es decir, actualmente se está regenerando 2 veces al mes aproximadamente.

▪ **Causa raíz 6: Falta de Buenas Prácticas**

El almacén del molino luce desordenado. Existe mucha humedad que no circula por lo apretado que se encuentra.

No observan el FIFO y, como se menciona en el párrafo anterior, hay casos en que los insumos están algunas semanas sin movimiento y cuando se decide usarlos, se detecta que están contaminados con gorgojos o excretas de roedores, debiendo descartarse.

Para resumir, en la siguiente tabla se muestra la situación actual, donde se detalla la pérdida por deficiencias en el planeamiento, mantenimiento y logística.

Tabla 5  
*Situación actual de la problemática de la empresa*

Alimento	Sacos Pedidos	Sacos producidos Actual	Sacos despachados Actual	Sacos rotura stock por motivos varios	Margen unitario	Sacos rotura stock por motivos varios	Margen actual
Inicial	7,489	6,579	6,579	910	3.455	3,144.050	22,727
Crecimiento	12,063	10,762	10,762	1,301	3.136	4,078.578	33,748
Desarrollo	16,035	14,624	14,624	1,411	3.161	4,460.171	46,227
Postura	24,300	23,970	23,620	680	2.962	2,013.824	69,968
<b>Total</b>	<b>59,886</b>	<b>55,935</b>	<b>55,585</b>	<b>4,301</b>		<b>S/13,697</b>	<b>172,671</b>

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a lo mencionado en esta descripción de las causas raíz, la asignación del perjuicio por área sobre la rotura de stock fue como sigue.

Tabla 6  
*Resumen de causas de rotura de stock*

	TM	Sacos	Utilidad/saco	Pérdida	% sobre utilidad
Mantenimiento	124	2,480	3.11	7,713	4.14%
Rotación stock	31	620	3.11	1,928	1.03%
Planeamiento	60	1,201	3.11	3,735	2.00%
<b>Total</b>	<b>215</b>	<b>4,301</b>		<b>S/13,264</b>	<b>7.12%</b>

Utilidad total del año S/ **186.367**  
Fuente. Elaboración propia

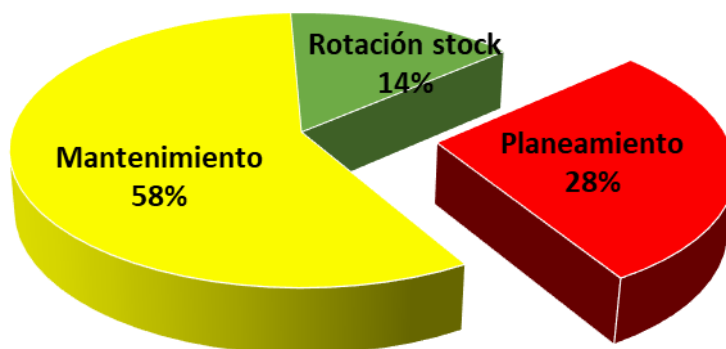


Figura 32. Causas de rotura de stock

Fuente. Elaboración propia



### 2.5.3.2. Monetización de Pérdidas

CR	Causa	Monetización	
CR1	Falta mantenimiento preventivo	Horas de paralización por fallas (Hr)	62
		Utilidad por hora de producción $2 \text{ TM/Hr} \times \text{S}/62.2/\text{TM} =$	S/ 124.40
		<b>Lucro cesante de la falta de mantenimiento</b>	<b>S/ 7,712.80</b>
CR2	Falta buenos pronósticos	Ventas perdidas (Sacos)	4,301
		Lucro cesante del deficiente planeamiento	13,697
CR3	Falta asignar técnicamente los fletes	Sacos transportados a diversos destinos (Sacos)	45,000
		Tarifa plana x saco	S/ 0.50
		Costo pagado en fletes por el molino	S/ 25,595.00
		Dinero recuperado con la tarifa plana	S/ 22,500.00
		Lucro cesante de la deficiente asignación de fletes	S/ 3,095.00
CR5	Bajo índice de rotación de stocks	Ventas perdidas por falta de liquidez por stock inmovilizado (Ton)	31
		Utilidad promedio por Ton	S/ 62.2
		Lucro cesante por la baja rotación de inventario	S/ 1,928.20
CR6	Falta de buenas prácticas	Maiz descartado con estar infestado con gorgojos y excretas (Ton)	1.8
		Costo de maiz (Soles/Kilo)	S/ 0.69
		Costo de maiz descartado	S/ 1,242.00

Figura 33. Monetización de pérdidas

Fuente. Elaboración propia

### 2.5.3.3. Solución Propuesta

- **Propuesta de mejora para la causa Raíz 1: falta de mantenimiento preventivo**

Con el criterio de que lo que no se puede medir no se puede mejorar, se procede a determinar las variables de esta deficiencia.

En primer lugar, se sabe que hubo 62 horas máquina parada por falta de mantenimiento, que paralizaron la producción del molino.

Se evaluó la frecuencia de fallas y la duración de las reparaciones, para ayudar a determinar su criticidad. Los cálculos son los siguientes:

<b>Paradas de equipo con interrupción de la producción</b>				
<b>Mezcladora</b>				
<b>Fecha de la ocurrencia</b>	<b>Inicio de la paralización</b>	<b>Inicio de la paralización</b>	<b>Horas de reparación</b>	<b>Horas entre fallas</b>
22-Ene	09:20:00	12:30:00	03:10:00	0:00:00
20-Feb	10:15:00	12:55:00	02:40:00	693:45:00
18-Mar	08:10:00	10:55:00	02:45:00	643:15:00
29-Abr	10:45:00	13:45:00	03:00:00	1007:50:00
27-May	09:05:00	11:35:00	02:30:00	667:20:00
11-Jun	08:25:00	11:50:00	03:25:00	356:50:00
8-Jul	11:00:00	12:50:00	01:50:00	647:10:00
15-Ago	08:35:00	13:50:00	05:15:00	907:45:00
13-Set	13:05:00	15:00:00	01:55:00	695:15:00
30-Set	11:20:00	13:15:00	01:55:00	404:20:00
15-Oct	09:35:00	11:05:00	01:30:00	356:20:00
16-Nov	08:25:00	09:35:00	01:10:00	765:20:00
3-Dic	09:30:00	12:45:00	03:15:00	407:55:00
<b>Horas de para MTTR</b>			<b>34:20:00</b>	
<b>MTTR</b>			<b>02:38:28</b>	
<b>MTBF</b>				<b>581:00:23</b>

Figura 34. Evaluación del MTTR y MTBF de la mezcladora

Fuente. Elaboración propia

<b>Paradas de equipo con interrupción de la producción</b>				
<b>Balanza</b>				
<b>Fecha de la ocurrencia</b>	<b>Inicio de la paralización</b>	<b>Horas de reparación</b>	<b>Horas entre fallas</b>	<b>Horas entre fallas</b>
28-Ene	08:10:00	13:05:00	04:55:00	0:00:00
25-Abr	09:10:00	14:05:00	04:55:00	2108:05:00
12-Ago	11:20:00	15:25:00	04:05:00	2613:15:00
23-Set	09:15:00	12:35:00	03:20:00	1001:50:00
1-Oct	08:25:00	12:50:00	04:25:00	187:50:00
16-Dic	09:05:00	15:05:00	06:00:00	1820:15:00
<b>Horas de para</b>			<b>27:40:00</b>	
<b>MTTR</b>			<b>04:36:40</b>	
<b>MTBF</b>				<b>1288:32:30</b>

Figura 35. Evaluación del MTTR y MTBF de la balanza

Fuente. Elaboración propia

Como existen 2 molinos, de los cuales uno se mantiene en stand by, su tiempo de falla no incide directamente en la productividad. No obstante, seguidamente se ha calculado el MTTR y MTBF para ambos equipos

<b>Paradas de equipo sin interrupción de la producción</b>				
<b>Molino 1</b>				
<b>Fecha de la ocurrencia</b>	<b>Inicio de la paralización</b>	<b>fin de la paralización</b>	<b>Horas de reparación</b>	<b>Horas entre fallas</b>
15-ene	9:10:00	10:35:00	1:25:00	0:00:00
13-mar	9:25:00	10:50:00	1:25:00	1390:50:00
20-jun	9:30:00	11:00:00	1:30:00	2374:40:00
29-nov	8:45:00	10:35:00	1:50:00	3885:45:00
03-dic	9:00:00	10:15:00	1:15:00	94:25:00
20-dic	10:05:00	11:10:00	1:05:00	407:50:00
23-dic	10:00:00	10:15:00	0:15:00	70:50:00
<b>Horas de para</b>			<b>8:45:00</b>	
<b>MTTR</b>			<b>1:27:30</b>	
<b>MTBF</b>				<b>1174:54:17</b>

Figura 36. Evaluación del MTTR y MTBF del molino #1

Fuente. Elaboración propia

<b>Paradas de equipo sin interrupción de la producción</b>				
<b>Molino 2</b>				
<b>Fecha de la ocurrencia</b>	<b>Inicio de la paralización</b>	<b>fin de la paralización</b>	<b>Horas de reparación</b>	<b>Horas entre fallas</b>
20-Ene	08:50:00	10:35:00	01:45:00	0:00:00
3-Feb	09:25:00	09:50:00	00:25:00	334:50:00
15-May	09:30:00	10:35:00	01:05:00	2447:40:00
3-Jul	10:15:00	11:00:00	00:45:00	1175:40:00
30-Ago	10:15:00	10:50:00	00:35:00	1391:15:00
18-Oct	09:05:00	09:35:00	00:30:00	1174:15:00
5-Dic	08:10:00	09:15:00	01:05:00	1150:35:00
<b>Horas de para</b>			<b>6:10:00</b>	
<b>MTTR</b>			<b>01:01:40</b>	
<b>MTBF</b>				1096:19:17

Figura 37. Evaluación del MTTR y MTBF del molino #2

Fuente. Elaboración propia

Los molinos tienen *back up*, en consecuencia, si uno fallase el otro pudo entrar en operación. Los otros equipos no tienen alternativa de reemplazo lo cual su parada afectaría la productividad. La siguiente figura lo muestra.

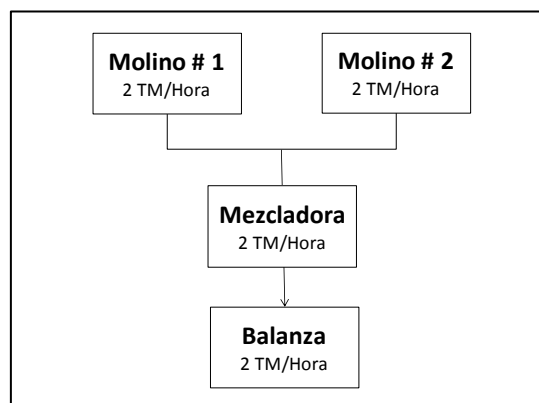


Figura 38. Interacción de las máquinas.

Fuente. Elaboración propia

La disponibilidad, o porcentaje del tiempo que la máquina estuvo operativa versus el tiempo disponible total durante el año, se muestra seguidamente.

Tabla 7

*Disponibilidad de los equipos*

Equipo	Horas año	Horas de falla	Disponibilidad
Mezcladora	2000:00:00	34:20:00	98.28%
Balanza	2000:00:00	27:40:00	98.62%
Molino 1	2000:00:00	8:45:00	99.56%
Molino 2	2000:00:00	6:10:00	99.69%

Fuente. Elaboración propia

Con el apoyo de la data previa, se construirá una matriz de criticidad de los equipos del molino, para priorizar su atención, de manera que el impacto de su falla se minimice.

	Frecuencia de fallas	Impacto operacional	Flexibilidad	Seguridad y ambiente	Costo de reparar	Criticidad
Molino	7	10	1	2	4	119
Mezcladora	6	10	4	2	8	144
Balanza	2	10	4	2	6	44

Figura 39. Matriz de criticidad

Fuente. Elaboración propia

Se determinó que la mezcladora debe ser el foco de la asignación de recursos, para mejorar su disponibilidad. Sus reparaciones son más frecuentes y toma mucho tiempo su puesta en marcha.

En mérito a ello se procederá a confeccionar una matriz AMFE y su plan de mantenimiento preventivo para este equipo, que garantice que no se pierdan ventas por falta de disponibilidad oportuna de producción.

Subsistema	Operación/Funcion	Modo de falla	Efectos	Causas	Severidad en salud	Probabilidad de ocurrencia	Capacidad de detección	índice prioridad de riesgo	Acción preventiva	Responsable
					00: Rasguño 10: Muerte	00 remoto 10: Seguro	00 : Nunca 10: Siempre			
Motor	Máquina que transforma la energía química del combustible en energía mecánica, que da movimiento al eje	Recalentamiento por incremento en el amperaje	Riesgo de quemarse. Para	1. Excesivo tiempo de mezcla. No debe exceder a 3 minutos. 2. Variación en la fuerza electromotriz de las 3 fases 3. Alta resistencia al torque	5	6	6	180	1. Reducir tiempo de mezcla. La temperatura no debería ser mayor a 60 C. 2. Verificar el voltaje de entrada 3. Verificar el estado de la bobina 4. Descartar presencia de humedad en tablero eléctrico	Jefe de molino
Variador de velocidad	Sistema que reducen la velocidad del eje del motor, de 5000 RPM a 60 RPM	Desgaste	Para	1. Rodamientos deteriorados 2. Chumaceras deterioradas	5	5	4	100	1. Recomendable cambiar a motor de 900 RPM	
Eje central	Eje de acero que transmite movimiento rotativo dentro de la cámara de mezclado.	Desgaste	Vibración causa desgaste de rodamientos, chumaceras y piñones	1. Rodamientos deteriorados 2. Ajuste excesivo de empaquetaduras de sellado 3. Fisuras 4. Eje torcido	1	7	5	35	1. Verificar linealidad del eje 2. Verificar integridad del eje 3. Medir luz en rodajes y chumaceras 4. Verificar ajuste apropiado de empaquetaduras 5. Verificar limpieza de rodamientos	
Paletas	Piezas de acero adosadas al eje principal con pernos, que arrastran el grano dentro de la cámara de mezclado	Torcedura o rotura por fatiga	Para	1. Rodamientos deteriorados 2. Roce de las paletas en el tambor 3. Retención de mezcla en algún lugar 4. Incrementó la densidad de algún material	1	7	2	14	1. Verificar integridad de las paletas. 2. Verificar luz entre platea y tambor	
Piñones	Ruedas dentadas de metal, que giran de manera encontrada, transmitiendo movimiento e incrementando la fuerza.	Vibración o atascamiento	Para	1. Dientes deteriorados 2. Excesiva luz al engranar 3. Ángulo defectuoso de los dientes	1	8	3	24	1. Verificar engranje entre piñones. 2. Medir luz entre dientes	

Figura 40. Matriz AMFE de la mezcladora

Fuente. Elaboración propia

## Plan de mantenimiento de la máquina.

Fecha	Verificar voltaje en las 3 fases	Verificar estado de la bobina del motor	Limpia y deshumede el tablero eléctrico	Revisar rodajes	Limpieza externa e interna	Revisar sellos y empaquetaduras	Detectar ruidos extraños	Lubricación de chumaceras	Verificar luz entre paletas y tambor	Verificar linealidad del eje y fisuras	Revisión del desgaste de las paletas	Verificar ajuste de empaquetaduras	Verificar engrane de los dientes de piñones.	Revisión niveles de aceite	Observaciones	Responsable
Frecuencia del servicio : semanal																
07/01/20																
08/01/20																
09/01/20																
10/01/20																
11/01/20																
12/01/20																
13/01/20																
14/01/20																

Figura 41. Plan de mantenimiento semanal de la mezcladora

Fuente. Elaboración propia

### Propuesta de mejora para la causa raíz 2: Falta buenos pronósticos

Se propone el uso de pronósticos, basados en información de ventas del año 2018, con la finalidad de reducir la brecha con la realidad.

Tabla 8  
Venta en sacos alimento inicial 2017

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producido		100	141	122	600	700	655	650	703	750	800	725	150
Disponibile		110	141	122	600	700	655	650	703	750	800	733	150
Solicitado		122	141	165	669	764	768	795	800	785	792	813	163
Atendido		110	141	122	600	700	655	650	703	750	792	733	150
Saldo	10 -	12 -	0 -	43 -	69 -	64 -	113 -	145 -	97 -	35	8 -	80 -	13

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9  
Venta en sacos alimento inicial 2018

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
120	125	108	620	721	702	798	755	779	755	769	150
120	125	108	620	721	702	798	755	779	755	769	150
134	151	172	704	800	803	837	840	852	836	861	163
120	125	108	620	721	702	798	755	779	755	769	150
- 14 -	- 26 -	- 64 -	- 84 -	- 79 -	- 101 -	- 39 -	- 85 -	- 73 -	- 81 -	- 92 -	- 13

Fuente. Elaboración propia

Tabla 10  
Venta en sacos alimento inicial 2019

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
151	158	178	735	832	840	875	880	893	875	900	172	7,489
100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
- 51 -	- 30 -	- 73 -	- 55 -	- 107 -	- 40 -	- 116 -	- 35 -	- 116 -	- 125 -	- 140 -	- 22	

Fuente. Elaboración propia

Con esta información anual, se determinó el índice de estacionalidad, como se observa seguidamente.

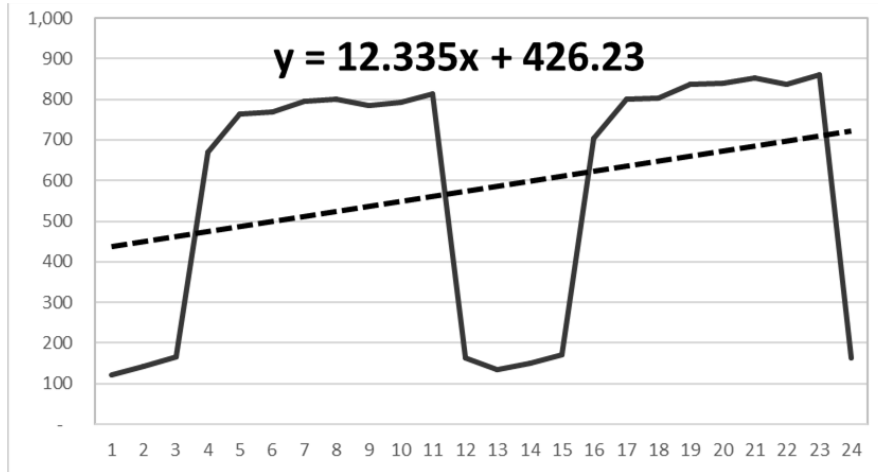
Tabla 11  
*Índice de estacionalidad de alimento inicial*

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio	
Solicitado	122	141	165	669	764	768	795	800	785	792	813	163	<b>565</b>
Solicitado	134	151	172	704	800	803	837	840	852	836	861	163	<b>596</b>
Promedio	128	146	169	686	782	785	816	820	818	814	837	163	<b>580</b>
<b>Índice est</b>	<b>0.220</b>	<b>0.252</b>	<b>0.290</b>	<b>1.183</b>	<b>1.347</b>	<b>1.353</b>	<b>1.406</b>	<b>1.413</b>	<b>1.410</b>	<b>1.403</b>	<b>1.442</b>	<b>0.281</b>	

Fuente. Elaboración propia

Se procede a graficar las ventas de los años 2017 y 2018, para determinar la línea de tendencia para el 2019.





