



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS BALANCEADOS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Bach. Carlos Eduardo Orozco Muñoz

Asesor:

Ing. Alberto Geldres Marchena

Trujillo - Perú

2021

## DEDICATORIA

*A nuestro Dios Padre:*

*Por cuidar de mi familia,  
brindarnos salud, unión y fuerzas  
para siempre seguir adelante.*

*A mis queridos padres:*

*Edwin y Raquel por su gran apoyo  
incondicional, ejemplo de vida, amor,  
protección, educación y grandeza de  
persona. Los amo mucho.*

*A mis queridos hermanos:*

*Valeria, Fabiano y Bruno por confiar  
en mí, brindarme ánimos, alegrías y  
ser soporte para lograr mi meta.*

*A todas las personas que fueron parte  
del proceso de esta investigación, me  
brindaron su confianza y amistad.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, por guiar siempre mi camino para lograr esta meta tan importante en mi vida, derramar bendiciones en mi hogar y demostrarme que posee un amor inmenso.*

*A mis padres, por el gran sacrificio que realizaron para brindarme educación de calidad, por todos los consejos, correcciones y valores inculcados para ser una persona íntegra y motivarme día a día para alcanzar mis metas y celebrar conmigo cada logro.*

*A nuestra institución y docentes por la calidad de enseñanza brindada, desafíos académicos y experiencias profesionales, lo cual fue de gran importancia para mi formación profesional dentro de un entorno de alta competitividad,*

*Al equipo de Planta de Alimentos de la empresa ROCIO S.A. por el apoyo en permitir el desarrollo del presente trabajo de investigación y las oportunidades de crecimiento profesional brindadas con el cumplimiento de retos muy interesantes para contribuir a la mejora de los procesos en el Área de Producción, siendo una gran fuente de aprendizaje y experiencia profesional muy enriquecedora.*

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>104</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de Alimento Balanceado para Aves (Millones de Toneladas Métricas) .....	13
Tabla 2. Variación (%) del Valor de la Producción Agropecuaria 2015-2020 .....	14
Tabla 3. Subsector Pecuario: Julio 2020 .....	16
Tabla 4. Causas Raíz del Área de Producción de la empresa .....	19
Tabla 5. Modelos de distribución de planta.....	23
Tabla 6. Valores de relación del SLP .....	26
Tabla 7. Guía para calificar la velocidad .....	34
Tabla 8. Sistema Westinghouse para calificar habilidades.....	34
Tabla 9. Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo .....	35
Tabla 10. Sistema Westinghouse para calificar las condiciones .....	35
Tabla 11. Sistema Westinghouse para calificar la consistencia .....	36
Tabla 12. Tabla de suplementos por descanso según OIT .....	37
Tabla 13. Tabla Mundel para el cálculo del número de mediciones.....	40
Tabla 14. Clasificación de los métodos de pronóstico.....	45
Tabla 15. Simbología utilizada en el Mapa de Flujo de Valor.....	48
Tabla 16. Etapas de la Metodología 5 S.....	50
Tabla 17. Maquinaria y Equipos.....	63
Tabla 18. Tipos de alimento balanceado.....	63
Tabla 19. Análisis de Stakeholders de la empresa.....	67
Tabla 20. Horas programadas de jornada laboral en Producción .....	68
Tabla 21. Datos generales de Planta Peletizado.....	68
Tabla 22. Causa raíz 1: Mala planificación del programa de producción .....	69
Tabla 23. Datos generales Planta Harina .....	69
Tabla 24. Tiempos de recorrido del traslado de núcleos.....	70
Tabla 25. Causa raíz 2: Inadecuada distribución de Planta .....	70
Tabla 26. Causa raíz 3: Falta de motivación del personal .....	71
Tabla 27. Tiempo de viaje promedio graneleros.....	72

Tabla 28. Costo de maquila de alimento balanceado.....	72
Tabla 29. Sueldo promedio de Chofer Granelero.....	72
Tabla 30. Causa raíz 4: Falta de mantenimiento preventivo y predictivo .....	73
Tabla 31. Tiempo muerto por falta de graneleros .....	73
Tabla 32. Causa raíz 5: Falta de unidades graneleras disponibles.....	74
Tabla 33. Cierre de inventario insumos .....	75
Tabla 34. Pérdidas acumuladas de las causas raíz.....	76
Tabla 35. Matriz de indicadores de causas raíz .....	77
Tabla 36. Metodologías de propuesta de mejora.....	78
Tabla 37. Lista de funciones - Graneleros.....	80
Tabla 38. Características de Graneleros.....	81
Tabla 39. Determinación de fallos funcionales.....	81
Tabla 40. Determinación de modos de fallo .....	82
Tabla 41. Escalas de calificación para los efectos de falla .....	82
Tabla 42. Análisis del modo y efecto de fallos (AMEF).....	83
Tabla 43. Clasificación de Índices de riesgo (NPR).....	85
Tabla 44. Resultados de calificación NPR .....	85
Tabla 45. Medidas preventivas RCM .....	86
Tabla 46. Plan de Mantenimiento Preventivo.....	86
Tabla 47. Cronograma del Plan de Mantenimiento Preventivo .....	87
Tabla 48. Horas de ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	88
Tabla 49. Programa de Capacitación Plan de Mantenimiento Preventivo.....	90
Tabla 50. Pronóstico de demanda estacional – Toneladas AABB Periodo 2021 .....	91
Tabla 51. Costos generales de producción alimento.....	92
Tabla 52. Plan de Producción: Persecución.....	93
Tabla 53. Plan de Producción: Nivelación .....	94
Tabla 54. Plan de Producción: Mixta .....	95
Tabla 55. Resultados del Plan Agregado .....	96
Tabla 56. Pronóstico Toneladas Pellet Periodo 2021 .....	97

Tabla 57. Tiempo de Parada por Falta de Tolvas PT.....	97
Tabla 58. Datos de capacidad de almacenamiento Tolvas PT y Graneleros.....	98
Tabla 59. Promedio Kg de Alimento Transportado – Año 2020.....	99
Tabla 60. Datos Generales – Despachos 28 TM .....	99
Tabla 61. Proceso Actual – Sistema de despachos 28 TM .....	99
Tabla 62. Proceso Mejorado – Sistema de despachos 30 TM.....	100
Tabla 63. Presupuesto Balance de Línea.....	101
Tabla 64. Inversión requerida para las propuestas de mejora .....	101
Tabla 65. Flujo de Caja Proyectado .....	102
Tabla 66. Cálculo de indicadores económicos.....	103
Tabla 67. Resultados de Plan Agregado de Producción.....	104
Tabla 68. Mejoras en indicadores RCM .....	105
Tabla 69. Resultados RCM .....	105
Tabla 70. Resultados Balance de Línea .....	106
Tabla 71. Matriz de Indicadores de la Propuesta de Mejora.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción Mundial de Alimento Balanceado por especies 2020 .....	12
Figura 2. Producción de Alimento Balanceado – Perú 2020 (MTM) .....	15
Figura 3. Ranking de Producción de aves en pie – Perú (2018).....	16
Figura 4. Diagrama de Ishikawa del Área de Producción de la empresa. ....	18
Figura 5. Objetivos de la Distribución de Planta.....	24
Figura 6. Pasos del Método Muther .....	25
Figura 7. Pasos del Método de Diagrama de Recorrido.....	27
Figura 8. Diagrama de Espaguetti del flujo de un operario .....	28
Figura 9. Identificación de mejoras del flujo de un operario .....	28
Figura 10. Diagrama de Espaguetti del flujo mejorado de un operario.....	29
Figura 11. Ventajas de la medición de trabajo.....	29
Figura 12. Etapas de la medición de trabajo.....	30
Figura 13. Técnicas de la medición de trabajo .....	31
Figura 14. Pasos para establecer un estándar de trabajo .....	31
Figura 15. Paso del muestreo de trabajo .....	33
Figura 16. Tipos de holguras según su función .....	37
Figura 17. Planificación con Filosofía Push y Pull .....	41
Figura 18. Proceso del MRP.....	43
Figura 19. Pasos básicos para elaborar un pronóstico .....	44
Figura 20. Diseño de Mapa de Flujo de Valor (VSM).....	47
Figura 21. Procedimiento de investigación .....	55
Figura 22. Mapa general de procesos .....	56
Figura 23. Mapa de Valor de la empresa. ....	64
Figura 24. Layout actual de la empresa. ....	65
Figura 25. Análisis FODA de la empresa .....	66
Figura 26. Estrategias FODA .....	66
Figura 27. Tiempos de parada de graneleros por mantenimiento.....	71

Figura 28. Tiempos muertos en producción por falta de control graneleros.....	74
Figura 29. Diagrama de Pareto – El ROCIO S.A.....	76
Figura 30. Fases de la metodología RCM.....	78
Figura 31. Operación Transporte AABB Granelero – Modelo Mack (2016) .....	80
Figura 32. Operación Descarga Granelero – Modelo Volvo (1997).....	80
Figura 33. Proyección demanda estacional – Periodo 2021 .....	92
Figura 34. Comparación de estrategias del Plan Agregado .....	96
Figura 35. Secuencia General de Producción Alimento Balanceado.....	98
Figura 36. Resultados CR1 – Plan Agregado de Producción .....	104
Figura 37. Resultados CR4 – Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	106
Figura 38. Resultados CR5 – Falta de unidades graneleras disponibles .....	107

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en el Área de Producción de alimento balanceado sobre los costos operativos en la empresa EL ROCIO S.A.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual del Área de Producción, mediante la aplicación de la herramienta del Diagrama de Ishikawa, en dicho análisis de causa-efecto se identificaron las principales causas raíz de los altos costos operativos del Área de Producción, tales como: Mala planificación del programa de producción, Inadecuada distribución de planta, Falta de motivación del personal, Falta de mantenimiento preventivo y predictivo, Falta de unidades graneleras disponibles y la Falta de control de inventarios.

En tal sentido, se desarrolló una propuesta de mejora utilizando técnicas y herramientas tales como: Plan Agregado de Producción, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y Balance de línea. Se logra una disminución en los costos operativos en un 42% lo cual equivale a un ahorro anual de S/ 227,307.38, utilizando una inversión total de S/ 115,969.

Finalmente, se ejecutó una evaluación económica de la propuesta de mejora en cinco años, obteniéndose los siguientes resultados: Un VAN positivo de S/ 199,223, un TIR de 84.7% mayor a la TMAR de la empresa de un 18%, un B/C de 1.78, el cual significa que por cada sol invertido se genera una ganancia de S/ 0.78 y un periodo de recuperación de la inversión de 1.10 años.

**Palabras claves:** RCM, VAN, TIR, B/C, PRI.

## ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the impact of the improvement proposal in the Balanced Feed Production Area on operating costs in the company EL ROCIO S.A.

A diagnosis of the current situation of the Production Area was carried out, through the application of the Ishikawa Diagram tool, in said cause-effect analysis the main root causes of the high operating costs of the Production Area were identified, such as: Poor planning of the production program, Inadequate plant layout, Lack of staff motivation, Lack of preventive and predictive maintenance, Lack of available bulk units and Lack of inventory control.

In this sense, an improvement proposal was developed using techniques and tools such as: Aggregate Production Plan, Reliability-Centered Maintenance (RCM) and Line Balance.

A 42% decrease in operating costs is achieved, which is equivalent to an annual saving of S / 227,307.38, using a total investment of S / 115,969.

Finally, an economic evaluation of the five-year improvement proposal was carried out, obtaining the following results: A positive NPV of S / 199,223, an IRR of 84.7% higher than the company's TMAR of 18%, a B / C of 1.78, which means that for each sun invested a profit of S / 0.78 is generated and a payback period of the investment of 1.10 years.

**Keywords:** RCM, NPV, IRR, B/C, IRP.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Actualmente, existe una gran competitividad en el sector avícola, es indudable que, una correcta gestión de los costos operativos marca la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas de este importante rubro.

A nivel internacional, la Encuesta Global sobre Alimento Balanceado 2020 de Alltech estima que el tonelaje internacional de alimento balanceado disminuyó en 1.07% con un resultado de 1126 millones de toneladas métricas de alimento balanceado producido el año pasado. En 2019 la producción mundial de alimentos balanceados registró un crecimiento de 3 % en términos de volumen. (CONTexto Ganadero, 2020).

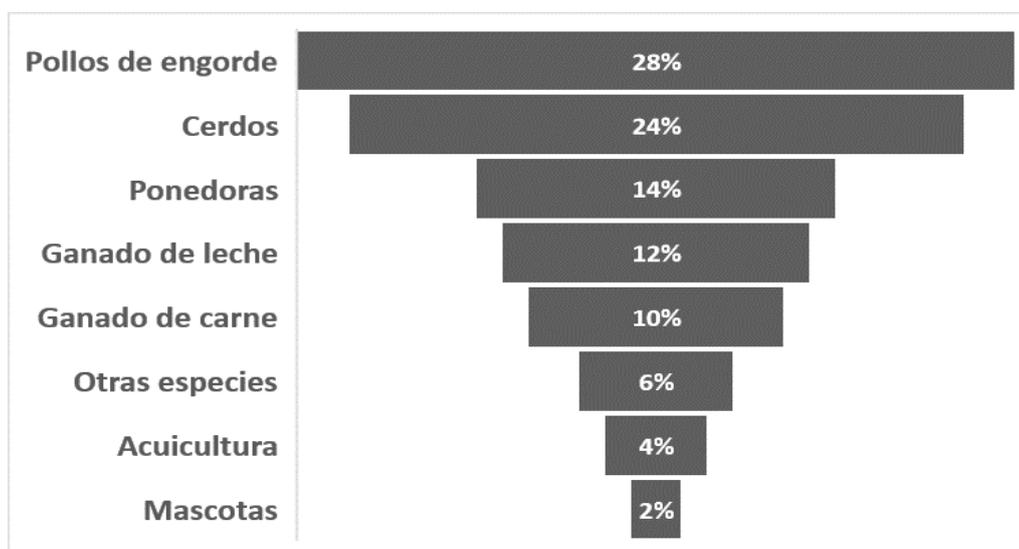


Figura 1. Producción Mundial de Alimento Balanceado por especies 2020

Fuente: Alltech, 2020

La información global, recopilada de 145 países y de casi 30,000 plantas de fabricación de alimento balanceado, señala la producción de alimento balanceado por especie de esta manera: pollos de engorde 28%, cerdos 24%, ponedoras 14%, ganado lechero 12%, ganado de carne 10%, otras especies 6%, acuicultura 4% y mascotas 2%.

Un crecimiento sobresaliente provino de los sectores del alimento para ponedoras, pollos de engorde, acuicultura y mascotas (BMEDITORES, 2020).

En el sector avícola, la región de Asia-Pacífico fue líder tanto en la producción de alimento balanceado para pollos de engorde (115.2 MTM) como para ponedoras (73.1 MTM). En América Latina, la producción total de alimento para pollos de engorde ascendió a 61.8 MTM con Brasil liderando la región con 32.1 MTM, seguido de México con 10.5 MTM; aunque la producción de alimento balanceado para ponedoras de México aumentó en un 11% con 7.05 MTM, superando a Brasil. Rusia lideró en Europa con 10.86 MTM del total de la región de 56.3 MTM del alimento balanceado para pollos de engorde y con 5.3 MTM del total de la región de 33.5 MTM de alimento balanceado para ponedoras. En Norteamérica, los Estados Unidos representa el 94% de la producción de alimento balanceado para pollos de engorde con 48.5 MTM, mientras que el alimento balanceado para ponedoras en Canadá aumentó en 460,000 toneladas métricas (Alltech, 2020).

Tabla 1

*Producción de Alimento Balanceado para Aves (Millones de Toneladas Métricas).*

<b>Región</b>	<b>Ponedoras</b>	<b>Pollos de engorde</b>	<b>Pavos</b>	<b>Otras aves</b>
<i>África</i>	5.7	10.0	0.6	0.2
<i>Asia-Pacífico</i>	73.1	115.2	0.0	9.5
<i>Europa</i>	33.5	56.3	7.9	4.4
<i>América Latina</i>	24.0	61.8	0.3	0.1
<i>Medio Oriente</i>	4.9	8.4	0.1	0.1
<i>Norteamérica</i>	15.5	51.8	9.8	0.2
<i>Oceanía</i>	0.9	3.8	0.1	0.1

Fuente: Alltech, 2020

Así como la baja de producción de pollos en Brasil de 2017 a 2018 tuvo un fuerte impacto en la cantidad total de la producción latinoamericana, esta vez el aumento registrado en ese país de casi el 11% tuvo el mismo efecto, pero positivo.

De igual forma, otros grandes productores influyeron en los datos positivos de la industria. Argentina creció en 6.4% su producción de pollos de 2018 a 2019, Colombia en 4.07% y Perú en 3.82%. Venezuela (18%), Ecuador (3.4%), Costa Rica (6.7%), Panamá (2.2%) y Paraguay (3.3%) también vieron alzas productivas. No obstante, destaca el nulo crecimiento de muchos e incluso la ligera disminución de Chile del 1.23% o de México de apenas 0.3% (Industria Avícola, 2020)

En el ámbito nacional, el sector avícola está concentrado principalmente en la región costa y cercana a los centros de consumo más importantes del país, tiene una significativa participación dentro del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria y viene constituyéndose como una actividad económica en continuo crecimiento y enfrenta nuevos desafíos y retos a los productores debido a los requerimientos nutricionales de la población (MINAGRI, 2020)

Tabla 2

*Variación (%) del Valor de la Producción Agropecuaria 2015-2020*

<b>Sector/subsector</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019 p</b>	<b>2020 p</b>
Agropecuario	3.4	1.6	0.3	9.6	3.4	2.1
Agrícola	2.5	0.7	-0.9	11.8	2.6	2.9
Pecuario	5.1	3.1	2.5	5.8	4.7	0.7

Fuente: MINAGRI, 2020

A pesar del impacto generado por los estragos de la pandemia del COVID-19, en el primer semestre de 2020, el sector agropecuario de Perú registró un crecimiento de 2.1%, comparado con igual período del año pasado, amparado en el aumento de la producción de los subsectores: Agrícola, 2.9 %y; Pecuario; 0.7% (Gestión, 2020)

Según Alltech (2020), la producción estimada de alimento balanceado por especies en Perú alcanza un aproximado de 5.9 millones de toneladas métricas a nivel nacional.

En la Figura 2, se observa las cantidades aproximadas de la producción de alimento balanceado por especies en millones de toneladas métricas (MTM), de la siguiente forma: pollos de engorde (1.75 MTM), ponedoras (1.42 MTM), cerdos (0.505 MTM), ganado de carne (0.547 MTM), acuicultura (0.185 MTM), ganado de leche (0.129 MTM), equinos (0.145 MTM) y mascotas (0.18 MTM).

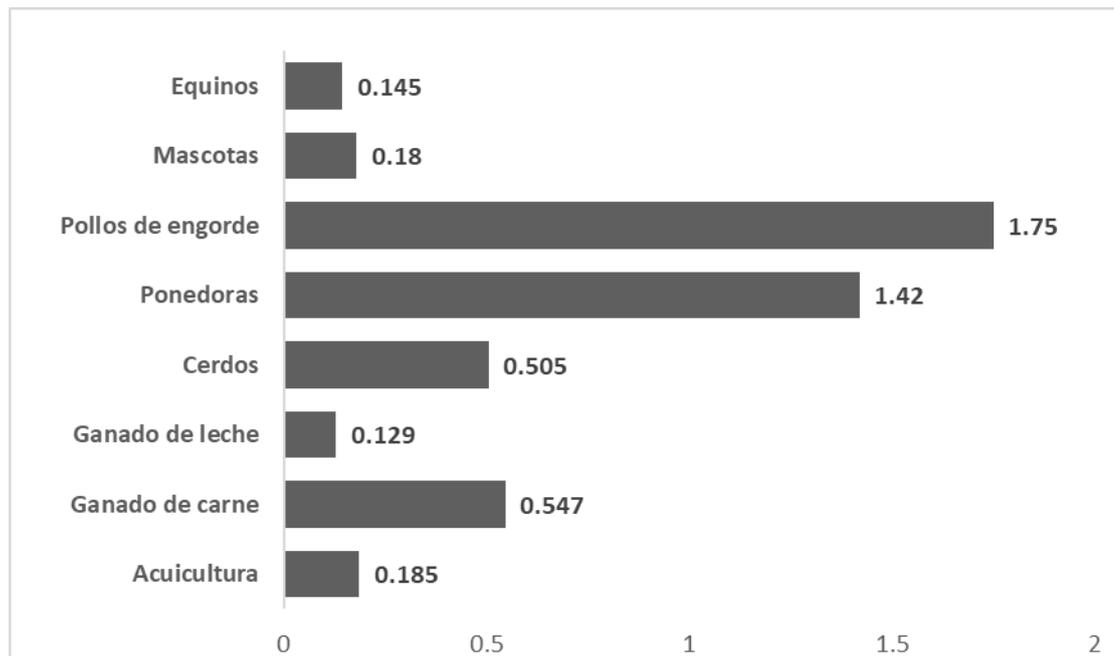


Figura 2. Producción de Alimento Balanceado – Perú 2020 (MTM)

Fuente: Alltech, 2020

Según la Cámara de Comercio de La Libertad (2018), en el sector avícola, al cierre del año 2018, el Perú contó con una producción total de 2 058 mil toneladas de ave, mostrando en este caso, a Lima como líder del ranking a nivel nacional con una participación de 53.5 % (1.1 millones toneladas de aves en pie), seguido de La Libertad con 17.7 % ocupando el segundo lugar (365 mil toneladas en peso vivo de ave) y Arequipa con 9.8 % (202 mil toneladas de aves en pie).

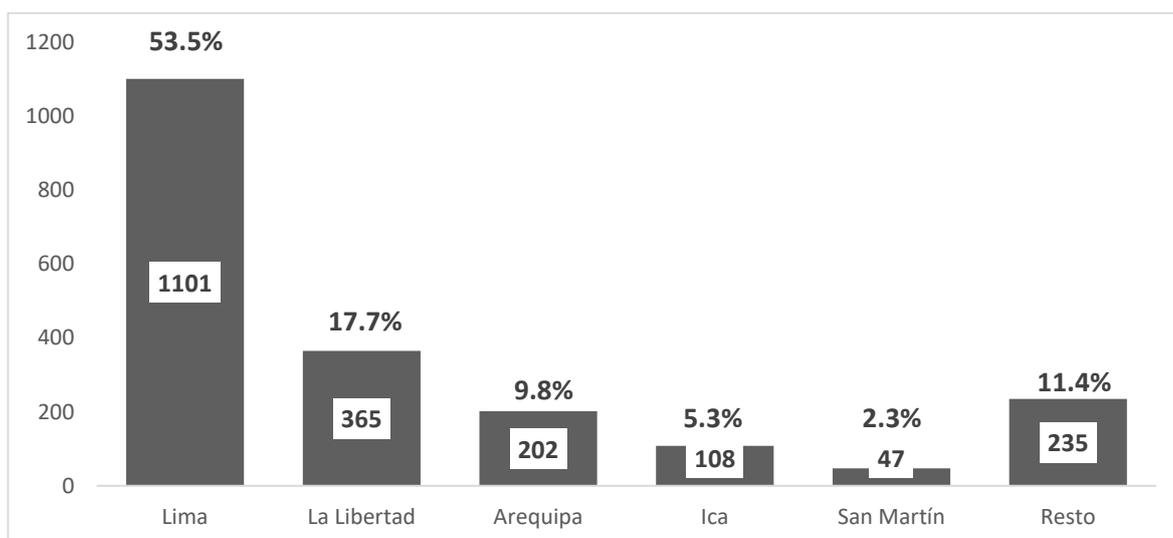


Figura 3. Ranking de Producción de aves en pie – Perú (2018)

Fuente: CCLL, 2018

Las regiones anteriormente mencionadas, registraron crecimientos de 6.4 %, 10.4 % y 8 %, respectivamente en comparación al año anterior. La producción de aves (pollo, gallina, pavo, pato, gallo), en julio de 2020, decreció en -2,2% respecto al mismo mes del año anterior, debido en parte, a un menor programa de producción de pollos BB por parte de las empresas avícolas por problemas relacionados con el Covid – 19. En consecuencia, hubo menores colocaciones de “pollos bb” en las granjas avícolas de engorde del país (MINAGRI,2020).

Tabla 3

Subsector Pecuario: Julio 2020

Producto	Ponderado	Variación porcentual 2020/2019	
		Julio	Enero-Julio
Ave	15.44	-2.2	0.64
Vacuno	6.1	-5.8	-2.82
Ovino	1.8	-4.06	-3.55
Alpaca	0.73	-1.67	-2.05

Fuente: INEI, 2020

Según MINAGRI (2020), las principales regiones productoras de pollo fueron Lima (55,5%), La Libertad (17,5%), Arequipa (10,3%) e Ica (4,6%). En huevos de gallina comerciales, las regiones con mayor aporte fueron Ica (41,3%), Lima (26,6%), La Libertad (17,7%), Arequipa (3,6%) y San Martín (2,6%).

A nivel local, La Libertad ocupa el segundo lugar en producción avícola en el país y las principales fortalezas para el desarrollo de la avicultura en esta región; está en el clima, propicio para la crianza de pollo, generando carne de alta calidad. En tanto, las limitaciones están relacionadas con infraestructura y tecnología para el envasado de cortes de pollo, las granjas de engorde ubicadas en zonas urbanas o en proximidades, la alta volatilidad de precios internacionales de materias primas como el maíz y la soya, y la competencia con otros sectores por mano de obra (Macronorte, 2020).