*Figura 42. Proyección alimento inicial*

*Fuente. Elaboración propia*

La proyección obtenida de la regresión cuadrática, es corregida con el índice de estacionalidad y de inmediato de calcula la Desviación media absoluta, MAD, de ambas. La menor será más confiable.

Periodo (t)	Venta real (At)	Índice estacion	Proyección estacion real	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	MAD
					Error absoluta	Error absoluta	Error absoluta	Error normal	Error normal	Señal de retroceso	
1 Ene	122	0.220	97	439	25	25	25	25	25	25	1.00
2 Feb	141	0.252	114	451	28	53	26	28	53		2.00
3 Mar	165	0.290	135	463	31	84	28	31	84		3.00
4 Abr	663	1.183	562	476	106	190	47	106	190		4.00
5 May	764	1.347	657	488	107	296	59	107	296		5.00
6 Jun	768	1.353	677	500	91	387	65	91	387		6.00
7 Jul	795	1.406	721	513	74	462	66	74	462		7.00
8 Ago	800	1.413	742	525	58	520	65	58	520		8.00
9 Set	785	1.410	758	537	27	547	61	27	547		9.00
10 Oct	792	1.403	771	550	21	569	57	21	569		10.00
11 Nov	813	1.442	810	562	3	572	52	3	572		11.00
12 Dic	163	0.281	161	574	2	573	48	2	573		12.00
13 Ene	134	0.220	129	587	5	578	44	5	578		13.00
14 Feb	151	0.252	151	599	0	578	41	0	578		14.00
15 Mar	172	0.290	178	611	6	584	39	6	573		14.72
16 Abr	704	1.183	737	624	33	617	39	33	539		13.98
17 May	800	1.347	857	636	57	674	40	57	482		12.17
18 Jun	803	1.353	877	648	74	748	42	74	408		9.82
19 Jul	837	1.406	929	661	92	840	44	92	316		7.16
20 Ago	840	1.413	951	673	111	950	48	111	206		4.33
21 Set	852	1.410	966	685	114	1,065	51	114	92		1.80
22 Oct	836	1.403	978	698	142	1,207	55	142	51		-0.93
23 Nov	861	1.442	1,024	710	163	1,370	60	163	214		-3.59
24 Dic	163	0.281	203	722	40	1,410	59	40	254		-4.32
25 Ene		0.220	162	735	162	1,572	63	162	416		-6.61
26 Feb		0.252	188	747	188	1,760	68	188	604		-8.92
27 Mar		0.290	220	759	220	1,980	73	220	824		-11.24
28 Abr		1.183	912	772	312	2,893	103	912	1,737		-16.81
29 May		1.347	1,056	784	1,056	3,949	136	1,056	2,793		-20.51
30 Jun		1.353	1,078	796	1,078	5,027	168	1,078	3,870		-23.10
31 Jul		1.406	1,137	809	1,137	6,163	199	1,137	5,007		-25.18
32 Ago		1.413	1,160	821	1,160	7,323	229	1,160	6,167		-26.95
33 Set		1.410	1,175	833	1,175	8,498	258	1,175	7,342		-28.51
34 Oct		1.403	1,186	846	1,186	9,684	285	1,186	8,528		-29.94
35 Nov		1.442	1,237	858	1,237	10,922	312	1,237	9,766		-31.29
36 Dic		0.281	244	870	244	11,166	310	244	10,010		-32.27

Figura 43. Pronóstico estacional del alimento inicial y MAD

Fuente. Elaboración propia

Período (z)	Mes	Venta real (At)	Índice estacional (Es)	Proyección estacional (Ee)	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]/MAD		
						Error absoluta	Error absoluta	MAD Error absoluta	Error normal	Error normal	Señal de control		
1	Ene	122			<b>439</b>	439	439	439	-	439	-	439	-1.00
2	Feb	141			<b>451</b>	141	580	290		141		141	0.49
3	Mar	165			<b>463</b>	165	745	248		165		165	0.66
4	Abr	669			<b>476</b>	669	1,414	353		669		669	1.89
5	May	764			<b>488</b>	764	2,178	436		764		764	1.75
6	Jun	768			<b>500</b>	768	2,945	491		768		768	1.56
7	Jul	795			<b>513</b>	795	3,740	534		795		795	1.49
8	Ago	800			<b>525</b>	800	4,540	568		800		800	1.41
9	Set	785			<b>537</b>	785	5,325	592		785		785	1.33
10	Oct	792			<b>550</b>	792	6,117	612		792		792	1.30
11	Nov	813			<b>562</b>	813	6,931	630		813		813	1.29
12	Dic	163			<b>574</b>	163	7,093	591		163		163	0.28
13	Ene	134			<b>587</b>	134	7,227	556		134		134	0.24
14	Feb	151			<b>599</b>	151	7,378	527		151		151	0.29
15	Mar	172			<b>611</b>	172	7,550	503		172		172	0.34
16	Abr	704			<b>624</b>	704	8,254	516		704		704	1.36
17	May	800			<b>636</b>	800	9,054	533		800		800	1.50
18	Jun	803			<b>648</b>	803	9,857	548		803		803	1.47
19	Jul	837			<b>661</b>	837	10,694	563		837		837	1.49
20	Ago	840			<b>673</b>	840	11,534	577		840		840	1.46
21	Set	852			<b>685</b>	852	12,386	590		852		852	1.44
22	Oct	836			<b>698</b>	836	13,222	601		836		836	1.39
23	Nov	861			<b>710</b>	861	14,083	612		861		861	1.41
24	Dic	163			<b>722</b>	163	14,246	<b>594</b>		163		163	0.27
25	Ene				<b>735</b>								
26	Feb				<b>747</b>								
27	Mar				<b>759</b>								
28	Abr				<b>772</b>								
29	May				<b>784</b>								
30	Jun				<b>796</b>								
31	Jul				<b>809</b>								
32	Ago				<b>821</b>								
33	Set				<b>833</b>								
34	Oct				<b>846</b>								
35	Nov				<b>858</b>								
36	Dic				<b>870</b>								

Figura 44. Pronóstico de regresión cuadrática del alimento inicial y MAD

Fuente. Elaboración propia

Ambos pronósticos tienen similar MAD, pero el pronóstico estacional es bastante mayor e indica una correlación muy fuerte respecto a las ventas realmente efectuadas.

✓ De manera similar se procede con el alimento de crecimiento.

*Tabla 12*  
Venta en sacos alimento crecimiento 2017

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producido		725	715	760	778	880	801	879	900	925	897	788	900
Disponible		735	715	760	778	880	801	879	900	925	897	788	900
Solicitado		771	765	820	823	1,010	975	973	998	988	995	901	942
Atendido		735	715	760	778	880	801	879	900	925	897	788	900
Saldo	10 -	36 -	50 -	60 -	45 -	130 -	174 -	94 -	98 -	63 -	98 -	113 -	42
													- 1,002

Fuente. Elaboración propia

*Tabla 13*  
Venta en sacos alimento crecimiento 2018

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	740	725	785	750	888	976	950	968	982	935	850	830
	740	725	785	750	888	976	950	968	982	935	850	830
	813	804	864	880	1,068	1,093	1,024	1,045	1,061	1,051	947	879
	740	725	785	750	888	976	950	968	4,285	935	850	830
-	73 -	79 -	79 -	130 -	180 -	117 -	74 -	77 -	79 -	116 -	97 -	49

Fuente. Elaboración propia

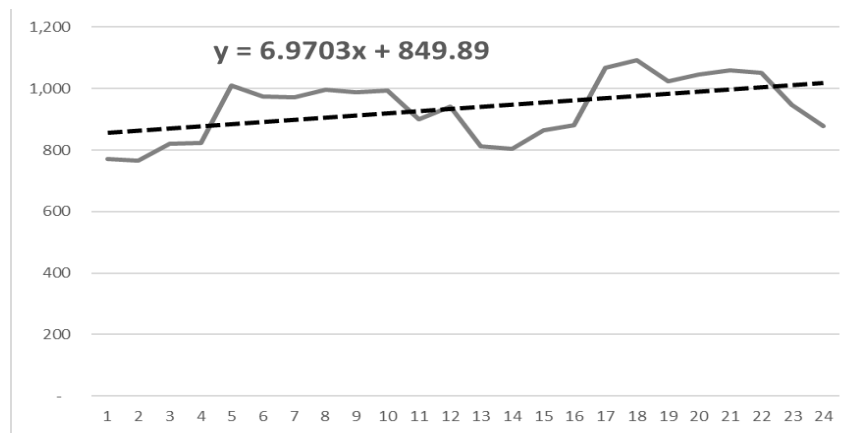
Con esta información anual, se determinó el índice de estacionalidad, como se observa seguidamente:

*Tabla 14*  
Índice de estacionalidad

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Solicitado	771	765	820	823	1,010	975	973	998	988	995	901	942	<b>913</b>
Solicitado	813	804	864	880	1,068	1,093	1,024	1,045	1,061	1,051	947	879	<b>961</b>
Promedio	792	784	842	851	1,039	1,034	998	1,021	1,025	1,023	924	910	<b>937</b>
Índice est	<b>0.845</b>	<b>0.837</b>	<b>0.899</b>	<b>0.909</b>	<b>1.109</b>	<b>1.104</b>	<b>1.065</b>	<b>1.090</b>	<b>1.094</b>	<b>1.092</b>	<b>0.986</b>	<b>0.972</b>	

Fuente. Elaboración propia

Ahora se procede a graficar las ventas de los años 2017 y 2018, para determinar la línea de tendencia para el 2019.



*Figura 45. Proyección alimento crecimiento*

Fuente. Elaboración propia

La proyección obtenida de la regresión cuadrática, es corregida con el índice de estacionalidad y de inmediato de calcula la Desviación media absoluta, MAD, de ambas. La menor será más confiable.

Periodo (t)	Mes	Venta real (At)	Índice	Proyección estacional	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]/MAD	
						Error absoluta	Y Error absoluta	MAD Error absoluta	Error normal	Y Error normal	Señal de retroceso	
1	Ene	545	0.845	<b>724</b>	<b>857</b>	179	179	179	-	179	-	1
2	Feb	700	0.837	<b>723</b>	<b>864</b>	23	202	101	-	23	-	2
3	Mar	641	0.839	<b>783</b>	<b>871</b>	142	344	115	-	142	-	3
4	Abr	2,718	0.309	<b>798</b>	<b>878</b>	1,320	2,265	566	1,320	1,576		3
5	May	2,891	1.109	<b>981</b>	<b>883</b>	1,310	4,175	835	1,310	3,486		4
6	Jun	2,659	1.104	<b>984</b>	<b>892</b>	1,675	5,850	975	1,675	5,161		5
7	Jul	3,031	1.065	<b>957</b>	<b>899</b>	2,074	7,923	1,132	2,074	7,235		6
8	Ago	2,820	1.090	<b>987</b>	<b>906</b>	1,833	3,756	1,219	1,833	3,068		7
9	Set	3,010	1.034	<b>998</b>	<b>913</b>	2,012	11,768	1,308	2,012	11,080		8
10	Oct	3,000	1.032	<b>1,004</b>	<b>920</b>	1,936	13,764	1,376	1,936	13,076		10
11	Nov	2,944	0.986	<b>913</b>	<b>927</b>	2,031	15,795	1,436	2,031	15,107		11
12	Dic	770	0.972	<b>907</b>	<b>934</b>	137	15,932	1,328	-	137	14,970	11
13	Ene	708	0.845	<b>795</b>	<b>941</b>	87	16,019	1,232	-	87	14,882	12
14	Feb	770	0.837	<b>793</b>	<b>947</b>	23	16,042	1,146	-	23	14,859	13
15	Mar	700	0.839	<b>858</b>	<b>954</b>	158	16,200	1,080	-	158	14,702	14
16	Abr	2,989	0.309	<b>874</b>	<b>961</b>	2,115	18,315	1,145	2,115	16,817		15
17	May	3,267	1.109	<b>1,074</b>	<b>968</b>	2,133	20,508	1,206	2,133	19,010		16
18	Jun	3,415	1.104	<b>1,076</b>	<b>975</b>	2,339	22,847	1,269	2,339	21,349		17
19	Jul	3,395	1.065	<b>1,047</b>	<b>982</b>	2,348	25,195	1,326	2,348	23,697		18
20	Ago	3,618	1.090	<b>1,078</b>	<b>989</b>	2,540	27,735	1,387	2,540	26,237		19
21	Set	3,500	1.034	<b>1,089</b>	<b>996</b>	2,411	30,146	1,436	2,411	28,648		20
22	Oct	3,461	1.032	<b>1,095</b>	<b>1,003</b>	2,366	32,511	1,478	2,366	31,014		21
23	Nov	3,297	0.986	<b>996</b>	<b>1,010</b>	2,301	34,813	1,514	2,301	33,315		22
24	Dic	860	0.972	<b>988</b>	<b>1,017</b>	128	34,941	1,456	-	128	33,186	23
25	Ene		0.845	<b>866</b>	<b>1,024</b>	866	35,807	1,432	-	866	32,320	23
26	Feb		0.837	<b>863</b>	<b>1,031</b>	863	36,670	1,410	-	863	31,457	22
27	Mar		0.839	<b>933</b>	<b>1,038</b>	933	37,603	1,393	-	933	30,525	22
28	Abr		0.309	<b>950</b>	<b>1,045</b>	950	38,552	1,377	-	950	29,575	21
29	May		1.109	<b>1,166</b>	<b>1,052</b>	1,166	39,719	1,370	-	1,166	28,409	21
30	Jun		1.104	<b>1,169</b>	<b>1,059</b>	1,169	40,887	1,363	-	1,169	27,240	20
31	Jul		1.065	<b>1,156</b>	<b>1,066</b>	1,136	42,023	1,356	-	1,136	26,104	19
32	Ago		1.090	<b>1,170</b>	<b>1,073</b>	1,170	43,192	1,350	-	1,170	24,935	18
33	Set		1.034	<b>1,181</b>	<b>1,080</b>	1,181	44,373	1,345	-	1,181	23,754	18
34	Oct		1.032	<b>1,186</b>	<b>1,087</b>	1,186	45,560	1,340	-	1,186	22,567	17
35	Nov		0.986	<b>1,078</b>	<b>1,094</b>	1,078	46,638	1,333	-	1,078	21,489	16
36	Dic		0.972	<b>1,070</b>	1,101	1,070	47,708	<b>1,325</b>	-	1,070	20,419	15

Figura 46. Pronóstico estacional del alimento crecimiento y MAD

Fuente. Elaboración propia

Período (x)	Mes	Venta real (At)	Índice estacional	Proyección estacional	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]/MAD
						Error absoluta	↳ Error absoluta	MAD Error absoluta	Error normal	↳ Error normal	Saldo de retroceso
1	Ene	545			857	545	545	545	545	545	1
2	Feb	700			864	700	1,245	623	700	1,245	2
3	Mar	641			871	641	1,886	623	641	1,886	3
4	Abr	2,718			878	2,718	4,604	1,151	2,718	4,604	4
5	May	2,831			885	2,831	7,435	1,433	2,831	7,435	5
6	Jun	2,653			892	2,653	10,154	1,632	2,653	10,154	6
7	Jul	3,031			899	3,031	13,185	1,884	3,031	13,185	7
8	Ago	2,820			906	2,820	16,005	2,001	2,820	16,005	8
9	Set	3,010			913	3,010	19,015	2,113	3,010	19,015	9
10	Oct	3,000			920	3,000	22,015	2,202	3,000	22,015	10
11	Nov	2,944			927	2,944	24,953	2,263	2,944	24,953	11
12	Dic	770			934	770	25,723	2,144	770	25,723	12
13	Ene	708			941	708	26,437	2,034	708	26,437	13
14	Feb	770			947	770	27,207	1,943	770	27,207	14
15	Mar	700			954	700	27,907	1,860	700	27,907	15
16	Abr	2,983			961	2,983	30,836	1,331	2,983	30,836	16
17	May	3,267			968	3,267	34,163	2,010	3,267	34,163	17
18	Jun	3,415			975	3,415	37,578	2,088	3,415	37,578	18
19	Jul	3,335			982	3,335	40,373	2,156	3,335	40,373	19
20	Ago	3,618			989	3,618	44,531	2,230	3,618	44,531	20
21	Set	3,500			996	3,500	48,031	2,230	3,500	48,031	21
22	Oct	3,461			1,003	3,461	51,552	2,343	3,461	51,552	22
23	Nov	3,237			1,010	3,237	54,843	2,385	3,237	54,843	23
24	Dic	860			1,017	860	55,703	<b>2,321</b>	860	55,703	24
25	Ene				1,024	-	-	-	-	-	
26	Feb				1,031	-	-	-	-	-	
27	Mar				1,038	-	-	-	-	-	
28	Abr				1,045	-	-	-	-	-	
29	May				1,052	-	-	-	-	-	
30	Jun				1,059	-	-	-	-	-	
31	Jul				1,066	-	-	-	-	-	
32	Ago				1,073	-	-	-	-	-	
33	Set				1,080	-	-	-	-	-	
34	Oct				1,087	-	-	-	-	-	
35	Nov				1,094	-	-	-	-	-	
36	Dic				1,101	-	-	-	-	-	

Figura 47. Pronóstico por regresión cuadrática del alimento crecimiento y MAD

Fuente. Elaboración propia

El pronóstico estacional tiene menor MAD y su coeficiente de correlación es muy alto, lo que demuestra su confiabilidad.

✓ A continuación, se evalúa el pronóstico del alimento de desarrollo.