La empresa EL ROCIO S.A., con R.U.C. 20204844381 ubicada en la ciudad de Trujillo – La Libertad, se dedica a la producción de alimento balanceado y comercialización de huevo, pollo BB, pollo vivo y pollo beneficiado. Conduce sus actividades con el fin de velar por cumplir con los estándares de calidad que exigen sus clientes y proveedores, así como garantizar el bienestar de sus colaboradores. El sector avícola permanece en constante crecimiento y desarrollo económico, por tal motivo esta entidad, se esfuerza en mantener la búsqueda constante de optimizar sus procesos, apoyados en el uso de la tecnología y mejoras en los indicadores productivos que den valor agregado a sus operaciones con la finalidad de minimizar sus costos operativos, manteniendo una nutrición de exactitud y calidad. Por ello la presente investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de mejora en el Área de Producción de alimento balanceado para reducir los costos operativos en la empresa EL ROCIO S.A.

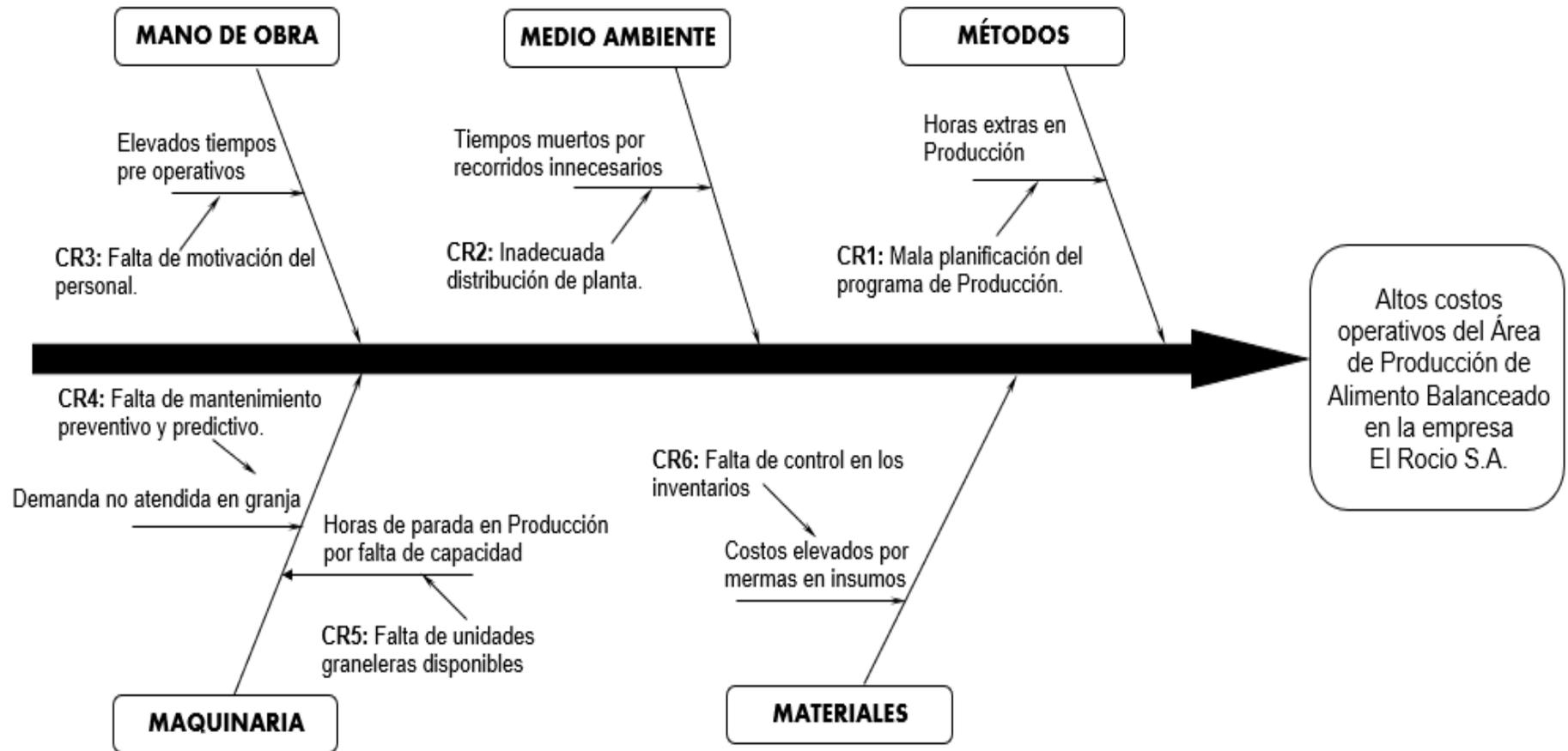


Figura 4. Diagrama de Ishikawa del Área de Producción de la empresa.

Tabla 4

*Causas Raíz del Área de Producción de la empresa.*

<b>Criterio</b>	<b>Cr</b>	<b>Causa Raíz</b>
<b><i>Métodos</i></b>	Cr 1	Mala planificación del programa de Producción
<b><i>Medio Ambiente</i></b>	Cr 2	Inadecuada distribución de Planta
<b><i>Mano de obra</i></b>	Cr 3	Falta de motivación del personal
<b><i>Maquinaria</i></b>	Cr 4	Falta de mantenimiento preventivo y predictivo
	Cr 5	Falta de unidades graneleras disponibles
<b><i>Materiales</i></b>	Cr 6	Falta de control de inventarios

Fuente: Figura 4. Diagrama de Ishikawa del Área de Producción de la empresa.

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Nivel Internacional:

Panchana (2019). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, realizó la investigación titulada: "Aplicación de la metodología 5S en la línea número #1 de clasificación y empaque de una empresa empaquera de camarón ubicada en Durán", tuvo como objetivo aplicar la metodología 5S en la línea #1 de clasificación y empaque de dicha empresa. Por lo que, se evidenció luego de un periodo de 30 días la mejora en planta y en los criterios de inocuidad, se alcanzó un crecimiento del 15% en el cumplimiento de la aplicación de 5S (81%) y se generaron ahorros por montos entre los USD 1500 y USD 6090.

Castillo (2017). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador, se realizó la investigación titulada: "*Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la estación ATACAPI del B57-LI de Petroamazonas EP*", tuvo como objetivo proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para la unidad de bombeo horizontal multietapas del sistema Power Oil de la estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas EP, mediante la aplicación de RCM, se pasaría de tener un tiempo medio entre fallas de 29 a 69 días, al analizar esta afirmación en porcentaje se obtiene una reducción de la tasa de fallas del 57,95 %. Con la aplicación de la metodología se comprueba que es factible la reducción de la tasa de fallos obteniendo una mejora desde una tasa de fallos de 0.00142 a 0.0006. El beneficio económico para la empresa al reducir la tasa de fallos se calcula en 131.302,43 USD (Utilidad neta por barril de petróleo de 36,45 USD).

### 1.2.2. Nivel Nacional:

Polanco y Oré. (2017). Pontificia Universidad Católica del Perú, realizaron la tesis titulada: “Mejora del proceso de la producción de harina usada como materia prima para alimento balanceado de mascotas aplicando la Metodología Lean Manufacturing”, tuvo como objetivo reducir los principales desperdicios identificados en la línea de producción, además de elevar la disponibilidad, eficiencia y calidad, mediante la propuesta de incorporación de herramientas de manufactura esbelta tales como TPM, 5S’s, SMED, Lay Out, Estandarización y Kaizen. Se concluyó que, con la implementación de la propuesta de mejora, los tiempos de parada no planificadas se reducirán en un 27%, las horas extras de producción disminuirán a razón de 101,50 horas por semana (S/. 118,745.85), se lograría un ahorro anual de los tiempos muertos por S/. 53,301.21 y el ahorro en desperdicios de transporte sería de S/. 1,473.79 anual.

Ricaldi (2013). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, realizó la tesis titulada: “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento”, tuvo como objetivo minimizar las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar mediante el desarrollo de una propuesta de Gestión de Mantenimiento siguiendo los lineamientos del TPM, que incremente la disponibilidad de los camiones, se realicen mayor número de viajes y se mejore tanto los ingresos de la empresa de transportes como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. En la tesis se concluyó que, se pueden generar ahorros de hasta el 10% de las pérdidas por parada de camiones (S/. 425,348.81) al año y un ahorro mensual que asciende a S/. 3,544.57, por los 7 camiones con los que cuenta Interregional. Asimismo, en un escenario optimista el monto de ahorro sería de 15%.

### 1.2.3. Nivel Local:

Arellano y Villarruel (2019). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada: “Propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística para incrementar la rentabilidad de una empresa avícola.”, tuvo como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística sobre la rentabilidad de la empresa, mediante la propuesta de implementación del balance de línea, optimización del consumo de energía y de la formulación del alimento balanceado. Esta tesis concluye que los beneficios económicos según la propuesta permitirán incrementar la rentabilidad en 10%. Asimismo, el cambio de fuente de energía por un generador accionado por gas natural representa un ahorro de S/. 70,524 en dicho periodo. Mientras que el balance de línea generará un ahorro del 95% (S/. 64,638) de las pérdidas generadas en el año 2018. La propuesta es viable, ya que tiene un VAN de S/ 820,939, un TIR de 77.67% y el Beneficio/Costo es 1.39, es decir por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de S/1.39.

Assen y Miranda. (2019). Universidad Privada del Norte, realizaron la investigación titulada: “Propuesta de gestión en las áreas de Producción y Logística, para reducir los costos en la Empresa Chimú Agropecuaria”, tuvo como objetivo determinar el impacto de la propuesta de gestión en las áreas de producción y logística, sobre los costos en dicha empresa. Por lo cual desarrollaron la investigación utilizando herramientas de Ingeniería Industrial como: 5S, SMED, TPM, KANBAN, KAIZEN. Se concluyó que, se lograría un ahorro de S/ 6,978.38 mensual y de S/ 83,740.64 anual. Además, se obtuvo un VAN de 646,218.05, un índice de B/C igual 1.11 y un TIR de 83.36%, demostrándose de esta manera que el proyecto es factible y rentable para la empresa.

### 1.3. Marco Teórico

#### 1.3.1. Modelos Básicos de Distribución en Planta

Cuatrecasas (2011), menciona que la disposición de los procesos y sus actividades en las plantas de producción, obedecen a dos modelos básicos, los cuales son la disposición orientada al proceso y la orientada al producto. A continuación, en la Tabla 5 se muestra dichos modelos con sus respectivas características esenciales de los procesos en relación con el tipo de distribución en planta.

Tabla 5

*Modelos de distribución de planta*

<b>ORIENTACIÓN AL PROCESO</b>	<b>ORIENTACIÓN AL PRODUCTO</b>
Agrupación de puestos y equipos por funciones.	Agrupación de puestos y sus equipos por secuencia proceso.
Equipos y personal especializados.	Especialización por división del trabajo
<b>Adecuada para:</b>	<b>Adecuada para:</b>
- Producto diferenciado	- Producto normalizado
- Series reducidas	- Series largas
- Equipos costosos	- Demanda estable
- Personal experto	- Abastecimiento regular
- Maquinaria de uso polivalente	- Equipamientos especializados
Flexible a cambios en productos y equipos.	Difícil adaptación a cambios en productos y proceso.
Tasa de utilización de los equipos baja.	Tasa de utilización de los equipos, elevada.
Tiempos de proceso, largos.	Tiempos de proceso, cortos.
Volumen de trabajo en curso, alto.	Volumen de trabajo en curso, pequeño.
Plazo de ejecución y coste, altos.	Plazo de ejecución y coste, minimizados.

Fuente: Cuatrecasas, 2011.

### 1.3.2. Métodos de distribución de planta:

Heizer y Render (2009), afirman que el objetivo de la estrategia de distribución es desarrollar una distribución efectiva y eficiente que cumpla con los requerimientos competitivos de la empresa.

Mientras que, De la Fuente y Fernández (2005), indican que la distribución en planta consiste en el orden físico de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, distribución del área, determinación de las figuras, formas y ubicación de los distintos departamentos. En todos los casos, el diseño de la distribución de planta debe considerar la manera de lograr lo que se indica en la Figura 5.

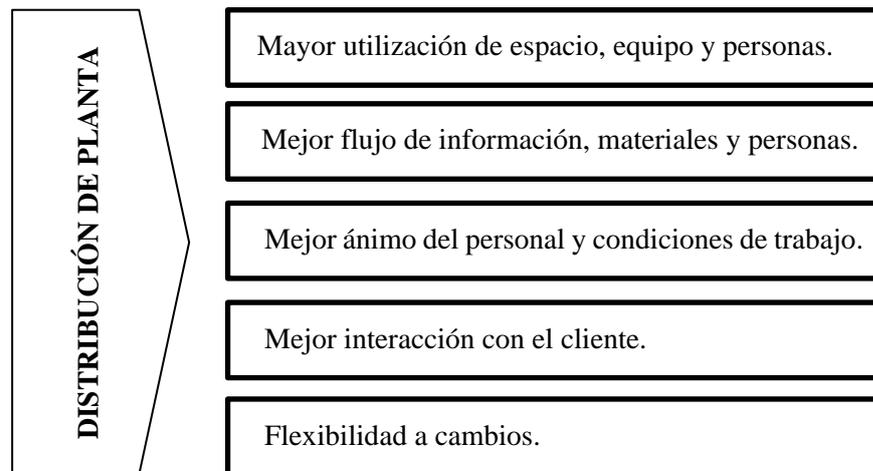


Figura 5. Objetivos de la Distribución de Planta.