Tabla 15  
*Ventas alimento desarrollo 2017*

**Ventas en Sacos x 50 Kilos de Alimento Desarrollo.- 2017**

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producido		900	925	999	985	987	1,120	1,400	1,245	1,291	1,350	1,280	1,222
Disponible		910	925	999	985	987	1,120	1,400	1,310	1,291	1,350	1,280	1,222
Solicitado		1,087	1,105	1,084	1,080	1,170	1,238	1,335	1,384	1,319	1,380	1,385	1,300
Atendido		910	925	999	985	987	1,120	1,335	1,310	1,291	1,350	1,280	1,222
Sakto	10 -	177 -	180 -	85 -	95 -	183 -	118	65 -	74 -	28 -	30 -	105 -	78

Fuente. Elaboración propia

Tabla 16  
*Ventas alimento desarrollo 2018*

**Ventas en Sacos x 50 Kilos de Alimento Desarrollo.- 2018**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1,111	988	1,001	1,301	1,300	1,186	1,153	998	1,185	1,302	1,281	1,253
	1,111	988	1,001	1,301	1,300	1,186	1,153	998	1,185	1,302	1,281	1,253
	1,145	1,161	1,140	1,425	1,310	1,333	1,307	1,104	1,355	1,340	1,355	1,334
	1,111	988	1,001	1,301	1,300	1,186	1,153	998	1,185	1,302	1,281	1,253
-	34 -	173 -	139 -	124 -	10 -	147 -	154 -	106 -	170 -	38 -	74 -	81

Fuente. Elaboración propia

Con esta información anual, se determinó el índice de estacionalidad.

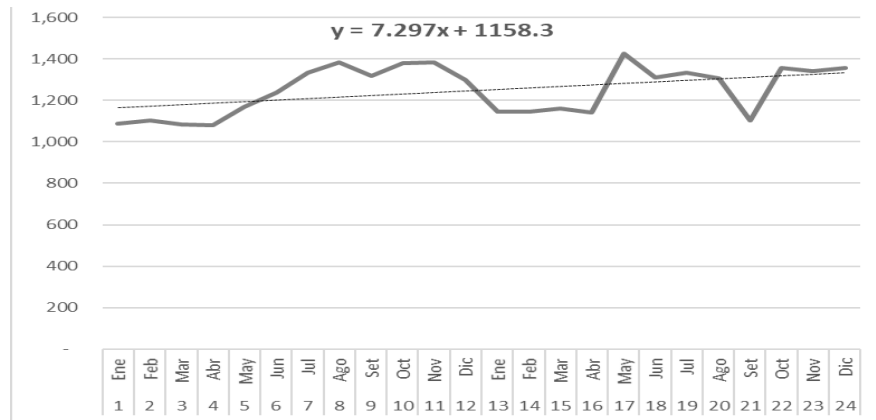
Tabla 17  
*Índice de estacionalidad del alimento desarrollo 2018*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Solicitad	1,087	1,105	1,084	1,080	1,170	1,238	1,335	1,384	1,319	1,380	1,385	1,300	<b>1,239</b>
Solicitad	1,145	1,161	1,140	1,425	1,310	1,333	1,307	1,104	1,355	1,340	1,355	1,334	<b>1,276</b>
Promedic	1,116	1,133	1,112	1,253	1,240	1,286	1,321	1,244	1,337	1,360	1,370	1,317	<b>1,257</b>
Indice es	<b>0.888</b>	<b>0.901</b>	<b>0.885</b>	<b>0.996</b>	<b>0.986</b>	<b>1.022</b>	<b>1.051</b>	<b>0.989</b>	<b>1.063</b>	<b>1.082</b>	<b>1.090</b>	<b>1.047</b>	

Fuente. Elaboración propia



Ahora se procede a graficar las ventas de los años 2017 y 2018, para determinar la línea de tendencia para el 2019.



*Figura 48.* Proyección alimento desarrollo

Fuente. Elaboración propia

La proyección obtenida de la regresión cuadrática, es corregida con el índice de estacionalidad y de inmediato de calcula la Desviación media absoluta, MAD, de ambas. La menor será más confiable.

Período (x)	Mes	Venta real (At)	Índice estacional	Proyección estacional (Et)	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	MAD	
						Error absoluto	∑ Error absoluto	MAD Error absoluto	Error normal	∑ Error normal	Señal de retroceso		
1	Ene	1,087	0.888	<b>1,352</b>	<b>1,166</b>	245	245	245	-	245	-	245	1
2	Feb	1,105	0.901	<b>1,057</b>	<b>1,173</b>	48	293	147	-	48	-	196	1
3	Mar	1,084	0.885	<b>1,044</b>	<b>1,180</b>	41	334	111	-	41	-	156	1
4	Abr	1,080	0.936	<b>1,163</b>	<b>1,187</b>	103	436	103	-	103	-	259	2
5	May	1,170	0.986	<b>1,178</b>	<b>1,195</b>	8	444	83	-	8	-	267	3
6	Jun	1,238	1.022	<b>1,229</b>	<b>1,202</b>	9	454	76	-	9	-	258	3
7	Jul	1,335	1.051	<b>1,271</b>	<b>1,209</b>	65	518	74	-	65	-	193	3
8	Ago	1,384	0.989	<b>1,204</b>	<b>1,217</b>	180	698	87	-	180	-	13	0
9	Set	1,319	1.063	<b>1,301</b>	<b>1,224</b>	17	716	80	-	17	-	5	0
10	Oct	1,380	1.082	<b>1,332</b>	<b>1,231</b>	48	764	76	-	48	-	53	1
11	Nov	1,365	1.090	<b>1,350</b>	<b>1,239</b>	36	800	73	-	36	-	89	1
12	Dic	1,300	1.047	<b>1,305</b>	<b>1,246</b>	5	805	67	-	5	-	84	1
13	Ene	1,145	0.888	<b>1,353</b>	<b>1,253</b>	188	993	76	-	188	-	104	1
14	Feb	1,145	0.901	<b>1,156</b>	<b>1,260</b>	9	1,002	72	-	9	-	95	1
15	Mar	1,161	0.885	<b>1,121</b>	<b>1,268</b>	40	1,042	63	-	40	-	56	1
16	Abr	1,140	0.936	<b>1,270</b>	<b>1,275</b>	130	1,172	73	-	130	-	186	3
17	May	1,425	0.986	<b>1,265</b>	<b>1,282</b>	160	1,332	78	-	160	-	26	0
18	Jun	1,310	1.022	<b>1,319</b>	<b>1,290</b>	9	1,341	74	-	9	-	34	0
19	Jul	1,333	1.051	<b>1,363</b>	<b>1,297</b>	30	1,370	72	-	30	-	64	1
20	Ago	1,307	0.989	<b>1,290</b>	<b>1,304</b>	17	1,387	63	-	17	-	47	1
21	Set	1,104	1.063	<b>1,394</b>	<b>1,312</b>	290	1,678	80	-	290	-	338	4
22	Oct	1,355	1.082	<b>1,426</b>	<b>1,319</b>	71	1,749	80	-	71	-	409	5
23	Nov	1,340	1.090	<b>1,445</b>	<b>1,326</b>	105	1,854	81	-	105	-	514	6
24	Dic	1,355	1.047	<b>1,396</b>	<b>1,333</b>	41	1,896	79	-	41	-	556	7
25	Ene		0.888	<b>1,354</b>	<b>1,341</b>	1,334	3,230	129	-	1,334	-	1,890	15
26	Feb		0.901	<b>1,215</b>	<b>1,348</b>	1,215	4,444	171	-	1,215	-	3,104	18
27	Mar		0.885	<b>1,199</b>	<b>1,355</b>	1,199	5,643	209	-	1,199	-	4,303	21
28	Abr		0.936	<b>1,357</b>	<b>1,363</b>	1,357	7,001	250	-	1,357	-	5,661	23
29	May		0.986	<b>1,351</b>	<b>1,370</b>	1,351	8,352	288	-	1,351	-	7,012	24
30	Jun		1.022	<b>1,408</b>	<b>1,377</b>	1,408	9,760	325	-	1,408	-	8,420	26
31	Jul		1.051	<b>1,455</b>	<b>1,385</b>	1,455	11,215	362	-	1,455	-	9,875	27
32	Ago		0.989	<b>1,377</b>	<b>1,392</b>	1,377	12,591	393	-	1,377	-	11,251	29
33	Set		1.063	<b>1,488</b>	<b>1,399</b>	1,488	14,079	427	-	1,488	-	12,739	30
34	Oct		1.082	<b>1,521</b>	<b>1,406</b>	1,521	15,600	459	-	1,521	-	14,260	31
35	Nov		1.090	<b>1,540</b>	<b>1,414</b>	1,540	17,141	490	-	1,540	-	15,801	32
36	Dic		1.047	<b>1,488</b>	<b>1,421</b>	1,488	18,629	<b>517</b>	-	1,488	-	17,289	33

Figura 49. Pronóstico estacional del alimento de desarrollo y MAD

Fuente. Elaboración propia

Período (x)	Mes	Venta real (At)	Índice estacional	Proyección estacional	Proyección lineal	[At - Ft]		[At - Ft]		[At - Ft]		[At - Ft]/MAD
						Error absoluta	↳ Error absoluta	MAD Error	Error normal	↳ Error normal	Señal de retroceso	
1	Ene	1,087			<b>1,166</b>	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1
2	Feb	1,105			<b>1,173</b>	1,105	2,192	1,096	1,105	1,105	1,105	1
3	Mar	1,084			<b>1,180</b>	1,084	3,277	1,092	1,084	1,084	1,084	1
4	Abr	1,080			<b>1,187</b>	1,080	4,357	1,089	1,080	1,080	1,080	1
5	May	1,170			<b>1,195</b>	1,170	5,528	1,106	1,170	1,170	1,170	1
6	Jun	1,238			<b>1,202</b>	1,238	6,766	1,128	1,238	1,238	1,238	1
7	Jul	1,335			<b>1,209</b>	1,335	8,101	1,157	1,335	1,335	1,335	1
8	Ago	1,384			<b>1,217</b>	1,384	9,485	1,186	1,384	1,384	1,384	1
9	Set	1,319			<b>1,224</b>	1,319	10,804	1,200	1,319	1,319	1,319	1
10	Oct	1,380			<b>1,231</b>	1,380	12,184	1,218	1,380	1,380	1,380	1
11	Nov	1,385			<b>1,239</b>	1,385	13,569	1,234	1,385	1,385	1,385	1
12	Dic	1,300			<b>1,246</b>	1,300	14,869	1,239	1,300	1,300	1,300	1
13	Ene	1,145			<b>1,253</b>	1,145	16,014	1,232	1,145	1,145	1,145	1
14	Feb	1,145			<b>1,260</b>	1,145	17,159	1,226	1,145	1,145	1,145	1
15	Mar	1,161			<b>1,268</b>	1,161	18,320	1,221	1,161	1,161	1,161	1
16	Abr	1,140			<b>1,275</b>	1,140	19,460	1,216	1,140	1,140	1,140	1
17	May	1,425			<b>1,282</b>	1,425	20,885	1,229	1,425	1,425	1,425	1
18	Jun	1,310			<b>1,290</b>	1,310	22,195	1,233	1,310	1,310	1,310	1
19	Jul	1,333			<b>1,297</b>	1,333	23,528	1,238	1,333	1,333	1,333	1
20	Ago	1,307			<b>1,304</b>	1,307	24,835	1,242	1,307	1,307	1,307	1
21	Set	1,104			<b>1,312</b>	1,104	25,939	1,235	1,104	1,104	1,104	1
22	Oct	1,355			<b>1,319</b>	1,355	27,294	1,241	1,355	1,355	1,355	1
23	Nov	1,340			<b>1,326</b>	1,340	28,634	1,245	1,340	1,340	1,340	1
24	Dic	1,355			<b>1,333</b>	1,355	29,989	<b>1,250</b>	1,355	1,355	1,355	1
25	Ene				<b>1,341</b>							
26	Feb				<b>1,348</b>							
27	Mar				<b>1,355</b>							
28	Abr				<b>1,363</b>							
29	May				<b>1,370</b>							
30	Jun				<b>1,377</b>							
31	Jul				<b>1,385</b>							
32	Ago				<b>1,392</b>							
33	Set				<b>1,399</b>							
34	Oct				<b>1,406</b>							
35	Nov				<b>1,414</b>							
36	Dic				<b>1,421</b>							

Figura 50. Pronóstico por regresión cuadrática del alimento de desarrollo y MAD

Fuente. Elaboración propia

El pronóstico estacional tiene menor MAD y mayor coeficiente de correlación, de modo que este tiene mayor confiabilidad.

- ✓ Seguidamente se revisará la formulación del pronóstico del alimento para ponedoras (postura).

Tabla 18  
*Ventas alimento para ponedoras 2017*

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producido		1,525	1,716	1,639	1,702	2,001	1,850	1,898	1,744	1,920	1,655	1,970	1,802
Disponible		1,535	1,716	1,639	1,702	2,001	1,929	1,898	1,744	1,920	1,655	1,970	1,802
Solicitado		1,736	1,730	1,678	1,704	1,922	1,939	1,927	1,941	1,942	1,738	1,980	1,823
Atendido		1,535	1,716	1,639	1,702	1,922	1,929	1,898	1,744	1,920	1,655	1,970	1,802
Sako	10 -	201 -	14 -	39 -	2	79 -	10 -	29 -	197 -	22 -	83 -	10 -	21

Fuente. Elaboración propia

Tabla 19  
*Ventas alimento para ponedoras 2018*

Ventas Sacos x 50 Kilos de Alimento Postura.- 2018

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1,725	1,925	1,721	1,756	2,000	1,968	2,000	1,950	2,100	1,640	1,721	1,888
	1,725	1,925	1,840	1,812	2,006	1,968	2,000	1,950	2,100	1,695	1,721	1,888
	1,820	1,806	1,784	1,806	2,019	2,039	2,026	2,045	2,045	1,826	2,082	1,917
	1,725	1,806	1,784	1,806	2,006	1,968	2,000	1,950	4,285	1,695	1,721	1,888
-	95	119	56	6 -	13 -	71 -	26 -	95	55 -	131 -	361 -	29

Fuente. Elaboración propia

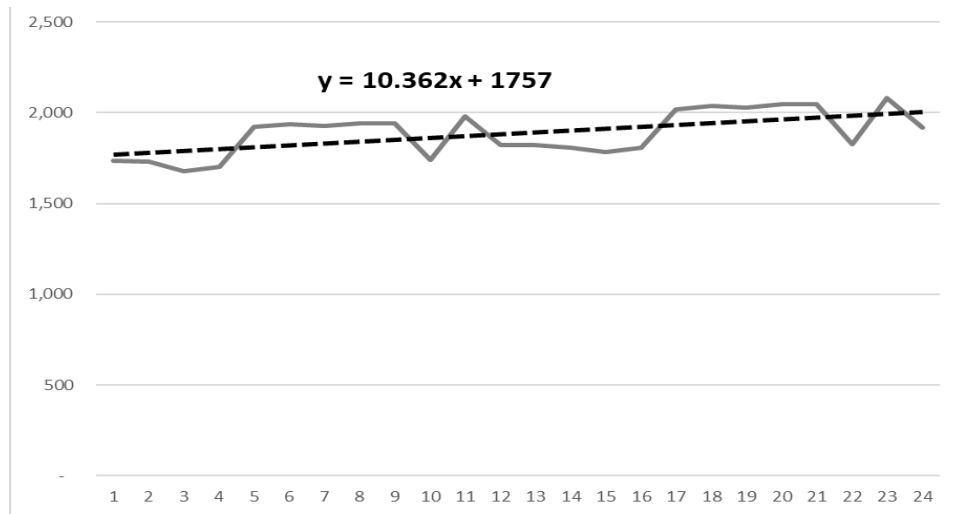
Con esta información se calcula el índice de estacionalidad de las ventas de este alimento.

Tabla 20  
*Índice de estacionalidad del alimento para ponedoras 2018*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Solicitado	1,525	1,716	1,639	1,702	2,001	1,850	1,898	1,744	1,920	1,655	1,970	1,802	<b>1,785</b>
Solicitado	1,725	1,925	1,721	1,756	2,000	1,968	2,000	1,950	2,100	1,640	1,721	1,888	<b>1,866</b>
Promedio	1,625	1,821	1,680	1,729	2,001	1,909	1,949	1,847	2,010	1,648	1,846	1,845	<b>1,826</b>
Índice est	<b>0.890</b>	<b>0.997</b>	<b>0.920</b>	<b>0.947</b>	<b>1.096</b>	<b>1.046</b>	<b>1.068</b>	<b>1.012</b>	<b>1.101</b>	<b>0.902</b>	<b>1.011</b>	<b>1.011</b>	

Fuente. Elaboración propia

Luego se grafica las ventas para determinar la línea de tendencia para los pronósticos.



*Figura 51.* Proyección alimento para ponedoras

Fuente. Elaboración propia

La proyección obtenida de la regresión cuadrática, es corregida con el índice de estacionalidad y de inmediato de calcula la Desviación media absoluta, MAD, de ambas. La menor será más confiable.