Fuente: Heizer y Render, (2009).

Por otra parte, Cuatrecasas (2011), menciona que los principales factores que afectan al problema de la distribución en planta son, entre otros:

- Movimiento de materiales y de personal
- Eliminación de despilfarros

- Factores que afecten a la calidad y el mantenimiento.
- Construcciones e instalaciones.
- Prever posibles ampliaciones futuras.
- Seguridad y condiciones de trabajo.

De acuerdo con Baca (2013), los métodos para realizar la distribución por proceso o funcional son el Diagrama de Recorrido y el SLP (Systematic Layout Planning).

### 1.3.2.1. Método de Muther

Según Niebel y Freivalds (2009), el método sistemático para configurar plantas desarrollado por Muther, se llama planeación sistemática de distribuciones (SLP), su objetivo es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento de seis pasos, los cuales están representados en la Figura 6.

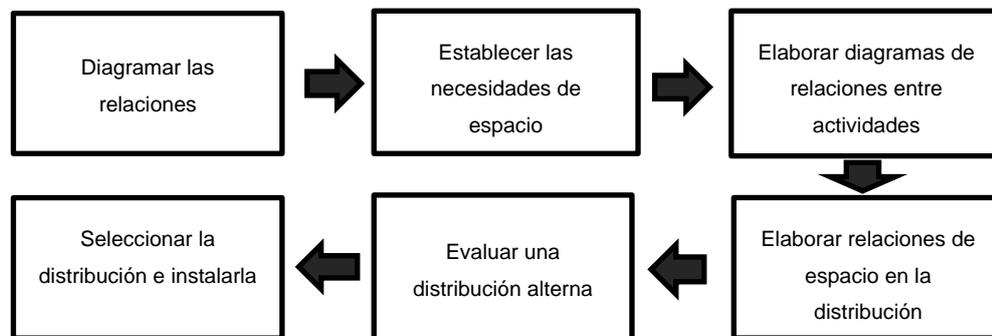


Figura 6. Pasos del Método Muther

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

#### a. Diagramar las relaciones:

En esta primera etapa, se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones, según lo determine la información cualitativa del flujo (volumen, costo,

enrutamiento) de un diagrama desde-hacia, o más cualitativamente, de las interacciones funcionales o información subjetiva.

**b. Establecer las necesidades de espacio:**

En la segunda etapa, se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen, además de considerar estos valores, el tipo y forma del área que se desee definir, así como la ubicación respecto a los servicios que se requieran.

**c. Elaborar diagramas de relaciones entre actividades:**

En la tercera etapa, se dibuja una representación visual de las diferentes actividades, para desarrollar el análisis se deben considerar los valores indicados en la Tabla 6

Tabla 6

*Valores de relación del SLP*

Relación	Valores más cercanos	Valor	Líneas en el diagrama	Color
Absolutamente necesario	<b>A</b>	4		Rojo
Especialmente importante	<b>E</b>	3		Amarillo
Importante	<b>I</b>	2		Verde
Ordinario	<b>O</b>	1		Azul
Sin importancia	<b>U</b>	0		
No deseable	<b>X</b>	-1		Café

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

**d. Elaborar las relaciones de espacio en la distribución:**

Luego, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo. Una vez que los analistas están satisfechos con la distribución, las áreas se compactan en un plano.

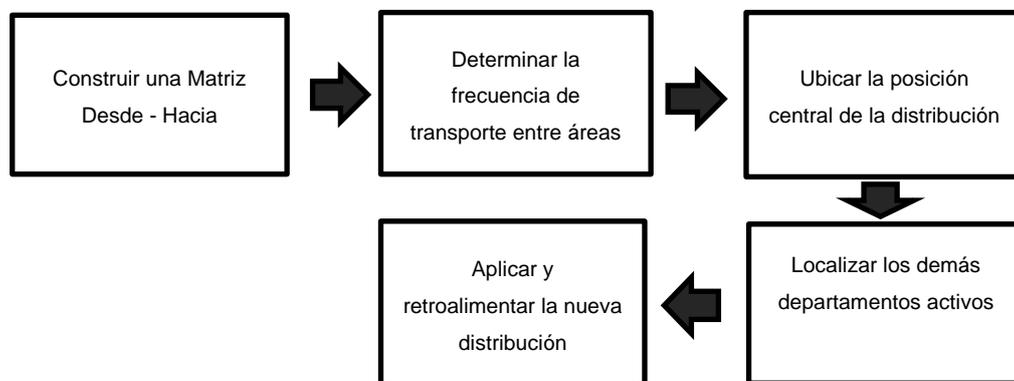
**e. Evaluar la distribución alterna:**

En ese caso, varias opciones aparentan ser igualmente probables, el analista debe evaluar las diferentes opciones para poder determinar la mejor solución, mediante un sistema de ponderación.

**f. Seleccione la distribución e instálela:** Consiste en implantar el nuevo método.

### 1.3.2.2. Método de Diagrama de Recorrido

En 2013, Baca manifestó que el Método de Diagrama de Recorrido es un procedimiento de prueba y error que busca reducir al mínimo posible los flujos no adyacentes. El método se debe utilizar cuando el transporte de materiales entre los departamentos de la empresa es intenso, pero no costoso. Asimismo, se puede desarrollar en cinco pasos, los cuales se muestran en la Figura 7.



*Figura 7. Pasos del Método de Diagrama de Recorrido*

Fuente: Baca, 2013.

La solución se logra por medio de una serie de pruebas usando círculos para denotar los departamentos y líneas conectoras para representar las cargas transportadas en un periodo. PDCA Home (2013), indica que un Diagrama de Espaguetti (Spaguetti Chart) es la representación de cómo es el movimiento de los operarios dentro de su puesto de trabajo, para luego buscar el orden más lógico para máquinas, armarios, otros puestos de trabajo y ganar eficiencia dentro de la empresa, en primer lugar, reduciendo tiempo de desplazamientos de operarios y aumentando el rendimiento de la producción. En la siguiente Figura 8 se muestra un Diagrama de Espaguetti de un Proceso de Configuración de Doblado con un tiempo de 98 minutos.

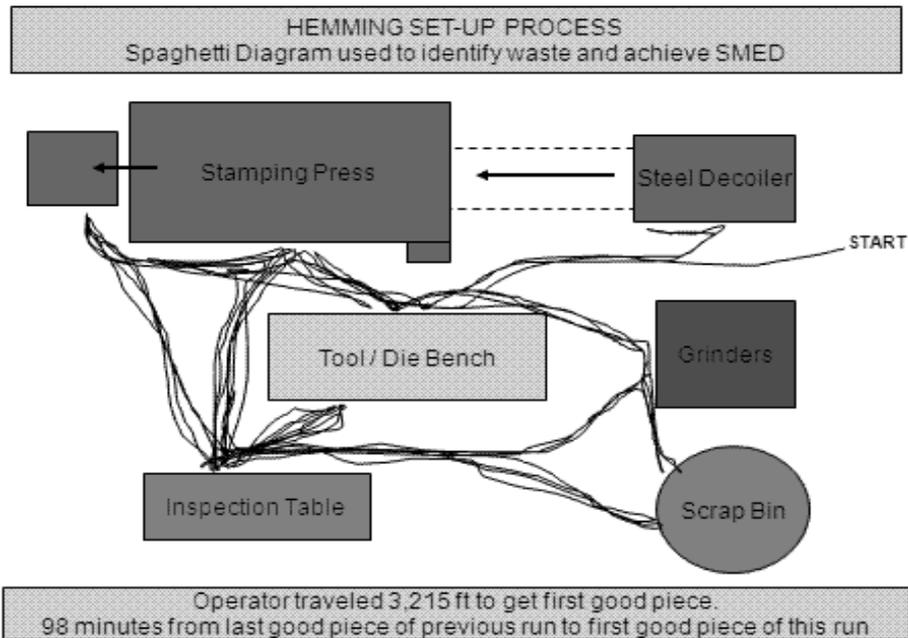


Figura 8. Diagrama de Espaguetti del flujo de un operario

Fuente: Six Sigma Material, s.f.

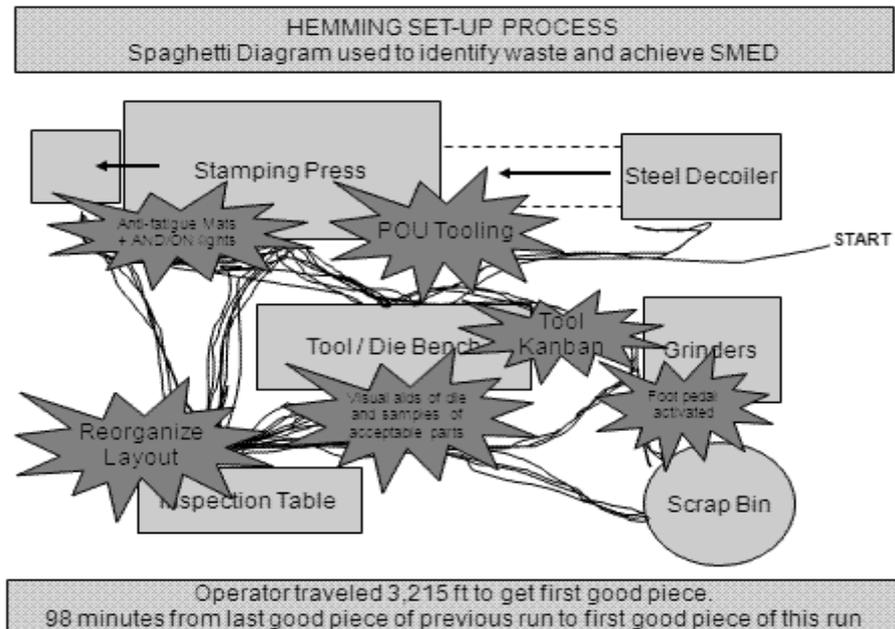


Figura 9. Identificación de mejoras del flujo de un operario

Fuente: Six Sigma Material, s.f.

En la Figura 9, se identifican las posibles ideas para mejorar el sistema y flujo de recorrido. La Figura 10, muestra el Diagrama de Espagueti, tras aplicar las mejoras y logrando la reducción del tiempo de configuración en un 85 %.

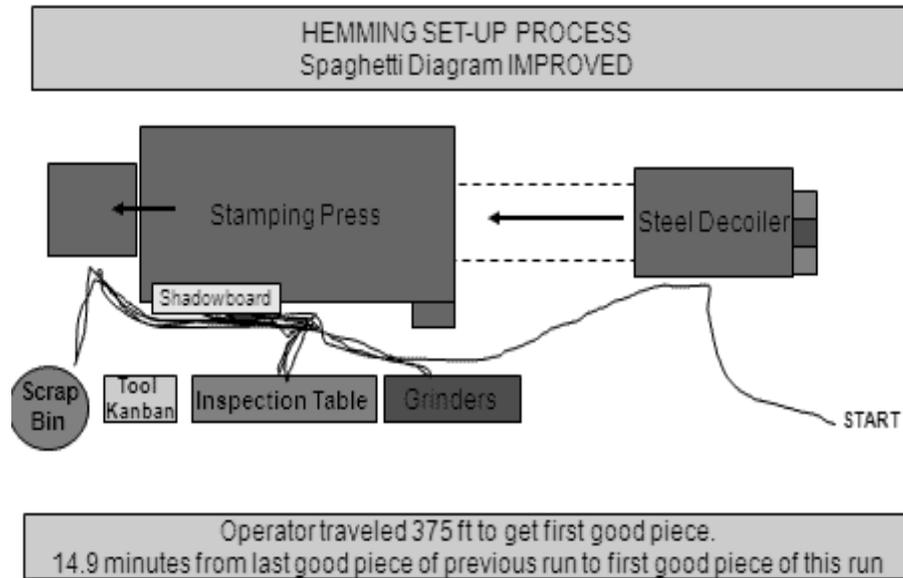


Figura 10. Diagrama de Espagueti del flujo mejorado de un operario

Fuente: Six Sigma Material, s.f.

### 1.3.3. Medición de trabajo

Chase y Jacobs (2014), manifiestan que, el propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer tiempos que sirvan de modelo para un trabajo.