Período (x)	Mes	Venta real (At)	Índice estacional	Proyección estacional (Es)	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]/MAD
						Error absoluto	↳ Error absoluto	MAD Error absoluto	Error normal	↳ Error normal	Señal de retreo
1	Ene	6,732	0.890	<b>1,573</b>	<b>1,767</b>	5,219	5,219	5,219	5,219	5,219	1
2	Feb	6,856	0.997	<b>1,773</b>	<b>1,778</b>	5,083	10,302	5,151	5,083	10,302	2
3	Mar	7,092	0.920	<b>1,643</b>	<b>1,768</b>	5,447	15,749	5,250	5,447	15,749	3
4	Abr	7,320	0.947	<b>1,703</b>	<b>1,798</b>	5,617	21,366	5,341	5,617	21,366	4
5	May	8,020	1.096	<b>1,982</b>	<b>1,809</b>	6,038	27,404	5,481	6,038	27,404	5
6	Jun	7,730	1.046	<b>1,902</b>	<b>1,819</b>	5,828	33,231	5,539	5,828	33,231	6
7	Jul	7,392	1.068	<b>1,953</b>	<b>1,830</b>	5,439	38,670	5,524	5,439	38,670	7
8	Ago	7,646	1.012	<b>1,861</b>	<b>1,840</b>	5,785	44,455	5,557	5,785	44,455	8
9	Set	7,736	1.101	<b>2,037</b>	<b>1,850</b>	5,639	50,154	5,573	5,639	50,154	9
10	Oct	6,348	0.902	<b>1,679</b>	<b>1,861</b>	5,269	55,423	5,542	5,269	55,423	10
11	Nov	7,702	1.011	<b>1,891</b>	<b>1,871</b>	5,811	61,233	5,567	5,811	61,233	11
12	Dic	7,427	1.011	<b>1,901</b>	<b>1,881</b>	5,526	66,759	5,563	5,526	66,759	12
13	Ene	7,540	0.890	<b>1,684</b>	<b>1,892</b>	5,856	72,615	5,586	5,856	72,615	13
14	Feb	7,885	0.997	<b>1,897</b>	<b>1,902</b>	5,388	78,604	5,615	5,388	78,604	14
15	Mar	7,730	0.920	<b>1,760</b>	<b>1,912</b>	5,970	84,574	5,638	5,970	84,574	15
16	Abr	7,920	0.947	<b>1,821</b>	<b>1,923</b>	6,039	90,673	5,667	6,039	90,673	16
17	May	8,730	1.096	<b>2,118</b>	<b>1,933</b>	6,612	97,285	5,723	6,612	97,285	17
18	Jun	8,600	1.046	<b>2,032</b>	<b>1,944</b>	6,568	103,852	5,770	6,568	103,852	18
19	Jul	8,350	1.068	<b>2,086</b>	<b>1,954</b>	6,264	110,116	5,796	6,264	110,116	19
20	Ago	8,410	1.012	<b>1,987</b>	<b>1,964</b>	6,423	116,539	5,827	6,423	116,539	20
21	Set	8,425	1.101	<b>2,174</b>	<b>1,975</b>	6,251	122,790	5,847	6,251	122,790	21
22	Oct	7,525	0.902	<b>1,791</b>	<b>1,985</b>	5,734	128,524	5,842	5,734	128,524	22
23	Nov	8,580	1.011	<b>2,017</b>	<b>1,995</b>	6,563	135,087	5,873	6,563	135,087	23
24	Dic	3,402	1.011	<b>2,027</b>	<b>2,006</b>	1,375	136,462	5,686	1,375	136,462	24
25	Ene		0.890	<b>1,794</b>	<b>2,016</b>	1,794	138,257	5,530	- 1,794	134,668	24
26	Feb		0.997	<b>2,021</b>	<b>2,026</b>	2,021	140,277	5,395	- 2,021	132,647	25
27	Mar		0.920	<b>1,874</b>	<b>2,037</b>	1,874	142,151	5,265	- 1,874	130,773	25
28	Abr		0.947	<b>1,939</b>	<b>2,047</b>	1,939	144,090	5,146	- 1,939	128,834	25
29	May		1.096	<b>2,255</b>	<b>2,057</b>	2,255	146,345	5,046	- 2,255	126,579	25
30	Jun		1.046	<b>2,162</b>	<b>2,068</b>	2,162	148,507	4,950	- 2,162	124,417	25
31	Jul		1.068	<b>2,219</b>	<b>2,078</b>	2,219	150,726	4,862	- 2,219	122,199	25
32	Ago		1.012	<b>2,113</b>	<b>2,089</b>	2,113	152,839	4,776	- 2,113	120,086	25
33	Set		1.101	<b>2,311</b>	<b>2,099</b>	2,311	155,149	4,701	- 2,311	117,775	25
34	Oct		0.902	<b>1,903</b>	<b>2,109</b>	1,903	157,053	4,619	- 1,903	115,871	25
35	Nov		1.011	<b>2,143</b>	<b>2,120</b>	2,143	159,196	4,548	- 2,143	113,729	25
36	Dic		1.011	<b>2,153</b>	<b>2,130</b>	2,153	161,348	<b>4,482</b>	- 2,153	111,576	25

Figura 52. Pronóstico estacional del alimento para ponedoras y MAD

Fuente. Elaboración propia

Período (x)	Mes	Venta real (At)	Índice estac	Proyección estacional	Proyección lineal	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]	[At - Ft]/MAD
						Error absoluta	↳ Error absoluta	MAD Error	Error normal	↳ Error normal	Señal de control
1	Ene	6,732			1,767	6,732	6,732	6,732	6,732	6,732	1
2	Feb	6,856			1,778	6,856	13,648	6,824	6,856	13,648	2
3	Mar	7,032			1,788	7,032	20,740	6,913	7,032	20,740	3
4	Abr	7,320			1,798	7,320	28,060	7,015	7,320	28,060	4
5	May	8,020			1,809	8,020	36,080	7,216	8,020	36,080	5
6	Jun	7,730			1,819	7,730	43,810	7,302	7,730	43,810	6
7	Jul	7,392			1,830	7,392	51,202	7,315	7,392	51,202	7
8	Ago	7,646			1,840	7,646	58,848	7,356	7,646	58,848	8
9	Set	7,736			1,850	7,736	66,584	7,398	7,736	66,584	9
10	Oct	6,948			1,861	6,948	73,532	7,353	6,948	73,532	10
11	Nov	7,702			1,871	7,702	81,234	7,385	7,702	81,234	11
12	Dic	7,427			1,881	7,427	88,661	7,388	7,427	88,661	12
13	Ene	7,540			1,892	7,540	96,201	7,400	7,540	96,201	13
14	Feb	7,885			1,902	7,885	104,086	7,435	7,885	104,086	14
15	Mar	7,730			1,912	7,730	111,816	7,454	7,730	111,816	15
16	Abr	7,920			1,923	7,920	119,736	7,484	7,920	119,736	16
17	May	8,730			1,933	8,730	128,466	7,557	8,730	128,466	17
18	Jun	8,600			1,944	8,600	137,066	7,615	8,600	137,066	18
19	Jul	8,350			1,954	8,350	145,416	7,653	8,350	145,416	19
20	Ago	8,410			1,964	8,410	153,826	7,691	8,410	153,826	20
21	Set	8,425			1,975	8,425	162,251	7,726	8,425	162,251	21
22	Oct	7,525			1,985	7,525	169,776	7,717	7,525	169,776	22
23	Nov	8,580			1,995	8,580	178,356	7,755	8,580	178,356	23
24	Dic	3,402			2,006	3,402	181,758	<b>7,573</b>	3,402	181,758	24
25	Ene				2,016						
26	Feb				2,026						
27	Mar				2,037						
28	Abr				2,047						
29	May				2,057						
30	Jun				2,068						
31	Jul				2,078						
32	Ago				2,089						
33	Set				2,099						
34	Oct				2,109						
35	Nov				2,120						
36	Dic				2,130						

Figura 53. Pronóstico por regresión cuadrática del alimento para ponedoras y MAD

Fuente. Elaboración propia

El pronóstico estacional tiene menor MAD y mayor coeficiente de correlación con las ventas reales, de modo que este tiene mayor confiabilidad.

Ahora se busca evaluar la eficiencia de los pronósticos estacionales que se acaban de hacer, para los 4 tipos de alimento para aves, reemplazándolos en la tabla de ventas reales del 2019.

En primer lugar, se evaluará este comportamiento en las ventas del alimento inicial.

*Tabla 21*  
*Ventas reales alimento inicial 2019*

**Ventas en Sacos x 50 Kilos de Alimento Inicial- 2019**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Producido	100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
Disponible	100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
Solicitado	151	158	178	735	832	840	875	880	893	875	900	172	7,489
Atendido	100	128	105	680	725	800	759	845	777	750	760	150	6,579
Saldo	-	51 -	30 -	73 -	55 -	107 -	40 -	116 -	35 -	116 -	125 -	140 -	22

Fuente. Elaboración propia

Las ventas perdidas suman 910 sacos x 50 kilos.

En el siguiente cuadro, se ha reemplazado la fila de producido por la del pronóstico estacional de alimento inicial para el año 2019.

*Tabla 22*  
*Ventas con pronóstico estacional del alimento inicial 2020*

*Propuesta de mejora (reemplazando la proyección en la fila de Producido)*

	Diciembre 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Producido	150	162	188	220	912	1,056	1,078	1,137	1,160	1,175	1,186	1,237	244	9,756
Disponibile	150	162	199	261	996	1,317	1,563	1,859	2,144	2,439	2,732	3,095	2,439	19,207
Solicitado	163	151	158	178	735	832	840	875	880	893	875	900	172	7,489
Atendido	150	151	158	178	735	832	840	875	880	893	875	900	172	7,489
Saldo	-	13	11	41	83	261	485	723	984	1,264	1,546	1,857	2,195	2,267

Fuente. Elaboración propia



De esta manera se eliminaría totalmente las ventas perdidas por rotura de inventario. Luego se procederá a reemplazar los pronósticos estacionales, en las ventas reales 2019 del alimento de crecimiento.

Tabla 23  
*Ventas reales alimento crecimiento 2019*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	700	745	822	845	1,000	1,020	980	970	899	921	955	905
Disponible	700	745	822	845	1,000	1,020	980	970	899	921	955	905
Solicitado	822	843	906	920	1,124	1,150	1,070	1,093	1,110	1,110	995	920
Atendido	700	745	822	845	1,000	1,020	980	970	899	921	955	905
Saldo	- 122 -	98 -	84 -	75 -	124 -	130 -	90 -	123 -	211 -	189 -	40 -	15

Fuente. Elaboración propia

Las ventas perdidas suman 1301 sacos x 50 kilos.

En el siguiente cuadro, se ha reemplazado la fila de producido por la del pronóstico estacional de alimento para crecimiento para el año 2019.

Tabla 24  
*Ventas con pronóstico estacional para alimento crecimiento 2019*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	866	863	933	950	1,166	1,169	1,136	1,170	1,181	1,186	1,078	1,070
Disponibile	866	907	997	1,041	1,287	1,332	1,318	1,417	1,505	1,581	1,550	1,624
Solicitado	822	843	906	920	1,124	1,150	1,070	1,093	1,110	1,110	995	920
Atendido	822	843	906	920	1,124	1,150	1,070	1,093	1,110	1,110	995	920
Saklo	44	64	91	121	163	182	248	324	395	471	555	704

Fuente. Elaboración propia

De haberse aplicado los pronósticos estacionales en la producción del alimento para crecimiento del 2019, no se hubiesen registrado ventas perdidas por rotura de inventario.

Ahora se procederá de similar forma en las ventas del alimento de desarrollo, reemplazando los pronósticos estacionales, en las ventas reales 2019 del alimento para el desarrollo de las aves.

Tabla 25  
*Ventas reales alimento para desarrollo 2019*

**Ventas en Sacos x 50 Kilos de Alimento Desarrollo.- 2019**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	1,000	1,186	1,120	1,428	1,325	1,306	1,231	985	1,320	1,279	1,262	1,182
Disponible	1,000	1,186	1,120	1,428	1,325	1,306	1,231	985	1,320	1,279	1,262	1,182
Solicitado	1,198	1,216	1,196	1,501	1,370	1,392	1,369	1,156	1,421	1,400	1,421	1,395
Atendido	1,000	1,186	1,120	1,428	1,325	1,306	1,231	985	1,320	1,279	1,262	1,182
Saldo	- 198	- 30	- 76	- 73	- 45	- 86	- 138	- 171	- 101	- 121	- 159	- 213

Fuente. Elaboración propia

Las ventas perdidas suman 1411 sacos x 50 kilos.

En el siguiente cuadro, se ha reemplazado la fila de producido por la del pronóstico estacional de alimento para desarrollo para el año 2019.

Tabla 26  
*Ventas con pronóstico estacional para alimento para desarrollo 2019*  
*Propuesta de mejora (reemplazando la proyección en la fila de Producido)*

	Dic 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	1,253	1,334	1,215	<b>1,199</b>	1,357	1,351	1,408	1,455	1,377	1,488	1,521	1,540	<b>1,488</b>
Disponibile	1,253	1,334	1,351	1,334	1,495	1,351	1,408	1,471	1,479	1,810	1,910	2,051	2,118
Solicitado	1,334	1,198	1,216	1,196	1,501	1,370	1,392	1,369	1,156	1,421	1,400	1,421	1,395
Atendido	1,253	1,198	1,216	1,196	1,495	1,351	1,392	1,369	1,156	1,421	1,400	1,421	1,395
Sakto	- 81	136	135	138	- 6	19	16	102	323	389	510	630	723

Fuente. Elaboración propia

Con la aplicación del pronóstico estacional en la producción de alimento para el desarrollo de las aves para el año 2019, las ventas perdidas por rotura de inventario, se reducirían a 25 sacos.

Finalmente, el reemplazo de los pronósticos estacionales en las ventas reales del 2019, se hará en el alimento balanceado para ponedoras.

Tabla 27

*Ventas reales para alimento para ponedoras 2019*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	1,900	1,860	1,802	1,820	2,005	2,010	2,225	2,000	1,988	1,820	2,225	2,315
Disponible	1,900	1,860	1,802	1,820	2,005	2,010	2,225	2,105	1,988	1,820	2,225	2,360
Solicitado	1,908	1,893	1,866	1,893	2,118	2,130	2,120	2,140	2,140	1,902	2,180	2,010
Atendido	1,900	1,860	1,802	1,820	2,005	2,010	2,120	2,105	1,988	1,820	2,180	2,010
Saldo	- 8	- 33	- 64	- 73	- 113	- 120	105	- 35	- 152	- 82	45	350

Fuente. Elaboración propia

Las ventas perdidas suman 680 sacos x 50 kilos.

En la siguiente tabla, se ha reemplazado la fila de producido por la del pronóstico estacional de alimento para crecimiento para el año 2019.

Tabla 28

*Propuesta de mejora (reemplazando la proyección en la fila de Producido)*

	Dic 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producido	1,888	1,794	2,021	1,874	1,939	2,255	2,162	2,219	2,113	2,311	1,903	2,143	2,153
Disponibile	1,888	1,794	2,021	2,002	2,075	2,436	2,481	2,569	2,562	2,733	2,497	2,737	2,710
Solicitado	1,917	1,908	1,893	1,866	1,893	2,118	2,130	2,120	2,140	2,140	1,902	2,180	2,010
Atendido	1,888	1,794	1,893	1,866	1,893	2,118	2,130	2,120	2,140	2,140	1,902	2,180	2,010
Saldo	- 29	- 114	128	136	182	318	351	449	422	593	595	557	700

Fuente. Elaboración propia

Con la aplicación del pronóstico estacional en la producción de alimento para ponedoras para el año 2019, las ventas perdidas por rotura de inventario, se reducirían a 114 sacos.

La situación real y la situación mejorada con el uso de pronósticos estacionales, se grafica en la siguiente tabla de resumen.



Tipo de alimento	Sacos Pedidos	Precio venta	Costo de prod	Margen unitario	SITUACIÓN ACTUAL							CON LA PROPUESTA						
					Sacos prod Actual	Sacos despacha Actual	Rotura stock (sacos)	Total pérdida (S/)	Utilidad actual (S/)	Costo de prod total	Importe P.V.	Sacos prod Mejora	Sacos despacha mejora	Rotura stock (sacos)	Pérdida luego de mejora	Utilidad Mejorada (S/)	Costo de prod total	Importe P.V.
Inicial	7,489	S/62.31	S/49.35	3.455	6,579	6,579	910	3,144	22,727	324,676	409,936	9,756	7,489	0	0	33,703	369,585	466,638
Crecimiento	12,063	S/56.56	S/44.80	3.136	10,762	10,762	1,301	4,079	33,748	482,111	608,713	12,767	12,063	0	0	37,826	540,373	682,275
Desarrollo	16,035	S/57.02	S/45.16	3.161	14,624	14,624	1,411	4,460	46,227	660,389	833,807	16,733	16,010	25	78	50,609	722,986	912,842
Postura	24,300	S/53.43	S/42.32	2.962	23,970	23,620	680	2,014	69,968	999,548	1,262,030	24,886	24,186	114	336	71,646	1,023,515	1,292,290
Total	59,886				55,935	55,585	4,301	S/13,697	172,671	2,466,724	3,114,486	64,142	59,748	138	S/415	S/193,784	S/2,656,459	S/3,354,045
					7.18%							0.23%						

Figura 54. Resumen del impacto de los pronósticos en las ventas 2019

Fuente. Elaboración propia

Observando las columnas de TOTAL de la situación actual vs la de PERDIDA luego de la mejora, se concluye que la reducción de ventas perdidas por rotura de stock, con el empleo de los pronósticos estacionales, fue S/13,282.

▪ **Propuesta de mejora para la Causa raíz 3: Falta asignar técnicamente los fletes**

El molino tiene varios proveedores de transporte, con diferentes tarifas y disponibilidad para atender.

El 75% de las ventas son enviadas a las granjas de los clientes, a quienes se les cobra S/0.50 por cada saco, como tarifa plana, independientemente de lo que el transportista factura.

El año pasado la empresa distribuyó sus fletes de forma empírica, sin tener en cuenta criterios de optimización. En la fila inferior de la siguiente tabla están los volúmenes de ventas expresados en sacos, requeridos por granjas de cada zona.

En la columna de la derecha, bajo el título de “capacidad disponible”, figura la cantidad de sacos que cada uno de los transportistas se comprometería a despachar, según el número de camiones dispuestos.

Se consiguieron los siguientes resultados.

SUCRE		VIRU		PUENTE VIRU		CHAO		ALTO MOCHE		CAPACIDAD					
Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Camiones	Viajes a la	Capacidad	Capacidad	Viajes	Costo total
S/0,50		S/0,55	4.600	S/0,50		S/0,65	1.200	S/0,60	3.000	2	2	41.600	8.800	44	S/5.110
S/0,55	4.200	S/0,50	3.200	S/0,55	2.000	S/0,60	2.000	S/0,55	2.400	1	3	31.200	13.800	69	S/7.530
S/0,60	5.000	S/0,55	-	S/0,60	2.500	S/0,65	500	S/0,60	1.600	1	3	31.200	9.600	48	S/5.785
S/0,40		S/0,45		S/0,40	-	S/0,60	-	S/0,60	200	2	2	41.600	200	1	S/120
S/0,55		S/0,55	1.200	S/0,50	-	S/0,60	4.200	S/0,55	800	1	2	20.800	6.200	31	S/3.620
S/0,55	2.800	S/0,60	-	S/0,55	1.500	S/0,55	1.200	S/0,65	-	3	2	62.400	5.500	28	S/3.025
S/0,40		S/0,50	-	S/0,45	0	S/0,45	900	S/0,50	-	1	2	20.800	900	5	S/405
	12.000		9.000		6.000		10.000		8.000			249.600	45.000	225	<b>S/25.595</b>

Figura 55. Asignación anual actual y costo de fletes

Fuente. Elaboración propia

El año pasado, el molino pagó a los transportistas un total de S/25,595, para transportar 45,000 sacos x 50 kilos a las granjas de los clientes. A los granjeros les cobró, en total, S/22,500, a razón de S/0.50 por saco. El molino terminó perjudicándose con S/3,095

De haber aplicado criterios de optimización, con *Solver*, habría conseguido los siguientes resultados.

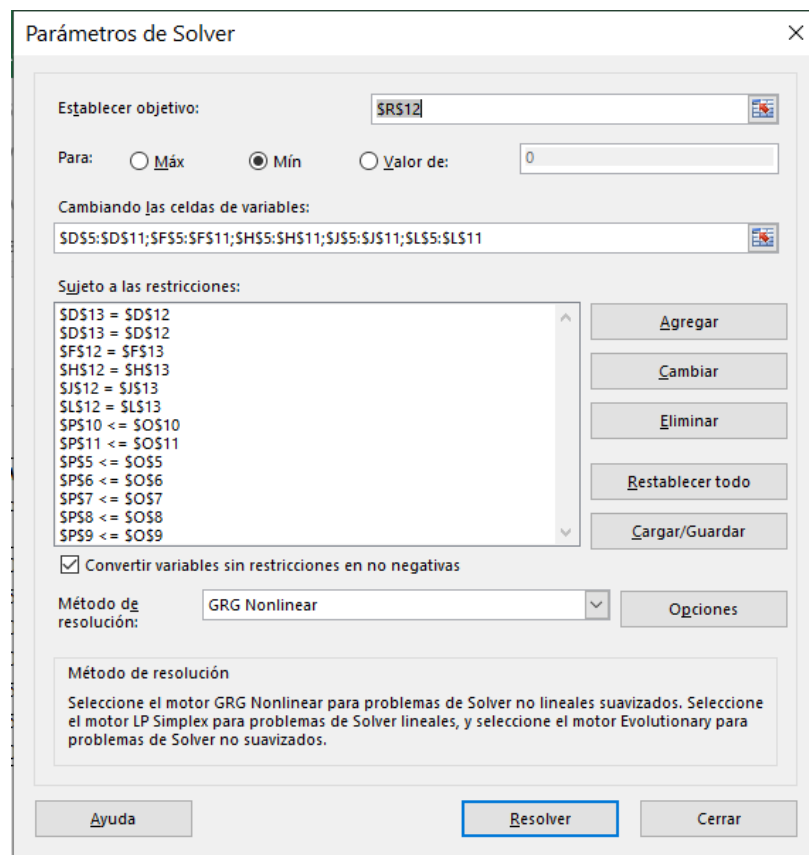


Figura 56. Desarrollo Solver

Fuente. Elaboración propio

En la figura 55 se puede observar los criterios que se llevaron a cabo para resolver el Solver:

- En primer lugar, se estableció la función objetivo que vendría a ser el costo total para minimizar el resultado.
- Luego seleccionamos la variable de Carga para los distintos lugares en donde se transporta el producto terminado.

- Después empezamos a realizar las restricciones, en donde la capacidad asignada tiene que ser menor igual a la capacidad disponible. Además de que la demanda (carga) tiene que ser igual a la suma de carga de todos los transportistas.
- Finalmente le damos a Resolver, mediante el método de resolución de programación no lineal.

SUCRE		VIRU		PUENTE VIRU		CHAO		ALTO MOCHE		CAPACIDAD					
Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Flete/Saco	Carga	Camiones	Viajes a la	Capacidad	Capacidad	Viajes	Costo total
S/0,50	-	S/0,55	-	S/0,50	-	S/0,65	-	S/0,60	-	2	2	41.600	-	-	S/0
S/0,55	-	S/0,50	-	S/0,55	-	S/0,60	-	S/0,55	-	1	3	31.200	-	-	S/0
S/0,60	-	S/0,55	0	S/0,60	-	S/0,65	-	S/0,60	-	1	3	31.200	0	0	S/0
S/0,40	9.200	S/0,45	9.000	S/0,40	6.000	S/0,60	-	S/0,60	-	2	2	41.600	24.200	121	S/10.130
S/0,55	-	S/0,55	0	S/0,50	-	S/0,60	-	S/0,55	-	1	2	20.800	0	0	S/0
S/0,55	-	S/0,60	0	S/0,55	-	S/0,55	-	S/0,65	-	2	2	41.600	0	0	S/0
S/0,40	2.800	S/0,50	-	S/0,45	-	S/0,45	10.000	S/0,50	8.000	1	2	20.800	20.800	104	S/9.620
12.000		9.000		6.000		10.000		8.000				228.800	45.000	225	S/19.750

*Figura 57. Asignación anual óptima y costo de fletes*

Fuente. Elaboración propia

El pagó a los transportistas se hubiese reducido a S/19,750, para transportar los mismos 45,000 sacos x 50 kilos. A los granjeros les cobró, en total, S/22,500, a razón de S/0.50 por saco. El resultado fue beneficioso para el molino. Ganó S/2,750.

Si se considera la situación mejorada versus la situación anterior, el beneficio final fue S/5,845



▪ **Propuesta de mejora para la Causa raíz 5: Bajo índice de rotación de stocks**

El índice de rotación actual se calculó para cada uno de los insumos principales del alimento balanceado, como se muestra a continuación, en las columnas de la derecha de cada insumo.

Tabla 29  
*Índice de rotación del maíz 2019*

Cálculo del índice de rotación del maíz usado en la producción (Tons) 60.50%

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		165	110	150	180	140	175	150	68	162	205	220	165	1,890		
Consumo		123	124	125	153	165	167	164	159	168	160	166	136	1,812		<b>27</b>
Saldo	30	72	57	82	109	84	93	78	-	-	45	99	128		71	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 30  
*Índice de rotación del afrecho 2019*

Cálculo del índice de rotación del afrecho usado en la producción (Tons) 11.80%

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		30	20	22	11	35	26	37	26	36	33	29	25	329		
Consumo		24	24	24	30	32	33	32	31	33	31	32	27	353		<b>36</b>
Saldo	25	31	27	24	5	8	2	7	2	4	6	2	1	120	10	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 31  
*Índice de rotación de soya 2019*

Cálculo del índice de rotación del soya usado en la producción (Tons) 20.0%

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		45	42	38	55	51	65	52	65	50	64	61	42	629		
Consumo		41	41	41	50	54	55	54	53	56	53	55	45	599		<b>16</b>
Saldo	28	32	33	30	34	30	40	38	50	44	55	61	58	507	41	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 32  
*Índice de rotación del arroz 2019*

Cálculo del índice de rotación del arroz usado en la producción (Tons)															2.50%	
	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom	índice de rotación
Ingreso		7	4	4	3	5	6	5	8	10	15	6	5	78		
Consumo		5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7	6	75		<b>14</b>
Saldo	8	10	9	8	4	2	2	0	1	4	13	12	11		6	

Fuente. Elaboración propia

El índice de rotación promedio, ponderado por su porcentaje de participación en los diferentes tipos de alimento balanceado es 24. Es decir, se renovó 24 veces en el año o, 2 veces al mes.

ALIMENTO						REQUERIMIENTO DE INSUMOS PROYECTADOS 2019 (TM )																
Insumo		Inicial	Crecimiento	Desarrollo	Postura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Promedio mes	Diario	Lead time (días)	
Maiz amarillo	TM	0.02750	0.03000	0.03250	0.03100	129.5	134.3	131.7	157.8	176.8	178.9	183.5	177.9	187.0	175.0	181.6	152.5	1,966.4	163.9	6.555	5	
Torta de Soya	TM	0.01400	0.01250	0.00600	0.00750	37.4	36.3	36.2	47.3	54.0	54.9	56.4	55.2	57.2	54.1	55.6	41.3	585.9	48.8	1.953	5	
Polvillo de arroz	TM	0.00250	-	0.00250	-	4.9	3.5	3.5	5.7	6.0	6.2	6.5	6.3	6.7	6.8	6.9	4.3	67.4	5.6	0.225	5	
Afrecho	TM	0.00360	0.00545	0.00605	0.00840	31.3	29.9	29.0	33.0	37.1	37.2	38.1	36.7	39.0	35.6	37.4	33.5	417.7	34.8	1.392	5	
Pre mezcla vitamínica	TM	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	3.2	0.3	0.011	5	
Fosfato di-cálcico	TM	0.00150	0.00150	0.00150	0.00250	8.7	8.5	8.2	9.7	10.9	11.0	11.2	10.9	11.5	10.5	11.1	9.5	121.8	10.1	0.406	5	
Cloruro de sodio	TM	0.00025	0.00025	0.00020	0.00020	1.0	0.9	0.9	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	14.0	1.2	0.047	5	
Lisina	TM	0.00020	0.00015	0.00110	0.00010	2.3	1.7	1.7	2.0	2.1	2.2	2.2	2.1	2.3	2.3	2.3	2.1	25.3	2.1	0.084	5	
Metionina	TM	0.00040	0.00010	0.00010	0.00025	0.8	0.8	0.8	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	0.9	13.1	1.1	0.044	5	
<b>Total TM/Saco</b>	<b>TM</b>	<b>0.0500</b>	<b>0.0500</b>	<b>0.0500</b>	<b>0.0500</b>																	
Bolsa polietileno	Und	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	4,620	4,323	4,246	5,158	5,795	5,863	6,016	5,841	6,131	5,742	5,956	4,907	<b>64,597</b>		215		

Figura 58. Consumo de insumos 2019

Fuente. Elaboración propia

De las tarjetas de control de inventario de los insumos, se extrajo el saldo promedio a fin de mes de cada uno de ellos. De la figura anterior se obtuvo el consumo diario. Además, se conoce que el lead time más frecuente es de 5 días. El lote de compra debe cubrir el lead time y se concertó con los proveedores, en función de conveniencias recíprocas. Con esta data se preparó la siguiente tabla con data importante para la presente propuesta.

Tabla 33  
*Consumo diario y lote de compra 2019*

		Saldo prom a fin de mes	Consumo diario (Ton)	Lead time (días)	Stock mínimo (Tons)	Lote compra (Tons)
Maiz amarillo	TM	55.60	6.555	5	32.77	60
Torta de Soya	TM	14.90	1.953	5	9.77	15
Polvillo de arroz	TM	5.10	0.225	5	1.12	3
Afrecho	TM	10.10	1.392	5	6.96	10

Fuente. Elaboración propia

Con esta información se gestionarán los inventarios y se mantendrá bajo control las roturas de stock, que ocasionan ventas perdidas, pero con el objetivo de mejorar el índice de rotación actual.

Cuando el inventario de insumos llegue al nivel del stock mínimo, se solicitará la cantidad que figura en la columna de “Lote de compra”. Lo solicitado estará llegando al molino luego de 5 días.

Sin embargo, las ventas tienen algo de aleatoriedad. No se distribuye de manera necesariamente homogénea a lo largo del mes. Hay días más exigentes que otros, que eventualmente podrían afectar la eficiencia de este sistema.

Se decidió simular requerimientos diarios aleatorios de los insumos, considerando el lote de compra y el lead time y se midió las probables roturas de stock y el índice de rotación de manera dinámica. Luego se calculó su promedio.

Seguidamente se muestran las simulaciones de consumo diario:

SIMULACION DE CONTROL DE INVENTARIO DE MAIZ (TON)						
Día	Aleatorios	Ingreso	Saldo inicial	Consumo aleatorio	Saldo final	Pedir
1	0.185	0	50	2.229	48	0
2	0.636	0	48	7.642	40	0
3	0.249	0	40	2.996	37	0
4	0.268	0	37	3.225	34	60
5	0.068	0	34	0.817	33	0
6	0.079	0	33	0.954	32	0
7	0.860	0	32	10.336	22	0
8	0.589	0	22	7.083	15	0
9	0.551	60	15	6.624	68	0
10	0.097	0	68	1.162	67	0
11	0.289	0	67	3.476	63	0
12	0.833	0	63	10.010	53	0
13	0.553	0	53	6.653	47	0
14	0.763	0	47	9.175	38	0
15	0.538	0	38	6.470	31	60
16	0.359	0	31	4.313	27	0
17	0.589	0	27	7.080	20	0
18	0.557	0	20	6.694	13	0
19	0.755	0	13	9.074	4	0
20	0.552	60	4	6.632	57	0
21	0.692	0	57	8.314	49	0
22	0.553	0	49	6.643	42	0
23	0.445	0	42	5.348	37	0
24	0.669	0	37	8.043	29	60
25	0.288	0	29	3.463	26	0
26	0.159	0	26	1.911	24	0
27	0.634	0	24	7.614	16	0
28	0.352	0	16	4.233	12	0
29	0.304	60	12	3.653	68	0
30	0.167	0	68	2.002	66	0
<b>TOTAL</b>		<b>180</b>	<b>Consumo</b>	<b>163.869</b>		

Figura 59. Simulación de consumos de maíz 2019

Fuente. Elaboración propia

	<b>Rotura (Ton)</b>	<b>%</b>	<b>índice de rotación</b>	<b>Desvest consumo</b>	<b>Consumo Max</b>	<b>Consumo Min</b>
1	-1.23	-0.8%	50.838	3.507	10.928	0.258
2	0.00	0.0%	52.346	3.031	10.737	0.723
3	0.00	0.0%	50.114	3.227	10.163	0.679
4	-0.38	-0.2%	47.781	3.567	11.317	0.434
5	0.00	0.0%	55.089	3.499	11.942	0.059
6	0.00	0.0%	52.167	3.016	10.304	1.062
7	0.00	0.0%	49.141	3.341	10.806	0.564
8	0.00	0.0%	49.016	3.320	9.701	0.126
9	-0.03	0.0%	46.909	3.442	10.255	0.285
10	0.00	0.0%	58.796	2.796	9.520	0.736
11	0.00	0.0%	48.103	3.533	12.192	0.599
12	0.00	0.0%	50.339	3.295	10.430	0.016
13	0.00	0.0%	47.669	2.693	9.654	0.344
14	0.00	0.0%	54.050	2.805	9.734	0.366
15	0.00	0.0%	57.046	3.158	11.170	0.057
16	0.00	0.0%	51.483	2.842	9.731	0.131
17	0.00	0.0%	54.748	2.593	9.844	0.195
18	0.00	0.0%	51.767	2.527	8.898	0.388
19	0.00	0.0%	56.961	3.381	11.172	0.360
20	-	0.0%	50.833	3.430	11.487	0.114
<b>Prom</b>	<b>-0.082</b>	<b>-0.05%</b>	<b>52</b>	<b>3.131</b>	<b>10.477</b>	<b>0.381</b>

*Figura 60.* Simulación de resultados de rotura e índice de rotación del maíz

Fuente. Elaboración propia

<b>Input</b>		
Consumo diario prom	6.55	TM
Consumo mes prom	163.87	TM
Stock mínimo(+2.33σ)	40.07	TM
Lote de compra	60.00	TM
Saldo inicio de mes	50.00	TM
Consumo mínimo	0.38	TM
Consumo máximo	10.48	TM
Lead Time (Fijo)	5.00	Días
índice de rotación mensual	3.29	39.5
<b>Output</b>		
<b>Rotura de stock</b>	<b>TM</b>	<b>%</b>
	-	<b>0.0%</b>

*Figura 61. Simulación de resultados del maíz*

Fuente. Elaboración propia

Con los datos anteriores se esperaría:

- Una rotura de stock muy baja, de 0.082 Ton de maíz en el mes, equivalentes a 0.984 Ton en el año.
- El índice de rotación sería 52, es decir se renovaría cada 7 días.

Se continua con la simulación en los consumos de afrecho:

Día	Aleatorios	Ingreso	Saldo inicial	Consumo aleatorio	Saldo final	Pedir
1	0.429	0	10	1.230	9	0
2	0.911	0	9	2.615	6	0
3	0.078	0	6	0.225	6	10
4	0.653	0	6	1.874	4	0
5	0.055	0	4	0.157	4	0
6	0.043	0	4	0.123	4	0
7	0.653	0	4	1.875	2	0
8	0.211	10	2	0.605	11	0
9	0.229	0	11	0.657	11	0
10	0.371	0	11	1.065	10	0
11	0.064	0	10	0.184	9	0
12	0.535	0	9	1.535	8	0
13	0.014	0	8	0.042	8	10
14	0.675	0	8	1.937	6	0
15	0.980	0	6	2.814	3	0
16	0.920	0	3	2.642	1	0
17	0.834	0	1	2.394	-2	0
18	0.433	10	0	1.243	9	0
19	0.267	0	9	0.765	8	0
20	0.407	0	8	1.167	7	10
21	0.639	0	7	1.833	5	0
22	0.288	0	5	0.827	4	0
23	0.681	0	4	1.954	2	0
24	0.436	0	2	1.251	1	0
25	0.331	10	1	0.949	10	0
26	0.210	0	10	0.603	9	0
27	0.043	0	9	0.125	9	0
28	0.355	0	9	1.020	8	0
29	0.304	0	8	0.873	7	10
30	0.079	0	7	0.226	7	0
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>	<b>Consumo</b>	<b>34.811</b>		

Figura 62. Simulación de consumos de afrecho 2019

Fuente. Elaboración propia



	<b>Rotura (Ton)</b>	<b>%</b>	<b>Índice rotación</b>	<b>Desvest consumo</b>	<b>Consumo Max</b>
1	0.00	0.0%	78.499	0.858	2.797
2	0.00	0.0%	90.988	0.777	2.577
3	0.00	0.0%	64.954	0.605	2.160
4	0.00	0.0%	90.988	0.701	2.227
5	0.00	0.0%	90.988	0.774	2.553
6	-0.34	-1.0%	90.988	0.620	2.446
7	0.00	0.0%	89.133	0.616	2.111
8	0.00	0.0%	90.988	0.673	2.368
9	0.00	0.0%	88.732	0.630	2.086
10	0.00	0.0%	90.988	0.789	2.581
11	0.00	0.0%	90.988	0.607	2.075
12	0.00	0.0%	90.988	0.717	2.644
13	0.00	0.0%	86.286	0.675	2.235
14	0.00	0.0%	39.323	0.757	2.429
15	0.00	0.0%	90.988	0.613	2.252
16	0.00	0.0%	90.988	0.627	2.079
17	0.00	0.0%	90.988	0.715	2.183
18	0.00	0.0%	82.239	0.617	2.227
19	0.00	0.0%	90.988	0.718	2.412
20	-	0.0%	81.785	0.629	2.106
<b>Prom</b>	<b>- 0.02</b>	<b>-0.05%</b>	<b>85</b>	<b>0.677</b>	<b>2.303</b>

*Figura 63.* Simulación de resultados de afrecho 2019

Fuente. Elaboración propia

<b>Input</b>		
Consumo diario prom	1.39	TM
Consumo mes prom	34.81	TM
Stock mínimo(+2.33σ)	8.54	TM
Lote de compra	10.00	TM
Saldo inicio de mes	10.10	TM
Consumo mínimo	0.08	TM
Consumo máximo	2.30	TM
Lead Time (Fijo)	5.00	Días
índice de rotación mensual	7.55	90.6
<b>Output</b>		
<b>Rotura de stock</b>	<b>TM</b>	<b>%</b>
	- <b>0.02</b>	<b>-0.1%</b>

Figura 64. Simulación de resultados del afrecho 2019

Fuente. Elaboración propia

Con los datos anteriores se esperaría:

- Una rotura de stock insignificante, de 0.02 Ton de afrecho en el mes, equivalentes a 0.24 Ton en el año.
- El índice de rotación sería 85, es decir se renovarían cada 5 días.

Se continúa con la simulación en los consumos de la soya.