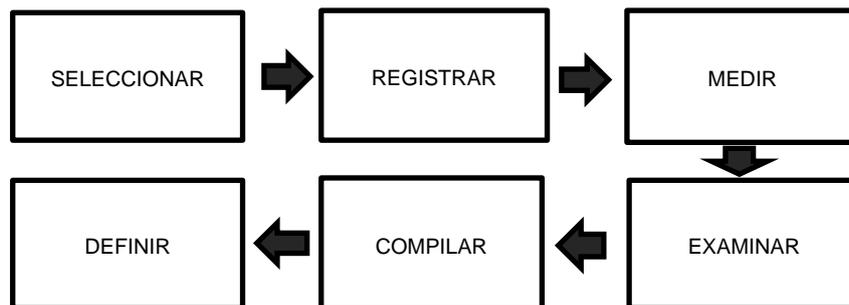


Figura 11. Ventajas de la medición de trabajo

Fuente: Chase y Jacobs, 2014.

Por otro lado, Niebel y Freivalds, (2009), afirman que los estándares de tiempo establecidos con bastante precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que los estándares mal establecidos, conducen a altos costos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa.

Según Kanawaty et al. (1996), la medición de trabajo es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible, separarlo del improductivo.



*Figura 12.* Etapas de la medición de trabajo

Fuente: Kanawaty, 1996.

Así se descubren su existencia, naturaleza e importancia, que estaban ocultas dentro del tiempo total. En la Figura 12, se muestra las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición de trabajo.

### **1.3.3.1. Técnicas de medición laboral**

Existen cuatro técnicas básicas para medir el trabajo y establecer estándares; son dos métodos de observación directa y dos de observación indirecta (Chase y Jacobs, 2014); tal como se muestra en la siguiente Figura 13.



Figura 13. Técnicas de la medición de trabajo

Fuente: Chase y Jacobs, 2014.

### a. Estudio de tiempos

Según Heizer y Render (2009), mencionan que el procedimiento de un estudio de tiempo implica medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y usarlo para establecer un estándar. Una persona capacitada y experimentada puede establecer un estándar siguiendo ocho pasos representados en la Figura 14.

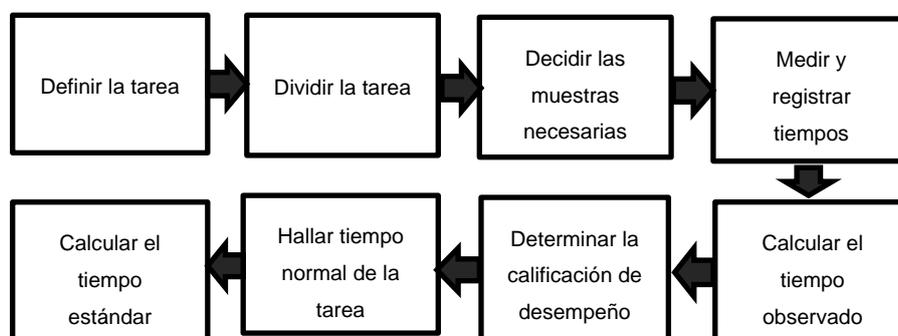


Figura 14. Pasos para establecer un estándar de trabajo

Fuente: Heizer y Render, 2009.

No obstante, Chase y Jacobs (2014), mencionan que por lo general el tiempo se estudia con un cronómetro, en el lugar en cuestión o con un video de la labor. El trabajo o la tarea objeto del estudio se divide en partes o elementos medibles, y se cronometra el tiempo de cada uno en forma individual. Tras varias repeticiones se promedian los tiempos registrados. Se suman los promedios de los tiempos de cada

elemento y así se obtiene el tiempo del desempeño del operario. Por otra parte, Niebel y Freivalds (2009), afirman que la operación en estudio se debe identificar mediante información como nombre y número tanto del operario, de la operación y de la máquina, herramientas especiales usadas y sus respectivos números; asimismo, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo prevalecientes.

Según Heizer y Render (2009) indican que, el tiempo observado promedio es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual de cada elemento:

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\left( \text{Suma de tiempos registrados} \right)}{\left( \text{para realizar cada elemento} \right)} \div \left( \text{Número de observaciones} \right)$$

Entonces, el tiempo normal para cada elemento, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo normal} = \left( \text{Tiempo observado promedio} \right) \times \left( \text{Factor de calificación del desempeño} \right)$$

Posteriormente, al sumar los tiempos normales para cada elemento se determina el tiempo normal de la tarea.

Por último, para calcular el tiempo estándar; este ajuste al tiempo normal total proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatiga del trabajador.

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de holgura}}$$

#### **b. Muestreo de trabajo:**

Según Chase, R. y Jacobs, F. (2014), el muestreo de trabajo implica observar una parte o muestra de la actividad laboral; por ende. las tres aplicaciones principales del muestreo de trabajo son:

- Proporción de la demora para determinar el porcentaje de tiempo de la actividad correspondiente al personal o equipamiento.
- Medición del desempeño a efecto de elaborar el índice de desempeño de los trabajadores.
- Estándares de tiempo para obtener el estándar del tiempo de una tarea.

El número de observaciones requeridas para un estudio con muestreo del trabajo puede ser bastante grande; desde varios cientos hasta varios miles, dependiendo de la actividad y del grado de exactitud deseado. La preparación de dicho método sigue cinco pasos, representados en la Figura 15.

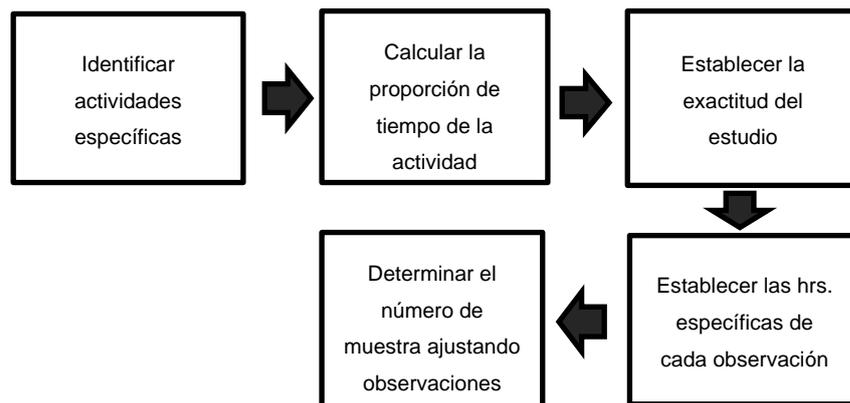


Figura 15. Paso del muestreo de trabajo

Fuente: Chase y Jacobs, 2014.

### 1.3.3.2. Métodos de calificación

#### a. Calificación de la Velocidad

Es un método de evaluación de desempeño que considera sólo el ritmo de trabajo por unidad de tiempo. En este método el observador compara la eficiencia del operario con el concepto del operario calificado que hace el mismo trabajo, y después asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado sobre el estándar (Niebel y Freivalds, 2009).

Tabla 7

*Guía para calificar la velocidad*

Calificación	Puntos ancla verbales	Velocidad de caminata (mi/h)	Cartas repartidas cada 1/2 min
0	Sin actividad	0	0
67	Muy lento, torpe	2	35
100	Estable, deliberado	3	52
133	Activo, negociante	4	69
167	Muy rápido, alto grado de destreza	5	87
200	Límite superior por un periodo corto	6	104

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

En la Tabla 7 se presenta un modelo de guía para calificar la velocidad de un caso de reparto de cartas a distintos destinos.

### **b. Sistema Westinghouse**

De acuerdo con Niebel y Freivalds (2009), el sistema de calificación de Westinghouse considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Existen seis grados de habilidad, los cuales se muestran en la Tabla 8 con sus respectivas características.

Tabla 8

*Sistema Westinghouse para calificar habilidades*

+ 0.15	A1	Superior
+ 0.13	A2	Superior
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Mala
- 0.22	F2	Mala

Fuente: Niebel y Freivalds., 2009.

En la Tabla 9 se proporcionan los valores numéricos de los diferentes grados de esfuerzo y se describen las características de las diversas categorías.

Tabla 9

*Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo*

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.08	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Malo
- 0.17	F2	Malo

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

En la Tabla 10 se muestran las seis clases generales de condiciones de trabajo con valores que van desde + 6% hasta - 7%, son ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo.

Tabla 10

*Sistema Westinghouse para calificar las condiciones*

+ 0.06	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente
+ 0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Aceptable
- 0.07	F	Malo

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

En la Tabla 11 se puede apreciar que, las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. La consistencia perfecta se califica con +4% y la mala con -4%, mientras que las otras clases oscilan entre estos dos valores.

Tabla 11

*Sistema Westinghouse para calificar la consistencia*

+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Mala

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

Una vez que se ha asignado calificaciones a la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, asimismo, de haber establecido sus valores numéricos equivalentes, los analistas pueden determinar el factor de desempeño global mediante la combinación algebraica de los cuatro valores y la adición de una unidad a esa suma.

### 1.3.3.3. Suplementos u Holguras

Niebel y Freivalds (2009), mencionan que los suplementos u holguras se aplican a tres partes del estudio:

- Al tiempo de ciclo total
- Sólo al tiempo de máquina
- Sólo al tiempo de esfuerzo manual

En la Figura 16 muestra un esquema respecto a los diferentes tipos de holguras de acuerdo con su respectiva función. La división principal son las holguras por fatiga contra las especiales.

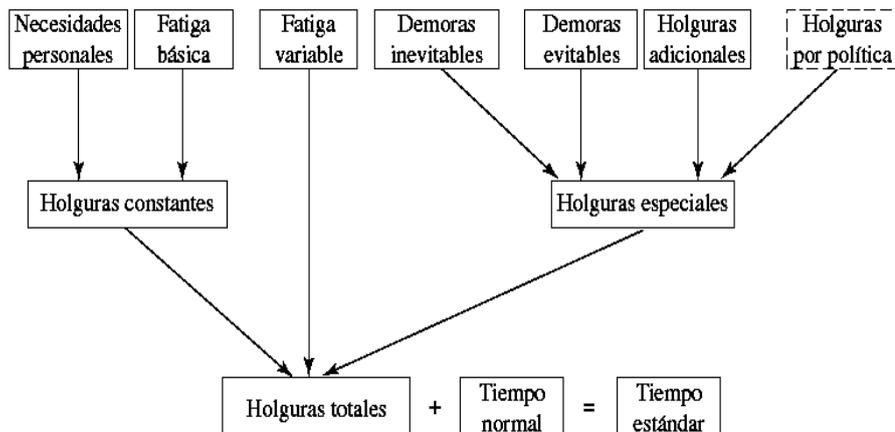


Figura 16. Tipos de holguras según su función

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

En la siguiente Tabla 12, se muestra los respectivos suplementos por descanso de los tiempos básicos según la Organización Nacional del Trabajo.

Tabla 12

Tabla de suplementos por descanso según OIT

SUPLEMENTOS CONSTANTES		
	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades Personales</b>		
	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>		
	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>		
	2	4
<b>B. Suplemento por postura Anormal</b>		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado)	7	7
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>		
Peso levantado [kg]		
2.5	0	1
5	1	2
10	3	4
25	9	20
35.5	22	máx
<b>D. Mala Iluminación</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		
	0	2
Bastante por debajo		
	2	2

Absolutamente insuficiente	5	5
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>		
Índice de enfriamiento Kata		
16	0	0
8	10	10
4	45	45
2	100	100
<b>F. Concentración Intensa</b>		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
<b>G. Ruido</b>		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte	5	5
<b>H. Tensión mental</b>		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
<b>I. Monotonía</b>		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
<b>J. Tedio</b>		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo bastante aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: OIT, 1996.

#### 1.3.3.4. Determinación de número de observaciones

##### a. Método Estadístico

Niebel y Freivalds (2009), indican que es posible establecer un número más exacto mediante el uso de métodos estadísticos. Si se usa una media muestral  $\bar{x}$  y la desviación estándar muestral  $s$ , la Distribución Normal para una muestra grande lleva al siguiente intervalo de confianza.

$$\bar{x} \pm \frac{z(s)}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Sin embargo, los estudios de tiempos suelen involucrar sólo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una Distribución  $T$ . Entonces la ecuación del intervalo de confianza es:

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

El término  $\pm$  puede considerarse en un término de error expresado como una fracción de  $\bar{x}$ :

$$k\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

**Donde:**

$k$  = una fracción aceptable de  $\bar{x}$ .

**Despejando  $n$  se obtiene:**

$$n = \left( \frac{ts}{k\bar{x}} \right)^2$$

#### **b. Método Mundel**

Banda (2014) cita la afirmación de Cruelles (2013), la cual indica que después de delimitar correctamente cada operación estableciendo su punto inicial y final, se procede a calcular el número de observaciones o mediciones necesarias para obtener el tiempo normal de cada operación con un determinado grado de precisión, esta tarea se puede realizar mediante la Tabla de Mundel, donde se obtiene el número de observaciones necesarias para conseguir una desviación de  $\pm 5\%$  y el 95% de probabilidad.

El procedimiento para calcular el número de mediciones es el siguiente:

1° Se realiza una serie inicial de cinco (o diez) mediciones de tiempos de la operación objeto de estudio.

2° Se toma la medición mayor (A) y la medición menor (B).

3° Se divide la resta entre la suma del máximo y el mínimo.

$$\frac{(A - B)}{(A + B)}$$

4° El resultado de esta división se comprueba en la Tabla 13, que indicará el número de observaciones o tomas que se deben medir.

Tabla 13

*Tabla Mundel para el cálculo del número de mediciones.*

(A-B) /(A+B)	Serie inicial de		(A-B) /(A+B)	Serie inicial de	
	5 Mediciones	10 mediciones		5 mediciones	10 mediciones
0.05	3	1	0.28	93	53
0.06	4	2	0.29	100	57
0.07	6	3	0.30	107	61
0.08	8	4	0.31	114	65
0.09	10	5	0.32	121	69
0.10	12	7	0.33	129	74
0.11	14	8	0.34	137	78
0.12	17	10	0.35	145	83
0.13	20	11	0.36	154	88
0.14	23	13	0.37	162	93
0.15	27	15	0.38	171	98
0.16	30	17	0.39	180	103
0.17	34	20	0.40	190	108
0.18	38	22	0.41	200	114
0.19	43	24	0.42	210	120
0.20	47	27	0.43	220	126
0.21	52	30	0.44	230	132
0.22	57	33	0.45	240	138
0.23	63	36	0.46	250	144
0.24	68	39	0.47	262	150
0.25	74	42	0.48	273	156
0.26	80	46	0.49	285	163
0.27	86	49	0.50	296	170

Fuente: Banda, 2014.

### 1.3.4. Planificación de la Producción

Según Cuatrecasas (2011), los sistemas de planificación de productos y gestión de materiales de los procesos de producción deben ocuparse de que los productos, componentes y materiales de dichos procesos, estén disponibles siempre en la clase, cantidad y momento en que se precisen.

Asimismo, que los sistemas más implantados en la actualidad para la planificación y gestión de productos, componentes y materiales son el Sistema Kanban y los Sistemas MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales), tal como se muestra en la siguiente Figura 17.



Figura 17. Planificación con Filosofía Push y Pull

Fuente: Cuatrecasas, 2011.

#### a. MRP

En 2011, Cuatrecasas indicó que los sistemas MRP, se utilizan preferentemente para la planificación de las cantidades y momentos a producir o aprovisionarse, siendo muy adecuados para la gestión basada en el enfoque Push. Sin embargo, Chase y Jacobs (2014), manifiestan que el “MRP es un método lógico, que se entiende fácilmente, para el problema de

determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir todo artículo final. Asimismo, Rodríguez (2017), los principales beneficios que nos aporta una herramienta de planificación de la producción son los siguientes:

- Rapidez (mayor agilidad para crear planes ante cualquier imprevisto impacto de la planta)
- Optimización (incrementar la capacidad productiva de la planta, con las mismas instalaciones)
- Resultados cualitativos (Marca mejoras a nivel de servicio, con una visión global de la empresa y el control de las cargas productivas con visibilidad a futuro.

### **Estructura del MRP**

Heizer y Render (2009), afirman que los ingredientes de un sistema de planeación de requerimientos de materiales son un programa de producción maestro, una lista estructurada de materiales, los registros de compras e inventarios, y los tiempos de entrega para cada artículo; en la Figura 18 se representa dicho proceso de planeación.

Asimismo, se puede mencionar que un sistema MRP permite controlar correctamente el flujo de materiales de un proceso, el cual comprende actividades como manufactura, ensamble, distribución y comunicación de

mercadotecnia, la cual se puede realizar en distintas ubicaciones geográficas (Sipper y Bulfin, 1998).

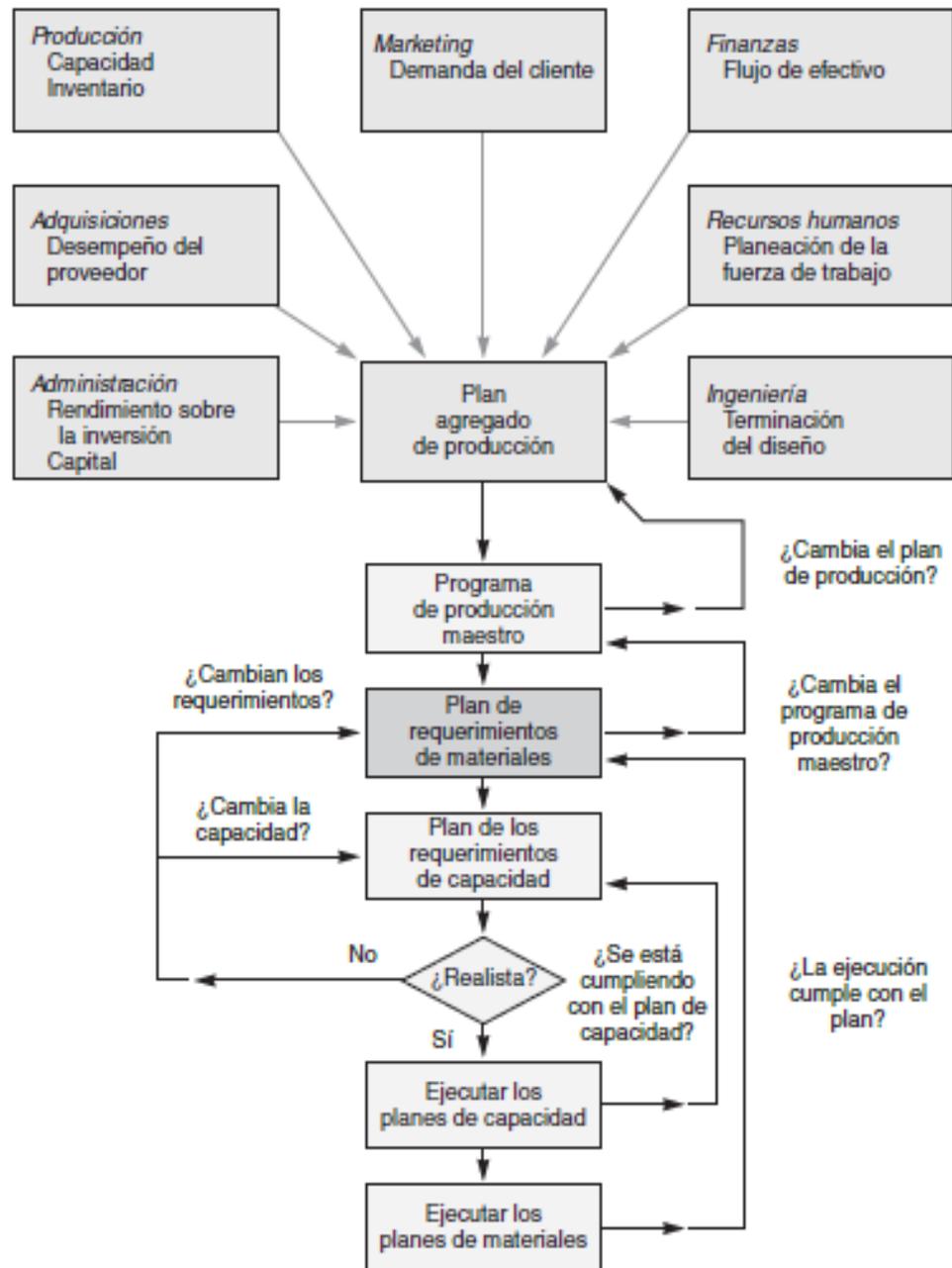


Figura 18. Proceso del MRP

Fuente: Heizer y Render, 2009.

## b. Pronósticos de Demanda

Según Heizer y Render (2009), los pronósticos de demanda son proyecciones de las necesidades de productos o servicios de una compañía, los cuales orientan la producción, capacidad y los sistemas de programación de la empresa, asimismo, sirven como entradas en la planificación financiera, de marketing y de personal.

El pronóstico sigue siete pasos básicos, los cuales se representan en la siguiente Figura 19.

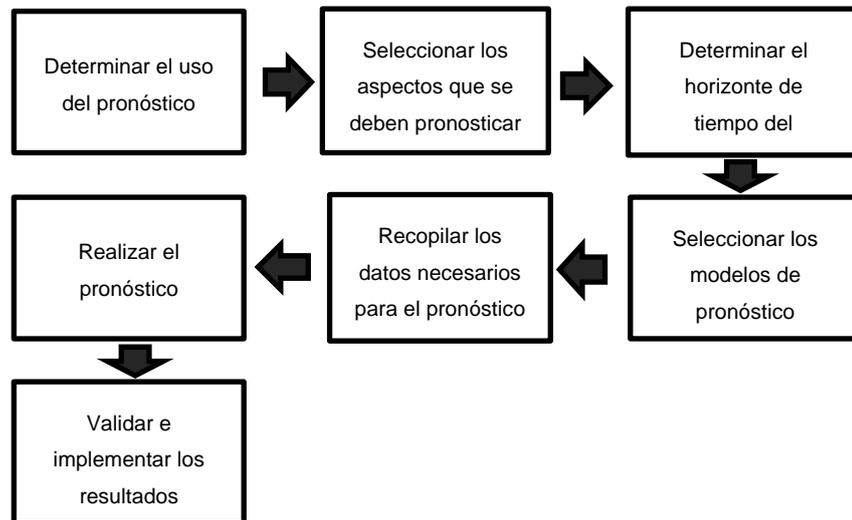


Figura 19. Pasos básicos para elaborar un pronóstico

Fuente: Heizer y Render, 2009.

## c. Métodos de Pronósticos

De acuerdo con Schroeder (1992) citado en Paredes y Torres (2014), se indica que los distintos métodos de pronósticos se clasifican en cualitativos y cuantitativos, tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14

*Clasificación de los métodos de pronóstico*

Métodos Cualitativos	Nombre		Horizonte
		Delphi	
	Juicio informado		Corto
	Analogías de ciclo de vida		Mediano y largo
	Investigación de mercados		Mediano y largo
Métodos Cuantitativos	Tipo	Nombre	Horizonte
	<i>Series de tiempo</i>	No Formales	
Promedio Simple			Corto
Promedio Móvil			Corto
Suavización exponencial			Corto
Suavización exponencial cuadrática			Corto
Patrón estacional			Mediano y largo
Filtración adaptiva			Corto
Descomposición clásica			Corto
Modelos de tendencia exponencial			Mediano y largo
Ajuste de curva S			Mediano y largo
Modelo de Gompertz			Mediano y largo
Curvas de crecimiento			Mediano y largo
Census II			Corto
Box - Jenkins			Corto
<i>Causales</i>		Regresión simple	
	Regresión múltiple		Mediano
	Indicadores principales		Corto
	Modelos econométricos		Corto

Fuente: Paredes y Torres, 2014.

#### **d. Plan Agregado**

De acuerdo con Heizer y Render (2015), el Plan Agregado consiste en determinar las cantidades y tiempos necesarios para llevar a cabo la producción en un futuro a medio plazo, agrupando dichas cantidades en familias de productos y expresadas en unidades concretas.

El objetivo de la planificación agregada es generalmente satisfacer la previsión de la demanda al tiempo que minimizar el coste durante el periodo de planificación, por lo que se requerirá el uso de estrategias como ajustar las tasas de producción, los niveles de la fuerza laboral, los niveles de inventarios, las tasas de subcontratación, las horas extras por periodo, entre otras.

Por otra parte, Chase y Jacobs (2014) indican que “el propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de mano de obra e inventario a la mano” (p. 532).

“El proceso de desglosar el Plan Agregado en un mayor detalle se llama desagregación. La desagregación genera un Plan (programa) Maestro de Producción, que es un input para los sistemas de planificación de las necesidades de materiales (MRP)” (Heizer y Render, 2015, p. 119).

#### **e. Plan Maestro de Producción**

Cuatrecasas (2011), afirma que “el Plan Maestro de Producción permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un plazo de tiempo largo, en clase, cantidad y momento para cada uno” (p.391).

Mientras que Heizer y Render (2015), manifiestan que “un PMP incluye una variedad de inputs como datos financieros, demanda del cliente, capacidades de ingeniería, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones de inventario, rendimiento del proveedor y otras consideraciones” (p. 157). Por otra parte, Chase y Jacobs (2014) mencionan que “el programa maestro de producción es el plan con los tiempos desglosados que especifica cuántas piezas finales va a fabricar la empresa y cuándo” (p.597).

### 1.3.5. Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Cuatrecasas (2011), afirma que el Mapa de Flujo de Valor o *Value Stream Map* (VSM) es una potente herramienta de gestión visual que es de gran utilidad para analizar la situación actual de un sistema productivo y canalizar la misma hacia una verdadera implantación en flujo *lean* con el mínimo índice de desperdicios.