<b>SIMULACION DE CONTROL DE INVENTARIO DE SOYA(TON)</b>						
<b>Día</b>	<b>Aleatorios</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Saldo inicial</b>	<b>Consumo aleatorio</b>	<b>Saldo final</b>	<b>Pedir</b>
1	0.073	0	15	0.221	15	0
2	0.098	0	15	0.299	14	0
3	0.991	0	14	3.021	11	0
4	0.646	0	11	1.967	9	40
5	0.319	0	9	0.973	8	0
6	0.763	0	8	2.325	6	0
7	0.701	0	6	2.137	4	0
8	0.333	0	4	1.014	3	0
9	0.869	40	3	2.647	40	0
10	0.785	0	40	2.393	38	0
11	0.040	0	38	0.122	38	0
12	0.065	0	38	0.198	38	0
13	0.892	0	38	2.717	35	0
14	0.475	0	35	1.447	33	0
15	0.995	0	33	3.033	30	0
16	0.719	0	30	2.191	28	0
17	0.970	0	28	2.955	25	0
18	0.683	0	25	2.080	23	0
19	0.980	0	23	2.986	20	0
20	0.084	0	20	0.255	20	0
21	0.074	0	20	0.225	20	0
22	0.151	0	20	0.460	19	0
23	0.522	0	19	1.589	18	0
24	0.468	0	18	1.425	16	0
25	0.874	0	16	2.663	14	0
26	0.055	0	14	0.166	13	0
27	0.784	0	13	2.388	11	0
28	0.268	0	11	0.818	10	40
29	0.769	0	10	2.343	8	0
30	0.580	0	8	1.767	6	0
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>Consumo</b>	<b>48.826</b>		

Figura 65. Simulación de consumos de soya 2019

Fuente. Elaboración propia

	Rotura (Ton)	%	Indice rotación	Desvest consumo	Consumo Max	Consumo Min
1	-	0.0%	9.038	0.969	3.090	0.031
2	-	0.0%	9.038	-	3.120	0.014
3	-	0.0%	9.038	-	3.139	0.396
4	-	0.0%		1.114	3.765	0.007
5	- 0.067	-0.1%		0.840	3.041	0.003
6	-	0.0%		1.063	3.467	0.054
7	-	0.0%		0.893	3.063	0.228
8	-	0.0%		1.084	3.399	0.051
9	-	0.0%		1.375	4.321	0.038
10	- 0.036	-0.1%		0.958	3.076	0.036
11	-	0.0%		1.154	3.561	0.003
12	-	0.0%		0.868	2.983	0.027
13	-	0.0%		0.966	3.018	0.066
14	-	0.0%		0.993	3.414	0.005
15	-	0.0%		0.985	3.082	0.135
16	-	0.0%		0.856	2.798	0.030
17	-	0.0%		0.855	3.054	0.014
18	-	0.0%		0.682	2.841	0.273
19	-	0.0%		0.933	3.091	0.065
20	-	0.0%		0.826	2.943	0.037
21	- 0.357	-0.7%		0.873	3.297	0.162
-	<b>0.022</b>	<b>0.0%</b>	<b>9</b>	<b>0.866</b>	<b>3.224</b>	<b>0.082</b>

Figura 66. Simulación de resultados de la soya 2019

Fuente. Elaboración propia

<b>Input</b>		
Consumo diario prom	1.95	TM
Consumo mes prom	48.83	TM
Stock mínimo(+2.33σ)	11.78	TM
Lote de compra	40.00	TM
Saldo inicio de mes	14.90	TM
Consumo mínimo	0.08	TM
Consumo máximo	3.22	TM
Lead Time (Fijo)	5.00	Días
índice de rotación	9.04	
<b>Output</b>		
<b>Rotura de stock</b>	<b>TM</b>	<b>%</b>
	-	<b>0.0%</b>

*Figura 67.* Simulación de resultados de la soya 2019

Fuente. Elaboración propia

Con los datos anteriores se esperaría:

- Una rotura de stock insignificante, de 0.022 Ton de soya en el mes, equivalentes a 0.264 Ton en el año.
- El índice de rotación sería 9, es decir se renovarían cada 40 días.

Esto se explica porque es un insumo importado.

Se continua con la simulación en los consumos del arroz.

Día	Aleatorios	Ingreso	Saldo inicial	Consumo aleatorio	Saldo final	Pedir
1	0.037	0	5.100	0.014	5.086	0
2	0.355	0	5.086	0.134	4.952	0
3	0.892	0	4.952	0.337	4.614	0
4	0.288	0	4.614	0.109	4.505	0
5	0.035	0	4.505	0.013	4.492	0
6	0.554	0	4.492	0.210	4.282	0
7	0.526	0	4.282	0.199	4.083	0
8	0.531	0	4.083	0.201	3.882	0
9	0.860	0	3.882	0.326	3.556	0
10	0.895	0	3.556	0.339	3.217	0
11	0.995	0	3.217	0.377	2.841	0
12	0.797	0	2.841	0.302	2.539	0
13	0.899	0	2.539	0.340	2.199	0
14	0.257	0	2.199	0.097	2.102	0
15	0.505	0	2.102	0.191	1.911	0
16	0.256	0	1.911	0.097	1.814	0
17	0.498	0	1.814	0.188	1.625	0
18	0.549	0	1.625	0.208	1.417	0
19	0.867	0	1.417	0.328	1.089	0
20	0.663	0	1.089	0.251	0.838	3
21	0.724	0	0.838	0.274	0.564	0
22	0.112	0	0.564	0.042	0.522	0
23	0.253	0	0.522	0.096	0.426	0
24	0.129	0	0.426	0.049	0.377	0
25	0.702	3	0.377	0.266	3.111	0
26	0.199	0	3.111	0.075	3.036	0
27	0.012	0	3.036	0.004	3.031	0
28	0.152	0	3.031	0.058	2.974	0
29	0.620	0	2.974	0.235	2.739	0
30	0.670	0	2.739	0.254	2.485	0
<b>TOTAL</b>		<b>3</b>	<b>Consumo</b>	<b>5.615</b>		

Figura 68. Simulación de consumos de arroz 2019

Fuente. Elaboración propia

	<b>Rotura (Ton)</b>	<b>%</b>	<b>Indice rotación</b>	<b>Desvest consumo</b>	<b>Consumo Max</b>
1	0.00	0.0%	39.107	0.1143	0.3768
2	0.00	0.0%	39.107	0.1132	0.3907
3	0.00	0.0%	39.107	0.1341	0.4060
4	0.00	0.0%	39.107	0.1180	0.3555
5	0.00	0.0%	39.107	0.0852	0.3424
6	0.00	0.0%	39.107	0.1383	0.4593
7	0.00	0.0%	39.107	0.0999	0.3471
8	0.00	0.0%	39.107	0.0903	0.3274
9	0.00	0.0%	39.107	0.1114	0.4031
10	0.00	0.0%	39.107	0.1228	0.3787
11	0.00	0.0%	39.107	0.1060	0.3209
12	0.00	0.0%	38.715	0.1047	0.3824
13	0.00	0.0%	39.107	0.0968	0.3305
14	0.00	0.0%	39.107	0.1046	0.3512
15	0.00	0.0%	39.107	0.0802	0.2839
16	0.00	0.0%	39.107	0.1195	0.4017
17	0.00	0.0%	38.452	0.1125	0.3684
18	0.00	0.0%	39.107	0.1189	0.3833
19	0.00	0.0%	39.107	0.0884	0.3195
20	0.00	0.0%	39.107	0.0884	0.3195
	<b>0.00</b>	<b>0.0%</b>	<b>39</b>	<b>0.1070</b>	<b>0.3616</b>

Figura 69. Simulación de resultados del arroz 2019

Fuente. Elaboración propia

Input		
Consumo diario prom	0.22	TM
Consumo mes prom	5.61	TM
Stock mínimo(+2.33σ)	1.37	TM
Lote de compra	3.00	TM
Saldo inicio de mes	5.10	TM
Lead Time (Fijo)	5.00	Días
índice de rotación mensual	3.26	39.1
Consumo mínimo	0.02	TM
Consumo máximo	0.36	TM
Output		
<b>Rotura de stock</b>	<b>TM</b>	<b>%</b>
	-	<b>0.0%</b>

Figura 70. Simulación de resultados del arroz 2019

Fuente. Elaboración propia

Con los datos anteriores se esperaría:

- Que no haya rotura de stock de arroz en ningún momento.
- El índice de rotación sería 39, es decir se renovarían cada 10 días.

Tabla 34  
Resumen del impacto simulado 2019

		Rotura de stock	% de participación	Efecto se la rotura sobre el total anual	índice de rotación	índice de rotación ponderado
<b>Maiz amarillo</b>	TM	0.054	61.2%	1.067	51.8	31.660
<b>Torta de Soya</b>	TM	0.022	18.2%	1.443	9.0	1.647
<b>Polvillo de arroz</b>	TM	-	2.1%	0.000	39.1	0.818
<b>Afrecho</b>	TM	0.017	13.0%	<b>1.569</b>	85.1	11.063
						<b>45</b>

Fuente. Elaboración propia



Como el alimento balanceado requiere que haya todos los insumos en las cantidades requeridas, el mayor impacto lo ocasiona la rotura de stock del afrecho, que ocasionaría se deje de producir 1.569 TM o 31 sacos de alimentos balanceados.

▪ **Propuesta de mejora para la Causa raíz 6: Falta de Buenas Prácticas**

Se aplicarán las recomendaciones de SGS del Perú (2014)

**Generalidades**

Buenas prácticas de manufactura son un conjunto de procedimientos de higiene y manipulación, que incluyen costumbres, hábitos y actitudes, necesarios para una producción higiénica y obtener alimentos inocuos y saludables.

Sus aplicación garantizará una producción adecuada de alimentos; Procedimientos óptimos para la producción; Reducción de reclamos, devoluciones, reprocesos y rechazos; aumento de la competitividad y de la productividad de la empresa; disminución en los costos y ahorro de recursos; proporciona evidencia de una manipulación segura y eficiente de los alimentos; posicionamiento de la empresa de acuerdo a estándares obligatorios; y ayudan al crecimiento de la conciencia del trabajo con Calidad entre los empleados, así como su nivel de capacitación.

Están regidas por:

- DS 007-98-sa: reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas.
- DS 040-2001-pe: norma sanitaria para las actividades pesqueras y acuícolas.

- NTP-ISO 22000-2006: sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos. requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.
- Resolución ministerial n°449-2006/Minsa: norma sanitaria para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas.

### **Requisitos de las instalaciones**

- El establecimiento no debe estar ubicado en zonas que se inundan, que contengan olores objetables, humo, polvo, gases.
- Las vías de acceso, tránsito interno y áreas de desplazamiento deben ser pavimentadas
- Las estructuras deben ser sólidas, impermeables y sanitariamente adecuadas.
- Las aberturas deben impedir la entrada de animales domésticos, insectos, roedores, moscas y contaminantes del medio ambiente como humo, polvo, vapor.
- La nave de producción debe tener las uniones de las paredes con el piso, a media caña.
- Los pisos tendrán un declive hacia los sumideros para facilitar el lavado y el escurrimiento de líquidos.
- Las superficies de las paredes serán lisas y recubiertas con pintura lavable.
- Los techos deben ser de fácil limpieza que impidan la acumulación de suciedad y reduzca al mínimo la condensación de agua. Deben estar provistos de algún dispositivo para evitar la caída de condensados a la línea de elaboración.

- La iluminación natural será adecuada podrá ser complementada con iluminación artificial provista de protección para evitar la contaminación por rompimiento.
- Ventilación adecuada para evitar el calor excesivo. La corriente de aire no debe desplazarse de una zona sucia a una limpia. Las aberturas de ventilación deben estar provistas de rejillas de material anticorrosivo que puedan retirarse fácilmente para su limpieza.
- Las instalaciones eléctricas deben estar bien resguardadas evitando la presencia de cables sueltos.
- Los drenajes estén libres de suciedad y que no constituyan un foco de entrada de insectos.

#### **Higiene de las instalaciones**

- Se deben mantener limpias las vías de acceso (zonas de ingreso, recepción de materias primas, pasadizos para evitar el ingreso de suciedad al establecimiento.
- Para la limpieza y la desinfección es necesario utilizar productos que no tengan olor ya que pueden producir contaminación. Es necesario definir claramente qué, cómo, cuándo y dónde limpiar y desinfectar.
- Se debe tener un lugar adecuado donde se guarden los insumos de limpieza y desinfección para evitar la contaminación cruzada.
- Las sustancias tóxicas (plaguicidas, solventes, u otras sustancias que pueden representar un riesgo para la salud) deben estar rotuladas y almacenadas en áreas exclusivas y manipuladas sólo por personas autorizadas.

- Se deben limpiar los utensilios y las instalaciones cada vez que sea necesario y al terminar la jornada de trabajo. Es importante enjuagar con agua potable al finalizar las tareas de limpieza para no dejar restos de detergentes u otros agentes que puedan contaminar al alimento.

### **Disposición de la basura**

- Los residuos sólidos deben estar contenidos en recipientes de plástico adecuadamente cubiertos o tapados, los recipientes deben estar rotulados y con una ubicación específica.
- El sistema de evacuación de residuos debe evitar la larga permanencia de los mismos en el establecimiento. Se debe evitar la acumulación de desechos.
- Se debe evitar que los desechos tanto líquidos como sólidos entren en contacto con alimentos para evitar la contaminación cruzada.
- Se debe disponer de algún lugar determinado dentro del establecimiento para almacenar la materia prima en mal estado, los desechos y los productos que presenten alguna no conformidad. Este lugar debe estar aislado y correctamente señalizado.
- Se debe evitar el acceso de plagas al lugar de almacenamiento de desechos. Se debe contar con un programa eficaz de control de plagas. Los plaguicidas y productos usados para eliminarlas no deben entrar en contacto con los alimentos.
- Todas las personas que manipulen alimentos deben recibir capacitación adecuada y continua sobre "Hábitos y manipulación higiénica."

- El personal debe contar con ropa protectora de colores claros proporcionada por el empleador y dedicarla exclusivamente a la labor que desempeña, en buen estado de conservación y aseo.
- La conducta higiénica debe ser adecuada: No comer, toser, escupir, fumar, u otras prácticas antihigiénicas.
- Disponer de maniluvios y pediluvios con elementos adecuados para el lavado, desinfección y secado de las manos y calzado.
- Las materias primas utilizadas no deben contener parásitos, microorganismos o sustancias tóxicas, signos de descomposición o cuerpos extraños. Todas las materias primas deben ser inspeccionadas antes de utilizarlas
- Deben almacenarse en lugares que mantengan las condiciones que eviten su deterioro o contaminación (Temperatura, humedad, ventilación e iluminación)
- Debe prevenirse la contaminación cruzada: Evitar el contacto entre materias primas y productos terminados.
- La elaboración o el procesado debe ser llevada a cabo por empleados capacitados y supervisados por personal calificado.
- El material destinado al envasado y empaque debe estar libres de contaminantes y encontrarse en buen estado.
- En la zona de envasado sólo deben permanecer los envases o recipientes necesarios.
- Se debe realizar el envasado en condiciones que no permitan la contaminación del alimento

- Deben mantenerse documentos y registros de los procesos de elaboración, producción y distribución y conservarlo durante un período superior a la duración mínima del alimento
- No deben dejarse en un mismo lugar los alimentos terminados con las materias primas.
- Los vehículos de transporte deben recibir un tratamiento higiénico similar al que se dé al establecimiento. Realizar control de los vehículos utilizados para el transporte de materias primas y productos elaborados. Limpiar los vehículos después de cada operación de transporte.
- Estos controles deben tener, al menos, un responsable.
- Se debe capacitar al personal sobre las tareas a realizar, supervisarlo, y brindarle la ayuda necesaria para corregir las fallas.

### **Documentación**

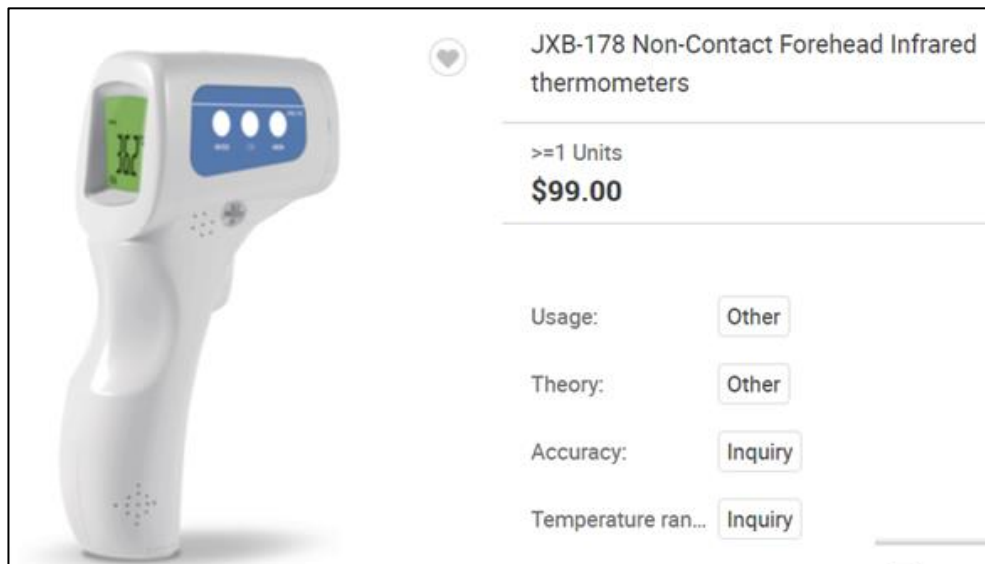
La documentación es un aspecto básico, debido a que tiene el propósito de definir los procedimientos y los controles. Permite la trazabilidad ante la investigación de productos defectuosos. El sistema de documentación deberá permitir diferenciar números de lotes, siguiendo desde el acopio de la materia prima hasta el consumidor final.

## 2.5.4. Evaluación Económica y Financiera

### 2.5.4.1. Inversión de la Propuesta

Para implementar las propuestas de solución a los problemas presentados en la empresa (causas raíces 1,2,3,5 y6), se llevó a cabo a elaborar presupuestos en los que incluiremos productos para mejorar las áreas de estudio, la cual detallaremos a continuación:

- **Termómetro infrarrojo:** para el control de temperatura de los granos, harinas y afrecho dentro del almacén.



*Figura 71.* Termómetro infrarrojo

Fuente: Alibaba.com

Tabla 35  
*Costo del termómetro*

	<b>Cantidad</b>	<b>Dolares</b>	<b>Total \$</b>	<b>Soles</b>
Termometro infrarrojo	2	99	198	693
Flete				208
Seguro	3%			21
Base imponible				922
Ad valorem	4%			37
Agente aduana	2%			14
Impuestos				
IGV	18%			166
<b>Total</b>				<b>1,138</b>
Flete local				50
<b>Total</b>				<b>1,188</b>
Montaje local				-
<b>Total</b>				<b>1,188</b>

Fuente. Elaboración propia

- **Higrómetro:** para determinar la humedad ambiental y tomar las acciones preventivas o correctivas en función de la información conocida.