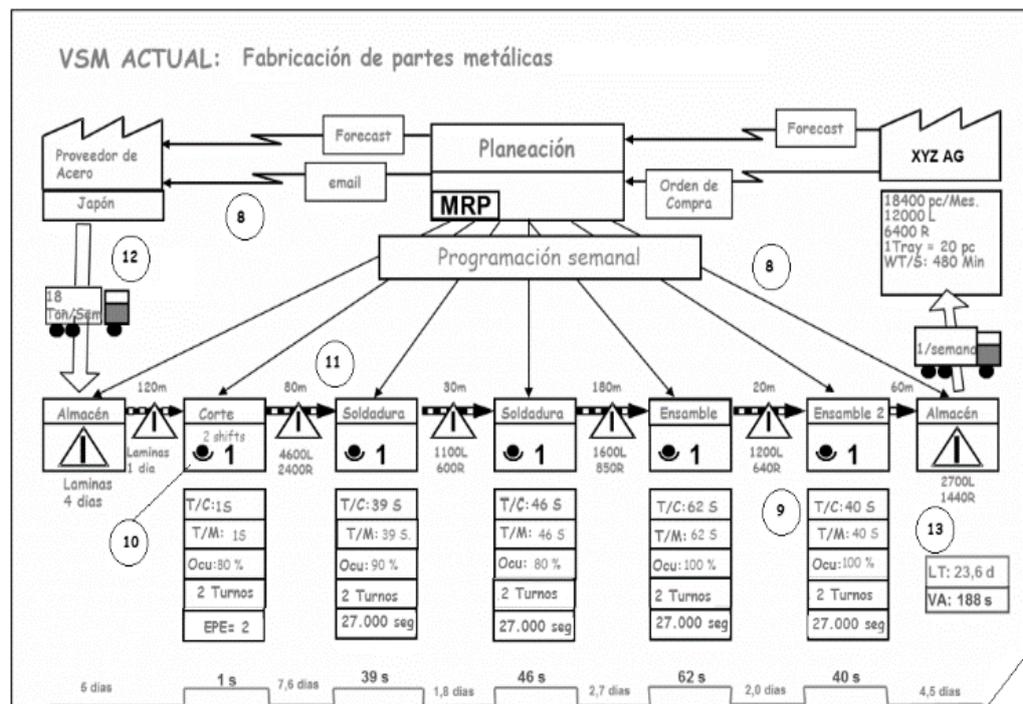


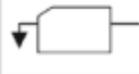
Figura 20. Diseño de Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Fuente: Cuatrecasas, 2011.

En la siguiente Figura 20 se muestra los elementos que incluye la representación de un sistema productivo mediante esta herramienta, así como los posibles flujos representados. La representación del Value Stream Map sigue unas reglas y utiliza unos símbolos concretos, los cuales se pueden observar en la Tabla 15.

Tabla 15.

*Simbología utilizada en el Mapa de Flujo de Valor*

	Operación de un proceso de producción y la información pertinente propia del <i>Value Stream Map</i>	Información: Producto y modelo, lote de producción y de transferencia (si no se hallan en <i>Kanbans</i> aparte), tiempos de ciclo, de preparación, etc. y otras informaciones de entre las ya citadas que se muestran en el <i>Value Stream Map</i>
	Tarjeta <i>Kanban</i> de producción (indica producto, cantidad, ...)	Equivale a orden de producción de un producto concreto en una cantidad concreta y las especificaciones convenientes
	Tarjeta <i>Kanban</i> de movimiento (retirar material) (indica material, cantidad, ...)	Equivale a una orden de retirada o transporte de materiales o producto (es decir un lote de transferencia) desde estantería (un «supermercado» o un inventario), en una cantidad dada
	Movimiento material <i>Push</i>	Movimiento mat. «empujado» por el proveedor a una orden
	Movimiento material <i>Pull</i>	Movimiento de material «estirado» por el cliente a una orden
	Movimiento material <i>Pull</i> recogidos sin una orden	Movimientos de materiales recogidos por el cliente, atendiendo a su propia demanda, sin una orden
	Movimiento FIFO	Recurso que asegura el movimiento FIFO de materiales
	Estantería con funcionamiento tipo «supermercado»	Stock ordenado. Todas las referencias se encuentran en un lugar específico. Importante para procesos que deben producir cantidades concretas de productos concretos
	Stock o inventario	Stock no ordenado. Indicar cantidad y tiempo admitidos
	Poste <i>Kanban</i>	Lugar de recogida o depósito de tarjetas <i>Kanban</i>
	Panel de tarjetas	Tarjetero en el que se acumulan las tarjetas <i>Kanban</i> . Los colores indican niveles de prioridad de materiales o tarjetas
	Información manual	Recorrido (origen y destino) de una orden manual (p.e. tarjeta)
	Información electrónica	Origen y destino de una orden electrónica)

Fuente: Cuatrecasas, 2011.

Ante todo, esta herramienta permite acompañar cada operación con los datos que se consideren relevantes de la misma, tales como:

- Órdenes de producción, que deben incluir: producto, lote de producción y operaciones del proceso.
- Lotes de transferencia.
- Tiempo de ciclo de cada unidad de producto.
- Tiempo destinado a manipulaciones y transporte.
- Tiempo de cambio de formato o preparación para este producto.
- Tiempo de controles de calidad por unidad de producto.
- Tasa o porcentaje de producto sometido a comprobación.
- Nivel de defectos de calidad presente en el lote.
- Número de trabajadores para la operación.
- Número de máquinas para la operación.
- UPTIME resultante (porcentaje del tiempo de trabajo, realmente utilizado para la obtención de producto conforme).

#### **1.3.6. Metodología 5 S**

En 2011, Cuatrecasas, indicó que la implementación eficiente de un programa “5 S” aporta a la mejora directa y total de la eficiencia del sistema productivo. Las actividades básicas de un programa “5 S” son cinco, correspondientes a palabras que en la fonética japonesa comienzan con S, las cuales se representan en la siguiente Tabla 16.

Tabla 16.

*Etapas de la Metodología 5 S*

<b>Etapa</b>	<b>Término Japonés</b>	<b>Acciones</b>	<b>Efectos</b>
<i>Selección</i>	<i>Seiri</i>	Disponer los puestos de trabajo con los elementos necesarios y eliminar aquellos que no tienen utilidad.	Filosofía de mejoramiento
<i>Orden</i>	<i>Seiton</i>	Ordenar cada elemento necesario del puesto de trabajo según su naturaleza.	
<i>Limpieza</i>	<i>Seiso</i>	Asegurar la limpieza de todos los elementos que componen el puesto de trabajo.	
<i>Estandarización</i>	<i>Seiketsu</i>	Establecer un método consistente para cumplir con las actividades de selección, orden y limpieza.	Cultura operacional
<i>Disciplina</i>	<i>Shitsuke</i>	Crear las condiciones que fomenten el compromiso para formar un hábito de las actividades relacionadas con las 5 S	Formación de hábitos

Fuente: Cuatrecasas, 2011 y Soto, 2007.

#### 1.4. Glosario de términos:

- a) **Pronósticos:** Es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación (Krajewski et al, 2008).
- b) **Serie de tiempo:** Patrón de las observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio en el orden en que se realizan (Krajewski et al, 2008).
- c) **Estacional:** Un patrón repetible de incrementos o decrementos en la demanda, dependiendo de la hora del día, semana, mes o temporada (Krajewski et al, 2008).
- d) **Plan Agregado:** Tiene como finalidad especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventario a la mano, al menor costo posible (Chase et al, 2009).
- e) **Capacidad:** Se define como cuánto puede fabricar un sistema de producción (Sipper y Bulfin, 1998).
- f) **Costos de producción:** Los costos de producción incluyen materiales, mano de obra directa y otros costos atribuibles a una unidad, por ejemplo, costos de tiempo extra o subcontratación (Sipper y Bulfin, 1998).
- g) **Estrategia:** Es la manera en que una organización espera lograr sus misiones y metas (Heizer y Render, 2014).
- h) **Equipo:** Conjunto de componentes interconectados con que se realiza materialmente una actividad de una instalación (Tavares, 2010).
- i) **Defecto:** Ocurrencia en un ítem que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo, acarrear su disponibilidad (Tavares, 2010).
- j) **Falla:** Ocurrencia en un ítem que impide su funcionamiento (Tavares, 2010).
- k) **Mantenimiento:** Todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada (Tavares. 2010).
- l) **Mantenimiento Preventivo:** Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas (Tavares, 2010)
- m) **Mantenimiento Correctivo:** Todos los servicios ejecutados, en los equipos con falla (Tavares, 2010).
- n) **RCM:** Es una táctica procedimental, que basa su esquema en el permanente cuestionamiento de las actividades de mantenimiento (Mora, 2009).

## **1.5. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el Área de Producción sobre los costos operativos en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en el Área de Producción sobre los costos operativos en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.
- Desarrollar la propuesta de mejora aplicando metodologías, técnicas y herramientas de Ing. Industrial en el Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.
- Calcular la variación de costos según la propuesta de mejora a realizar en el Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.
- Evaluar la factibilidad económica financiera de la propuesta de mejora a realizar en el Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.

## **1.7. Hipótesis**

La propuesta de mejora en el Área de Producción reduce los costos operativos en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, 2021.

### 1.8. Aspectos éticos:

Los principios éticos considerados en el desarrollo de la presente investigación son los siguientes:

- **Originalidad:**

Se desarrolló el trabajo de investigación plasmando ideas y elaboraciones propias, asimismo se cumplió con citar a otros autores de manera textual o paráfrasis colocando la obra de sus investigaciones en las referencias bibliográficas (Norma APA).

- **Responsabilidad:**

Se comunicó de la realización de la presente investigación a la Gerencia General de la empresa, confirmando su consentimiento para el desarrollo de la tesis.

- **Veracidad:**

Se procedió con imparcialidad para obtener la información más exacta, de acuerdo con el espacio y tiempo del desarrollo de la investigación.

- **Normatividad:**

Respetando la normativa institucional y nacional que regulan la investigación.

- **Integridad Científica:**

Se asegurará de cumplir responsablemente con el tratamiento de la información, análisis y difusión de resultados de la presente investigación.

- **Difusión:**

Se difundirán los resultados de la investigación a través de una publicación o formato que la Universidad recomiende para poder compartir los conocimientos encontrados con la comunidad científica.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

- **Por la naturaleza:** Investigación basada en ciencia formal y exacta.
- **Por el diseño:** Diagnóstica y propositiva.

### 2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### 2.2.1. Técnicas de obtención de datos:

Para la obtención de datos se utilizará lo siguiente:

**Datos cuantitativos:** Se utilizarán las bases de datos del Área de Producción; tales como reporte de tiempos operativos, inventarios de insumos, reporte de paradas de unidades graneleras y tiempos muertos en Planta.

**Datos cualitativos:** Se utilizará la observación del Área de Producción para conocer a detalle el flujo del proceso productivo.

#### 2.2.2. Técnicas de análisis e interpretación de datos:

**Cuadros estadísticos:** Se analizará la información de manera cuantitativa, con el uso de Excel para la tabulación de datos, elaboración de cuadros y gráficos que se muestran en la presente investigación.

#### 2.2.3. Instrumentos y métodos para procesar datos:

**Instrumentos:** Se utilizarán los formatos de control de Producción (Harina y Pellet), formato de control de insumos, reporte de paradas de unidades graneleras y reporte de tiempos operacionales en Planta.

**Métodos:**

- **Diagnóstico:** Se realizará el diagnóstico del Área de Producción identificando las causas raíz del problema encontrado.

- **Propuesta de mejora:** Se desarrollará la propuesta aplicando metodologías y herramientas de Ingeniería Industrial.
- **Factibilidad económica financiera:** A partir de los resultados de la propuesta de mejora y la variación de costos se determinará la factibilidad económica financiera aplicando el VAN, TIR y B/C.

### 2.3. Procedimiento:

Para el desarrollo de la presente investigación se seguirá la siguiente secuencia:

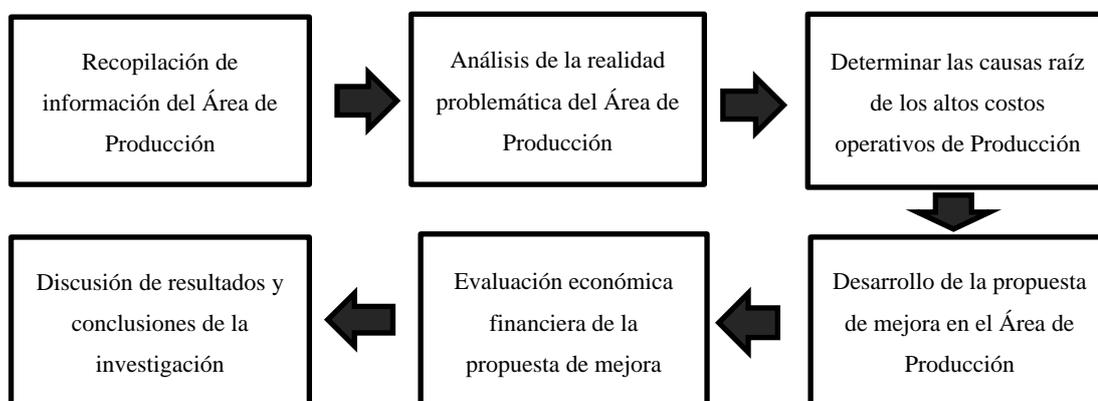


Figura 21. Procedimiento de investigación

### 2.4. Descripción general de la empresa:

EL ROCIO S.A., empresa dedicada a la producción y comercialización de alimento balanceado, huevo, pollo BB, pollo vivo y pollo beneficiado; conduce sus actividades con el fin de velar con el bienestar de sus trabajadores, clientes y proveedores.