Figura 72. Higrómetro

Fuente: Alibaba.com



Tabla 36  
*Costo del higrómetro*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Higrometro	2	80	160	560
Flete				168
Seguro	3%			17
Base imponible				745
Ad valorem	4%			30
Agente aduana	2%			11
Impuestos				
IGV	18%			134
<b>Total</b>				<b>920</b>
Flete local				50
<b>Total</b>				<b>970</b>
Montaje local				-
<b>Total</b>				<b>970</b>

Fuente. Elaboración propia

- **Determinador de humedad:** para control del proceso y de las compras de granos.



Figura 73. Determinador de humedad

Fuente: Alibaba.com

Tabla 37  
*Costo del medidor de humedad de granos*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Costo medidor humedad	1	290.19	290.19	958
Flete			163.79	541
Seguro	0.03			29
Base imponible				1,527
Ad valorem	0.04			61
Agente aduana	0.015			23
Impuestos				
IGV	0.18			275
Total				1,886
Flete local				100
Total				1,986
Montaje local				-
Total				<b>1,986</b>

Fuente. Elaboración propia

- **Racks:** para organizar el almacén e incrementar el espacio.

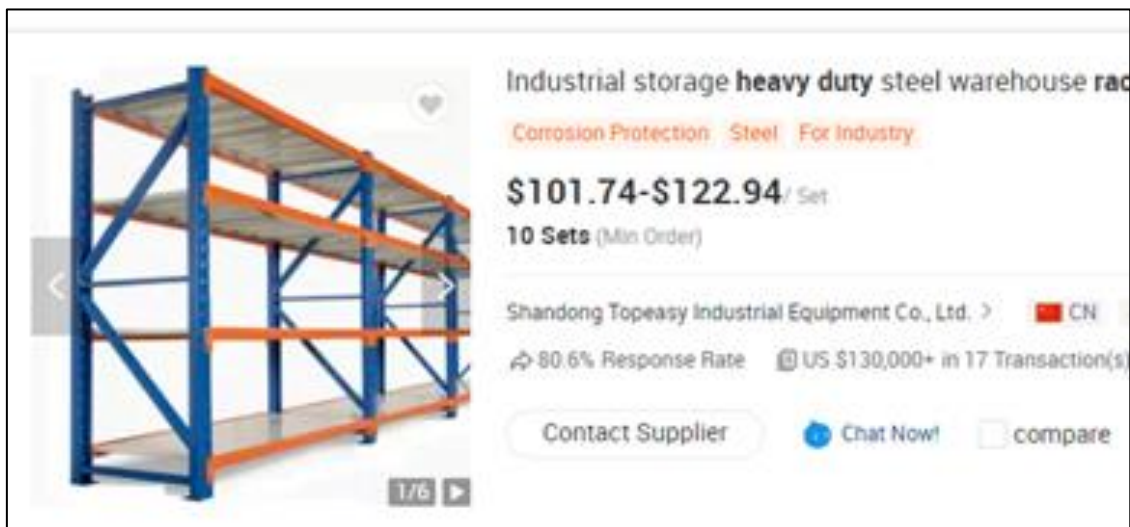


Figura 74. Racks

Fuente: Alibaba.com

Tabla 38  
*Costo del rack*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Costorack x 4 paletas	15	120	1800	5,940
Flete			163.79	541
Seguro	0.03			178
Base imponible				6,659
Ad valorem	0.04			266
Agente aduana	0.015			100
Impuestos				
IGV	0.18			1,199
Total				8,224
Flete local				500
Total				8,724
Montaje local				-
Total				<b>8,724</b>

Fuente. Elaboración propia

#### 2.5.4.2. Inversión por Causa Raíz

CAUSA RAIZ	EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO
CR6	Termómetro Infrarrojo	2	s/. 1188,00
CR6	Higrómetro	2	s/. 970,00
CR5	Racks	15	s/. 8724,00
CR5,CR6	Medidor Humedad de Granos	1	s/. 1986,00

Figura 75. Inversión por causa raíz

Fuente. Elaboración Propia

### 2.5.4.3. Flujo de Caja Proyectado

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Inversión</b>														
Termómetros infrarrojo (2)	-	1,188												
Higrómetro (2)	-	970												
Racks (15)	-	8,724												
Medidor humedad de granos	-	1,986												
<b>Total inversión</b>	-	<b>12,868</b>												
<b>Ingresos</b>														
Implementación del mantenimiento preventivo		490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	5,876
Mejores pronósticos		1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	1,133	13,600
Asignación técnica de fletes		487	487	487	487	487	487	487	487	487	487	487	487	5,845
Mejora del índice de rotación de stock		161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	1,928
Implementar mejores prácticas		82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	984
<b>Total ingresos</b>		<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>28,233</b>
Total ingresos actualizados		<b>2,314</b>	<b>2,275</b>	<b>2,236</b>	<b>2,199</b>	<b>2,162</b>	<b>2,126</b>	<b>2,090</b>	<b>2,055</b>	<b>2,020</b>	<b>1,986</b>	<b>1,953</b>	<b>1,920</b>	<b>25,336</b>
<b>Egresos</b>														
Capacitación en mantenimiento preventivo		- 1,500												- 1,500
Capacitación en asignación de fletes			- 1,500											
Capacitación gestión de stocks				- 1,500										
<b>Total egresos</b>		<b>- 1,500</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>- 1,500</b>
Total egresos actualizados		<b>- 1,475</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>- 1,475</b>
<b>Flujo bruto</b>		<b>853</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>2,353</b>	<b>26,733</b>
Impuesto a la renta		- 256	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 706	- 8,020
Flujo neto		597	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	1,647	18,713
<b>Flujo actualizado</b>	-	<b>12,868</b>	<b>587</b>	<b>1,592</b>	<b>1,566</b>	<b>1,539</b>	<b>1,513</b>	<b>1,488</b>	<b>1,463</b>	<b>1,438</b>	<b>1,414</b>	<b>1,390</b>	<b>1,367</b>	<b>16,703</b>
Tasa BCP capital trabajo		20.50% anual												
		1.71% mensual												
VAN	S/	3,835												
TIR		71.22%												
PAYBACK		0.77												
		9 meses												
B/C		1.8												

Figura 76. Flujo de caja proyectado

Fuente. Elaboración propia

	Actual		Mejorado	
<b>Venta de alimento balanceado</b>		<b>3,114,486</b>		<b>3,354,045</b>
Beneficios adicionales de la propuesta		-		
Mejor asignación de fletes				5,845
Aplicación de buenas prácticas				984
<b>Total beneficios adicionales</b>				<b>6,829</b>
<b>Costo producción del alimento balanceado</b>	-	<b>2,466,724</b>	-	<b>2,656,459</b>
<b>Utilidad operativa</b>	S/	<b>647,762</b>	S/	<b>704,415</b>
<b>Gastos financieros</b>	S/	-	-S/	<b>528</b>
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	647,762	S/	703,887
Impuesto a la renta	S/	194,329	-S/	211,166
Utilidad neta	S/	453,433	S/	492,721
Reserva (10%)	S/	-	S/	-
<b>Resultado del ejercicio</b>	S/	<b>453,433</b>	S/	<b>492,721</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>		<b>14.56%</b>		<b>14.69%</b>
		<b>0.90%</b>		

*Figura 77. Estado de resultados*

*Fuente. Elaboración propia*

### CAPÍTULO 3. RESULTADOS

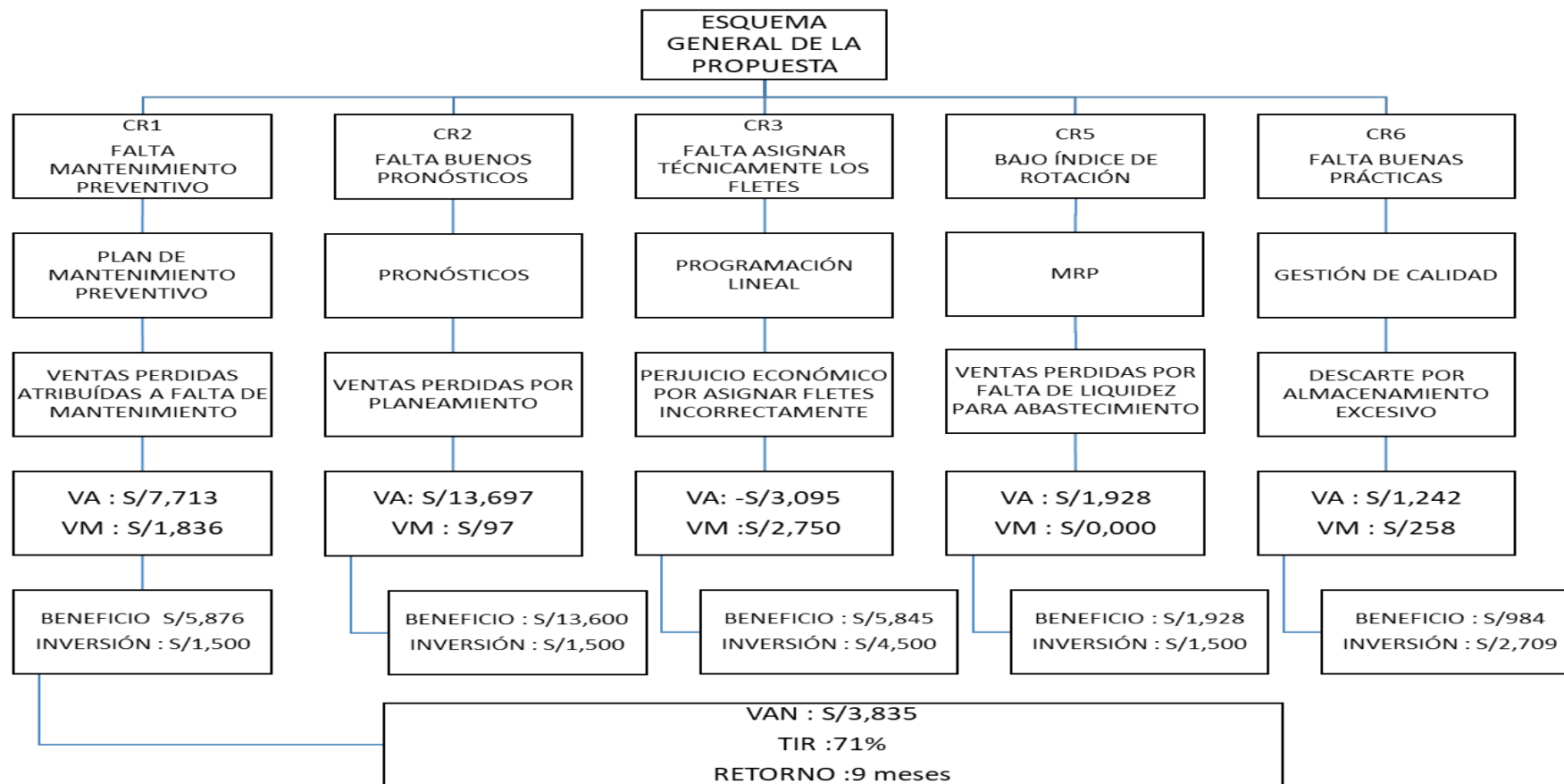


Figura 78. Esquema de la propuesta

Fuente. Elaboración propia



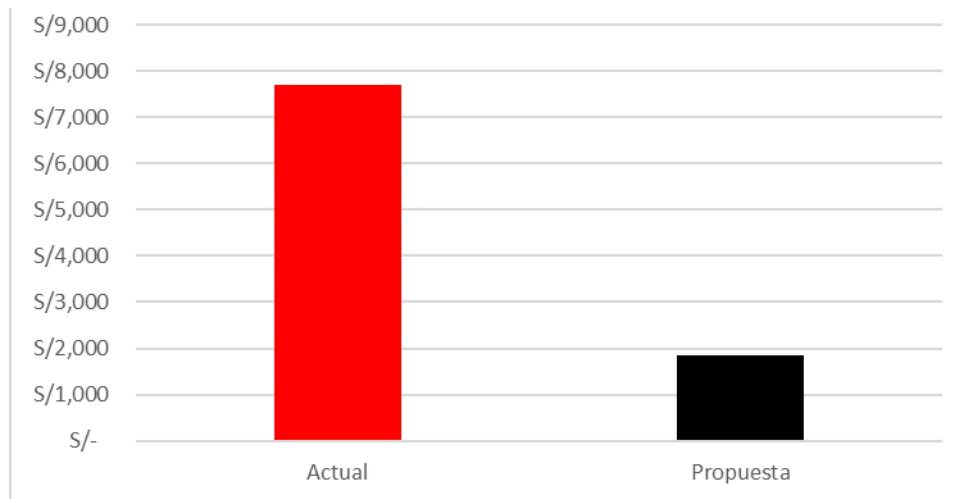
Figura 79. Resultado del ejercicio

Fuente. Elaboración propia

La obtención de los logros de las propuestas de mejora, permitirá incrementar los resultados económicos, de S/453,433 de S/492,721.



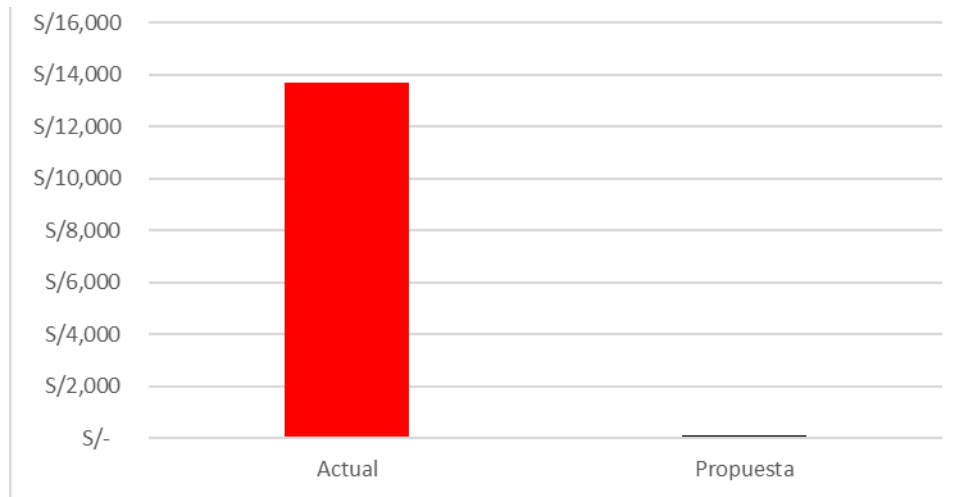
La aplicación de la propuesta incrementará la rentabilidad sobre ventas en 0.9%, de 14.56% a 14.69%.



*Figura 80.* Utilidad perdida por falta de mantenimiento

Fuente. Elaboración propia

La implementación de mantenimiento preventivo en la empresa, permitirá reducir la pérdida en utilidad económica, de S/7,713 a S/1,836.

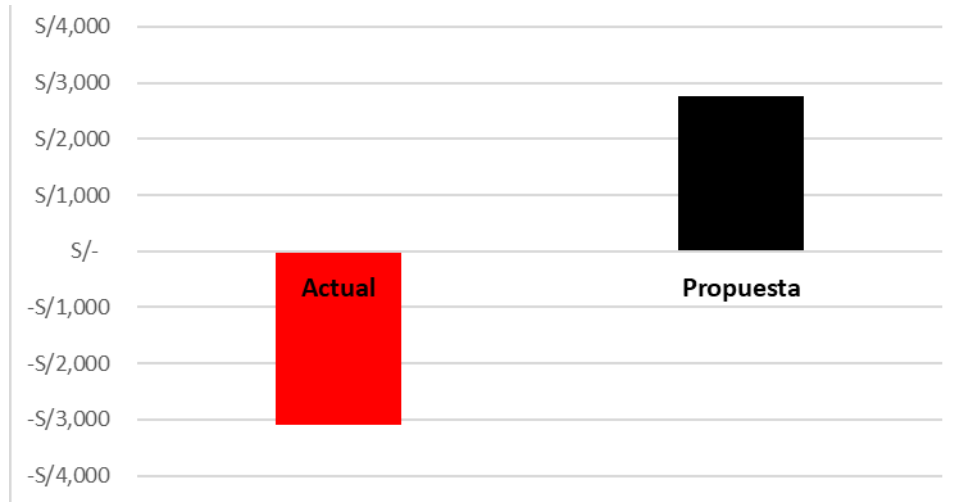


*Figura 81.* Utilidad perdida por falta de buenos pronósticos

Fuente. Elaboración propia

El planeamiento de producción, basado en pronósticos estacionales, permitirá reducir la utilidad de ventas frustradas por falta de stock, de S/13,697 a solo S/97.



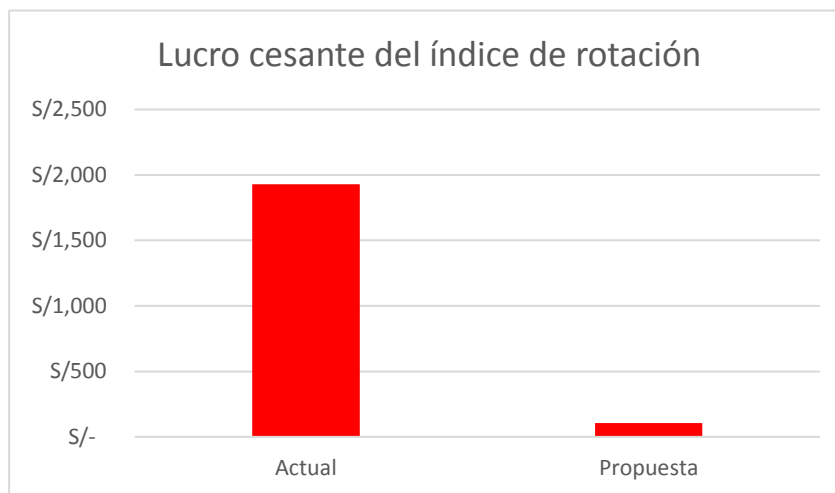


*Figura 82.* Utilidad proveniente de la asignación de fletes

Fuente. Elaboración propia

Los proveedores de transporte para los sacos de alimentos, tienen diferentes costos de fletes y diferentes disponibilidades. La empresa cobra de manera plana, S/0.50 por saco, independientemente cualquiera sea el destino en cercanías.

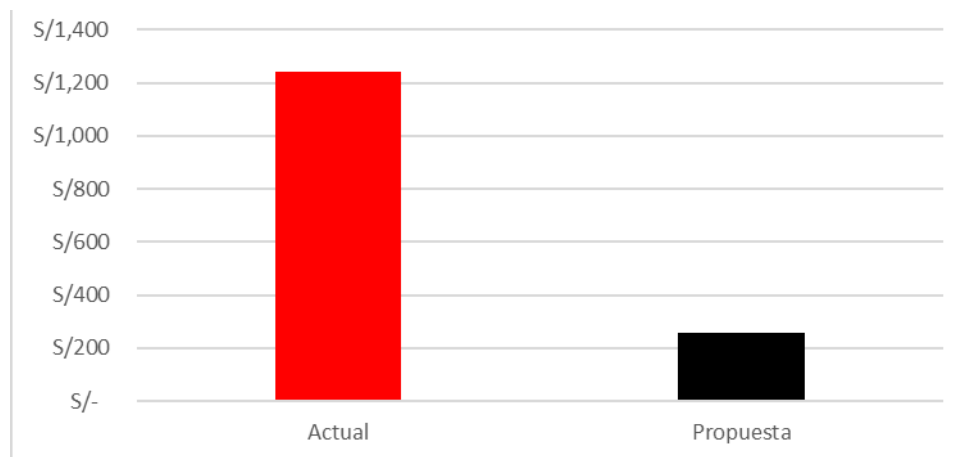
La asignación empírica ocasionó una salida de dinero del molino de S/3095. Con la propuesta optimizada, ingresaría S/2,750.



*Figura 83.* Impacto del índice de rotación en la utilidad de la empresa

Fuente. Elaboración propia

El índice de rotación se incrementó de 24 a 45, lo cual le dio al molino mayor disponibilidad de efectivo, eliminando las ventas perdidas totalmente.



*Figura 84. Descarte de materia prima por falta de BPM*

Fuente. Elaboración propia

La aplicación de Buenas prácticas en el manejo de los materiales dentro de planta, tecnificada con controles de humedad y temperatura ; de un mayor índice de rotación y además del uso de racks, permitirá reducir la pérdida económica por descartes u obsolescencia de S/1,242 a S/258.

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

El molino recurre a transportistas independientes para hacer el despacho de sus pedidos a las diferentes granjas avícolas de la zona que son sus clientes habituales. Para optimizar la asignación de los fletes, en consenso con lo que propone Castro Abril (2011), que el uso de un algoritmo de cálculo permite explorar posibles mejoras en base a mantener el nivel de servicio promedio inalterado y mejorar la capacidad promedio de utilización de las unidades del sistema, para esto se empleó Solver. El resultado de esto fue un beneficio de S/5,845.

La empresa ha perdido ventas por la baja disponibilidad de su maquinaria. La propuesta de mejora recomienda implementar mantenimiento preventivo, pues como sostiene Gaitán, M (2019) esta opción en la gestión de mantenimiento permite que la empresa disminuya la pérdida de servicios, como en el caso del molino, que tendría una reducción S/5876 con su aplicación.

En concordancia con Taquia J., la optimización de rutas, se basa en gran parte en un modelo teórico, pero es fundamental tomar en cuenta el factor empírico para ajustar a la realidad el modelo con mayor exactitud. Este criterio se tuvo en consideración en el planteamiento que se hizo para la asignación óptima de rutas. Las disponibilidades de servicio y la demanda habitual, se ajustó de acuerdo a la experiencia de los directivos de la empresa.

Al respecto, Leal L., añade que, esta herramienta de simulación es útil para definir la asignación de recursos como también entregar lineamientos respecto al uso de la capacidad de planta y a la calidad de producto e insumos. Con lo anteriormente expuesto, es factible hacer un recalcu y obtener la cantidad de materia prima necesaria para trabajar con la rotación disponible dentro de la jornada de trabajo y obtener producción sin rechazos. En esta tesis, se utilizó la simulación, para

evaluar el nivel de atención diaria de los clientes, considerando que se estima con un nivel de certeza razonable, la demanda mensual, pero es más errático hacerlo diariamente.

La propuesta de mejora, recomienda el uso de pronósticos, no obstante, como dice Loreto, D (2011) muy pocas veces son acertados. Es raro que las ventas reales que se generan sean exactamente iguales a la cantidad que se pronosticó. Existen algunos métodos para absorber variaciones pequeñas con respecto al pronóstico, algunas de estas son contar con capacidad adicional, los inventarios, o la posibilidad de reprogramación de pedidos, sin embargo, las variaciones grandes pueden causar estragos.

Como dice Hernández, M., Chávez, T., Miguel, C (2015), es imprescindible utilizar una metodología con base científica y herramientas para generar pronósticos más acertados y acordes a las diferentes actividades económicas con el fin de reducir los errores de pronóstico.

De acuerdo a Prada y Rodríguez, con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de la empresa, en promedio llega al 8%, por lo que se concluye que el método propuesto es mejor que el actual utilizado por la empresa, el cual es realizado empíricamente.

En el caso de la presente tesis, el uso de pronósticos estacionales, conllevó a la reducción de ventas perdidas por rotura de stock de S/13,600.

#### 4.2. Conclusiones

- Con la propuesta de mejora, al aplicar herramientas de ingeniería industrial, tanto en las áreas de producción, logística y mantenimiento, se logró incrementar la rentabilidad sobre ventas de 14.56% a 14.69% y la utilidad neta de S/453,433 a S/492,721.
- Se realizó un análisis de la situación actual de las áreas de producción y logística de la empresa, identificando 5 causas. La falta de mantenimiento preventivo; falta de buenos pronósticos de venta; falta de técnica para asignar los fletes; bajo índice de rotación de stocks y falta de buenas prácticas de manufactura.
- Se han propuesto herramientas de Ingeniería Industrial para la solución de las causas identificadas en las áreas producción y calidad, como Matriz de criticidad; matriz AMFE; MRP; Solver; gestión de inventario y BPM.
- El beneficio económico del mantenimiento preventivo, mejores pronósticos, que redujo roturas de stock fue S/1,836.
- El uso de pronósticos, que también redujo roturas de stocks, fue S/13,600.
- La optimización en la asignación de los fletes a las diferentes granjas, hecha con Solver, dio un beneficio de S/5,845
- El incremento del índice de rotación de 24 a 45, dio un beneficio de S/1,822.
- El uso de Buenas prácticas de manufactura, para reducir la obsolescencia y contaminación, dio un beneficio de S/984.
- Se determinó la factibilidad económica y financiera de la propuesta con el VAN positivo de S/3,835, un TIR de 71.22% superior a la tasa impositiva del préstamo bancario; Beneficio/costo de 1.8 y un retorno de la inversión de 9 meses.

## REFERENCIAS

- Alcántara, J., Avalos, J., Pozo, S., Vargas, M., & Yarlequé, D. (2016). *Mejora en el diseño del proceso de elaboración y composición de alimentos balanceados en la empresa J.Alcántara*. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto%20YOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT_Informe_Final_Proyecto%20YOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Autor anónimo (7 de febrero del 2018) *El Diagrama de Gantt*. Recuperado de <http://ruizcastelo23.blogspot.com/2018/02/el-diagrama-de-gantt.html>
- Carreño, A. (2012). *Logística de la A a la Z*.
- Castro, A., & Jiménez, C. (2011). *Un modelo de simulación de operación para el sistema de transporte urbano Ecovía-Quito* (Tesis de Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1506>
- Contexto Ganadero (16 de abril del 2020). *La producción mundial de alimento balanceado aumentó 3% en 2019*. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/internacional/la-produccion-mundial-de-alimento-balanceado-aumento-3-en-2019>
- Gaitán, M (2019). *Propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento para incrementar la rentabilidad de transportes y servicios San Román S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- García, L. (2016). *GESTION LOGISTICA INTEGRAL: las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Perú

Gallego, A., & Gonzales, R. (2017). Metodología de la investigación en ingeniería.

*Revista científica*, (29), 115-115. Recuperado de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n29/2344-8350-cient-29-00115.pdf>

Intedya (2020) *Buenas Prácticas de Manufactura*. Recuperado de  
<https://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>

Nahmias, S., Castellanos, A., Murrieta, J., Hernández, F., Nudiug, B., Juaárez, R., & Milanés, J. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones* (Vol. 57). McGraw-Hill Interamericana.

Pérez, A., Rodríguez, A., & Molina, M. (2002). Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(112), 395-429.

Ramirez, A. (2017). *Tipos de investigación*. Recuperado de <https://cutt.ly/6f8ZOSh>

Render, B. y Heizer, J. (2014). Administración de operaciones.

Retos Directivos (2016) *Gestión Logística: Definición y objetivos principales*. Recuperado de <https://retos-directivos.eae.es/gestion-logistica-definicion-y-objetivos-principales/>

Salazar, B. (2019) *Medios y Gestión del transporte*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-del-transporte/medios-y-gestion-del-transporte/>

Salazar, B. (2016) *Pronostico de Ventas*. Recuperado de <https://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/>

Sánchez, J. (2016). Análisis de la cantidad óptima a pedir y costo total anual del almacén la ganga mediante el modelo de EOQ.

Sánchez, P. (2007). *Simulación y Optimización en la Logística*. Recuperado de <https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/80/178>

SGS del Perú (2014). *SGS del Perú otorga ISO 9001:2009 a Orica Chemicals Perú S.A.C.* Recuperado de <https://www.sgs.pe/es-es/news/2014/04/sgs-otorga-iso-9001>

Tributos Net (2020) Definición de Gestión de Inventarios. Recuperado de <https://www.tributos.net/definicion-de-gestion-de-inventarios-1013/>



## ANEXOS

### Anexo 1. *Observación de Campo*

<b>OBSERVACION DE CAMPO</b>		
<b>OBJETIVO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Identificar fallas críticas en el área de producción, logística y mantenimiento y las consecuencias que este genera con respecto a su rentabilidad.	Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción, logística y mantenimiento de la empresa.	Breviario de apuntes y lápices.

*Anexo 2. Entrevista*

<b>ENTREVISTA</b>			
<b>OBJETIVO</b>	<b>PARAMETROS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<p>Determinar la situación actual de la empresa, conocer con mayor detalle el funcionamiento y gestión de la empresa. De tal modo, puntualizar los problemas fundamentales en el área de producción, logística y mantenimiento que están directamente relacionados con la baja rentabilidad.</p>	<p>Duración: 45 minutos Lugar: Oficina del gerente</p>	<p>Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.</p>	<p>Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.</p>

*Anexo 3. Análisis de Documentos*

<b>ANALISIS DE DOCUMENTOS</b>		
<b>OBJETIVO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.	Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.	USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

*Anexo 4. Encuesta*

<b>ENCUESTA</b>			
<b>OBJETIVO</b>	<b>PARAMETROS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<p>Obtener información de todos los procesos del área de producción, logística y mantenimiento 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.</p>	<p>Duración: 50 minutos</p> <p>Lugar: Molino de alimento balanceado</p>	<p>Realizar una serie de preguntas al sub gerente general, fin de conocer los puntos resaltantes del área.</p>	<p>Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.</p> <p>Estadísticas de producción y ventas oficiales.</p> <p>Estadística aplicada.</p>

*Anexo 5. Costo de los Alimentos Balanceados*

**Costos directos**

**Materia prima**

Insumo	Costo	Inicial	Crecimiento	Desarrollo	Postura
Maíz amarillo	S/ 0.69	27.50 Kg	S/ 19.058 30.00 Kg	S/ 20.790 32.50 Kg	S/ 22.523 31.00 Kg
Torta de Soya	S/ 1.31	14.00 Kg	S/ 18.270 12.50 Kg	S/ 16.313 6.00 Kg	S/ 7.830 7.50 Kg
Polvillo de arroz	S/ 0.65	2.50 Kg	S/ 1.625 - Kg	S/ - 2.50 Kg	S/ 1.625 - Kg
Afecho	S/ 0.20	3.60 Kg	S/ 0.734 5.45 Kg	S/ 1.112 6.05 Kg	S/ 1.234 8.40 Kg
Pre mezcla vitamínica	S/ 16.65	0.05 Kg	S/ 0.833 0.05 Kg	S/ 0.833 0.05 Kg	S/ 0.833 0.05 Kg
Fosfato di-cálcico	S/ 1.65	1.50 Kg	S/ 2.475 1.50 Kg	S/ 2.475 1.50 Kg	S/ 2.475 2.50 Kg
Cloruro de sodio	S/ 0.30	0.25 Kg	S/ 0.075 0.25 Kg	S/ 0.075 0.20 Kg	S/ 0.060 0.20 Kg
Lisina	S/ 5.66	0.20 Kg	S/ 1.132 0.15 Kg	S/ 0.849 1.10 Kg	S/ 6.227 0.10 Kg
Metionina	S/ 9.32	0.40 Kg	S/ 3.730 0.10 Kg	S/ 0.932 0.10 Kg	S/ 0.932 0.25 Kg
		50.00 Kg	S/ 47.931 50.00 Kg	S/ 43.378 50.00 Kg	S/ 43.739 50.00 Kg

**Empaque**

Bolsa de polipropileno			S/ 1.000	S/ 1.000	S/ 1.000	S/ 1.000
------------------------	--	--	----------	----------	----------	----------

**Mano de obra directa Costo H-H H-H**

Mano de obra directa	S/ 4.95	0.06	S/ 0.306	S/ 0.306	S/ 0.306	S/ 0.306
----------------------	---------	------	----------	----------	----------	----------

<b>Total costos directos</b>			<b>S/ 49.237</b>	<b>S/ 44.685</b>	<b>S/ 45.045</b>	<b>S/ 42.205</b>
------------------------------	--	--	------------------	------------------	------------------	------------------




**Costos indirectos**

Mano de obra indirecta	S/ 6.25	0.01	S/ 0.078	S/ 0.078	S/ 0.078	S/ 0.078
Vacaciones			S/ 0.001	S/ 0.001	S/ 0.001	S/ 0.001
Gratificaciones			S/ 0.002	S/ 0.002	S/ 0.002	S/ 0.002
Electricidad (6Kw)	S/ 0.40	0.01	S/ 0.005	S/ 0.005	S/ 0.005	S/ 0.005
Agua			S/ 0.001	S/ 0.001	S/ 0.001	S/ 0.001
Depreciación (S/ 50K/5 años)			S/ 0.026	S/ 0.026	S/ 0.026	S/ 0.026
<b>Total costos indirectos</b>			<b>S/ 0.113</b>	<b>S/ 0.113</b>	<b>S/ 0.113</b>	<b>S/ 0.113</b>



<b>Total costo de 1 saco x 50 Kilos</b>			<b>S/ 49.350</b>	<b>S/ 44.798</b>	<b>S/ 45.158</b>	<b>S/ 42.318</b>
---	--	--	------------------	------------------	------------------	------------------

<b>Margen de la empresa</b>	<b>7.0%</b>		<b>S/ 3.455</b>	<b>S/ 3.136</b>	<b>S/ 3.161</b>	<b>S/ 2.962</b>
Valor venta			S/ 52.805	S/ 47.933	S/ 48.319	S/ 45.280
IGV	18%		S/ 9.505	S/ 8.628	S/ 8.697	S/ 8.150
<b>Precio de venta por saco X 50 Kg</b>			<b>S/ 62.310</b>	<b>S/ 56.561</b>	<b>S/ 57.016</b>	<b>S/ 53.431</b>
<b>Precio de venta por kilo</b>			<b>S/ 1.246</b>	<b>S/ 1.131</b>	<b>S/ 1.140</b>	<b>S/ 1.069</b>

Anexo 6. Capacitación en Procesos de Mantenimiento



ÁREA SOLICITANTE		OPERACIONES								
Objetivo	El objetivo del curso es dar a conocer las competencias a nivel usuario, para el manejo y aprovechamiento del software Easy Maint.									
N°	UNIDAD	INICIO	FIN	SESIONES	01 - 29 Febrero 2020					
					1	8	15	22	29	
1	Módulo I - Conceptuas generales del soft	01/02/2020	01/02/2020	Fundamentos	■					
				Usos						
				Actualizaciones						
2	Módulo II - Ingreso de datos	08/02/2020	08/02/2020	Ingreso de datos de reparaciones		■				
				Ingreso de datos de repuestos utilizados		■				
				Ingreso de datos de mano de obra utilizada						
3	Módulo III. - Consultas de usuario	15/02/2020	15/02/2020	Plan semanal			■			
				Plan mensual			■			
				Repuestos involucrados						
<b>JEFE DE MOLINO</b>		<b>Y B: GERENCIA GENERAL</b>								
<b>Nombre</b>	<b>Carlos Pérez A.</b>									
										
<b>Fecha</b>										

Anexo 7. Capacitación en Asignación de Fletes

ÁREA SOLICITANTE		OPERACIONES							
Objetivo	Dar capacitacion al asistente administrativo, para lograr competencias que permitan asignar fletes y evaluar proveedores de servicios.								
N°	UNIDAD	INICIO	FIN	SESIONES	01 - 29 Marzo 2020				
					1	8	15	22	29
1	Módulo I - Evaluacion de proveedores por criterios	01/03/2020	02/03/2020	Criterios de evaluacion de proveedores	■	■	■	■	■
				Criterios y acciones para desarrollar proveedores					
				Busqueda de nuevos proveedores					
2	Módulo II - Asiganacion de fletes usando solver	08/03/2020	08/03/2020	Fundamentos del solver	■	■	■	■	■
				Diseño de una plantilla de optimizacion					
				Actualizacion de la plantilla de optimizacion					
<b>JEFE DE MOLINO</b>		<b>V-B GERENCIA GENERAL</b>							
Nombre	Carlos Pérez A.								
									
Fecha									



Anexo 8. Capacitación en Técnicas de Producción y BPM

ÁREA SOLICITANTE		OPERACIONES							
<b>Objetivo</b>	El objetivo del curso es tecnificar el conocimiento empírico en producción, almacenamiento e higiene y seguridad en el trabajo. Seguridad y Salud en el trabajo.								
N°	UNIDAD	INICIO	FIN	SESIONES	01 - 29 Abril 2020				
					1	8	15	22	29
1	Módulo I - Materias primas	01/04/2020	01/04/2020	Granos					
				Mezclas y valor nutricional					
				Control del proceso					
2	Módulo II - Mnaipuleo de materiales	08/04/2020	08/04/2020	Manipuleo de la carga : manual, mecanizado y mixto					
				Unitarización de la carga para manipuleo rápido y seguro					
				Métodos de estiba y desestiba de materiales					
3	Módulo III.- Buenas prácticas	15/04/2020	15/04/2020	Distribución de la carga según sus características y mejor aprovechamiento del volumen de carga.					
				Conceptos de biomecánica para el manipuleo de la carga					
				Buenas prácticas de almacenamiento					
4	Módulo IV.- Higiene y seguridad en el trabajo	22/04/2020	22/04/2020	Higiene y seguridad en el trabajo. Ergonomía					
<b>JEFE DE MOLINO</b>		<b>Y B° GERENCIA GENERAL</b>							
<b>Nombre</b>	<b>Carlos Pérez A.</b>								
									
<b>Fecha</b>									

**APROBADO**