EL ROCIO S.A., en su operación de la Planta de Alimentos Balanceados; ubicada en Carretera Industrial a Laredo Km 1.5.- Distrito de Moche, Provincia de Trujillo, Región La Libertad, tiene la política de brindar productos de calidad e inocuos para la alimentación de pollos carne, gallinas reproductoras y abuelas.

Satisfaciendo las necesidades de los clientes y consumidores, así como cumplir con los requerimientos legales vigentes, buscando rentabilidad.

#### 2.4.1. Mapa general de proceso de la empresa:

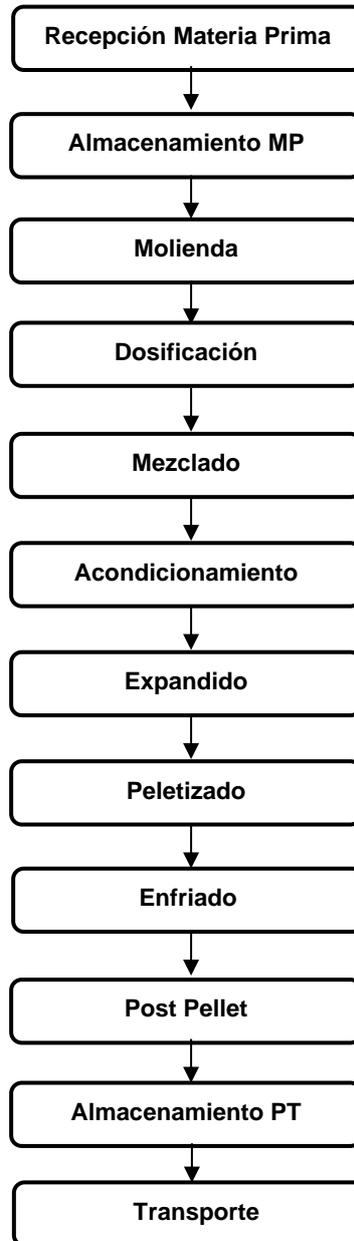


Figura 22. Mapa general de procesos

#### 2.4.2. Proceso de Producción:

##### a) Recepción de Materia Prima:

La empresa cuenta con las especificaciones de cada materia prima e insumos que recibe en la planta la que es verificada por Control de Calidad, desde las condiciones organolépticas hasta los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y toxicológicos.

Así como, la revisión de la integridad del embalaje, el certificado de calidad, lote de producción, fecha de vencimiento y cantidad.

**b) Almacenamiento de Materia Prima:**

Durante su almacenamiento de los insumos mayores deben estar en óptimas condiciones almacenamiento y una buena rotación, se lleva un control permanente de temperatura, humedad y presencia de insectos, se toman muestras representativas para efectuar análisis bromatológicos y microbiológicos.

- El Maíz es almacenado en silos de 2,000 y 3,500 Tm y en almacenes bajo techo.
- La Torta de Soya en almacenes techados.
- El Aceite de Soya en un tanque de 600 Tm, uno de 60 Tm y dos de 30 Tm.
- El Afrecho es almacenado en Almacenes bajo techo.
- Los insumos menores en un almacén techado y cerrado.
- Los micro ingredientes y núcleos en Almacén Central.
- Los Núcleos son elaborados por un proveedor externo especializado, está compuesto por vitaminas, minerales, anticoccidiales, promotores de crecimiento, aminoácidos y demás micro ingredientes, los cuales son almacenados en el Almacén Central.

**c) Molienda:**

En la molienda los ingredientes son fraccionados a un tamaño adecuado, dependiendo del tipo de alimento que se desee producir, se puede variar la granulometría del producto molido mediante el cambio de zarandas con diferente diámetro de perforaciones

**Molienda de Maíz:**

Se cuenta con dos molinos de martillos, uno para una molienda gruesa que trabaja con una zaranda de 5/16" y el otro para molienda fina con una zaranda de 1/4".

**Molienda de Soya:**

Se cuenta con un molino de martillos que trabajan con una zaranda de orificio 1/4".

**d) Dosificación de ingredientes**

El maíz molido, la torta de soya, el afrecho, son pesados y agregados a una tolva balanza, según la fórmula por tipo de alimento activa.

Los insumos menores se pesan en sacos, Fosfatos, Lisina, Treonina, Sal, pigmentantes, etc. en una balanza pequeña de buena precisión, de acuerdo a fórmula que aparece en la interfaz de pesaje.

**e) Mezclado:**

Una vez que los ingredientes han sido pesados, el siguiente paso es mezclarlos adecuadamente, para que el alimento quede perfectamente homogéneo.

Primero, se adicionan los ingredientes sólidos: maíz, soya, Afrecho, luego los ingredientes menores y los núcleos, de un tiempo de mezcla de los insumos sólidos se adicionan los ingredientes líquidos. Hay un tiempo de mezcla definido que asegura una buena uniformidad de mezcla.

**f) Acondicionamiento:**

Para acondicionar el alimento se usa vapor saturado a una determinada presión de vapor, con lo se consigue incrementar la temperatura a 80 °C y la humedad del alimento entre 14 – 17%, de esta manera se generan reacciones físico químicas en el pre-cocido que gelatinizan el almidón y plastifican las partículas orgánicas, mejorando la parte microbiológica eliminando entero bacterias, bacterias totales, hongos totales, etc., mejora la digestibilidad del alimento y el pasaje por los agujeros de la matriz en la prensa.

**g) Expandido:**

El procesamiento efectuado del alimento a través del Feed Expander, funciona con alta presión, temperatura (115°C) y corto tiempo de paso (5 segundos Aprox.) le permite reducir el porcentaje de finos, mejorar la calidad física del pellet, aumentar la capacidad de la prensa peletizadora, produce una reducción de sustancias inhibitoras del crecimiento, mejora la digestibilidad del alimento, especialmente cuando la materia prima no ha sido procesada adecuadamente durante su producción.

**h) Peletizado:**

El proceso de Peletizado, se define como el moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o pellets, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad.

**Los beneficios de utilizar pellets versus alimentos en harina son los siguientes:**

Mejora el desempeño de los animales, disminuye el desperdicio y selección del alimento, conversión alimenticia, menor tiempo y energía durante el consumo, mejora la densidad, el manejo y destruye organismos patógenos. Modificación térmica del almidón y proteína, mejora la digestibilidad, presentación del alimento.

**i) Enfriado:**

La cantidad de humedad que se adiciona en el acondicionador es en promedio de 4-6% por encima de la humedad de ingreso del alimento en harina, que usualmente está en el orden de 11-12%; en otras palabras, la humedad del producto dentro del acondicionador puede alcanzar 15 a 18%, lo cual fácilmente es reducido nuevamente hasta 12% de humedad con los sistemas de enfriamiento a contraflujo.

**j) Post Pellet:**

La aplicación de aceite post se realiza al pellet que ha sido conformado, luego de pasar por la prensa peletizadora y enfriador. El sistema es muy completo, ya que funciona con sensores de pesaje de alimento, una balanza en línea para detectar la cantidad de producto que está pasando, al cual se le adiciona aceite de soya u otro similar que es pesado de acuerdo con la formula (Sistema gravimétrico).

**k) Almacenamiento de Producto Terminado Pellet:**

El alimento en pellet es almacenado en 8 tolvas de 30 Tm de capacidad c/u, debe almacenarse en condiciones óptimas para evitar su degradación

El tiempo máximo de almacenamiento del producto terminado en pellet no debe excederse de una semana, se debe entregar el producto fresco y de calidad.

**l) Despacho:**

El producto terminado en harina y pellet son despachados en graneleros, con 8 compartimientos cada uno, la capacidad de carga se encuentra entre las 28 a 32 TM. Se cuentan con 06 graneleros para despachos de alimento para Pollo, 01 granelero exclusivo para envío de alimento para reproductoras y otro destinado para línea de genética abuelas.

### **2.4.3. Maquinaria y Equipos:**

Todos los equipos están diseñados, con materiales no tóxicos, fáciles de desmontar para permitir una adecuada limpieza, desinfección, mantenimiento y que no desprendan sustancias toxicas.

**a) Molinos:**

Para la molienda del maíz, se cuenta con dos molinos de martillos marca Jacobson con una producción de 18 TM/hora cada uno.

Los molinos de maíz cuentan con alimentador rotativo, placa magnética para la captura y separación de objetos metálicos que pudieran encontrarse dentro del maíz; también cuenta con una compuerta de gran tamaño que facilita la limpieza interna del molino, cambio de zaranda y mantenimiento en general.

Para la molienda de Torta de soya se cuenta con un molino de martillos de fabricación nacional, de una capacidad de 12 Tm/hora, cuenta con parrilla con barras magnéticas para la captura de objetos metálicos.

**b) Mezcladora:**

La mezcladora es con eje horizontal cuenta con paletas, marca Andriz Sprout de 4 metros cúbicos, que permite mezclar batchs de 2 T.M., con una homogeneidad de mezcla bastante buena, con coeficientes de variación menor a 5. Con tiempo de mezclado de 3.5 min/batch.

La descarga es inferior mediante una compuerta neumática, por lo que el tiempo de descarga es muy corto y el vaciado es completo, no quedando residuos de alimento al fondo de la mezcladora, lo que reduce la probabilidad de contaminación cruzada entre los diferentes tipos de alimento que puedan afectar su inocuidad.

**c) Acondicionador:**

Para la producción de alimento peletizado se cuenta con dos acondicionadores de marca Andriz Sprout de una capacidad de 1,000 litros cada uno. El primer paso es el acondicionamiento del alimento, para lo cual el alimento en harina ingresa uniformemente al acondicionador mediante un alimentador, donde se efectúa la adición controlada de vapor a cierta presión y temperatura, con lo que se logra la gelatinización de los almidones, la plastificación de las proteínas y sanitización del alimento. El equipo cuenta con compuertas, que se pueden retirar para un adecuado mantenimiento, limpieza y desinfección.

**d) Feed Expander:**

Es un acondicionador de alta presión y temperatura (115°C) y corto tiempo de paso (5 segundos Aprox.) de marca Andriz Sprout, que está instalado luego de los acondicionadores y antes de la prensa peletizadora. Adicionalmente a la mejora en la calidad del pellet, el Feed expander constituye un estándar de procesamiento

térmico por razones de Bioseguridad, ya que permite la sanitización del alimento balanceado, eliminando o reduciendo en forma importante la carga microbiana patógena que pudiera existir en los ingredientes.

**e) Peletizadora:**

La prensa peletizadora es de la marca Andritz Feed & Biofuel con una capacidad de producción de 30 TM/hora. Cuenta con una matriz con perforaciones de 4 mm. El equipo cuenta con compuertas, que se pueden retirar para un adecuado mantenimiento y limpieza.

**f) Enfriador:**

Contamos con un enfriador moderno de contraflujo de doble etapa marca Geelen Counterflow, el cual permite un manejo y control del flujo de aire que atraviesa el equipo y como consecuencia un enfriamiento eficiente del pellet a temperaturas y humedades óptimas. El equipo cuenta con compuertas, que se pueden retirar para un adecuado mantenimiento, limpieza y desinfección.

**g) Desmenuzador:**

El desmenuzador es de la marca Andritz Feed y Biofuel. también se conoce como quebrantador, se asemeja a un molino de rodillos, con rodillos especialmente diseñados para dividir pellets en partículas más pequeñas. Por lo general, el desmenuzador consiste en dos rollos corrugados situados debajo de la salida del enfriador / secador. Los pellets que pasan por el desmenuzador son los alimentos pre iniciadores o iniciadores, el alimento que no requiere ser desmenuzado que está destinado a aves de mayor edad, se desvía directamente al elevador y es almacenado en la tolva del aplicador de aceite post pellet.

El equipo cuenta con compuertas, que se pueden retirar para un adecuado mantenimiento, limpieza y desinfección.

**h) Sistema de aplicación de aceite Post Pellet:**

El equipo de aplicación de aceite post pellet es de marca Hayes & Stolz.

Los sistemas de adición de grasa post pellet, permiten bajar la cantidad de aceite en la mezcladora y como consecuencia obtener un pellet de mejor calidad, se mejora el Índice de Durabilidad de Pellet (PDI) y disminuye el porcentaje de finos.

**i) Tolvas de producto terminado:**

La Planta de alimentos cuenta con 4 tolvas de producto terminado para harina y 8 tolvas de producto terminado para pellets con una capacidad de 30 TM cada uno, las primeras son construidas con planchas aceradas y las de producto terminado de planchas de acero galvanizado, las mismas que se encuentran a una altura de 5 metros en relación con el nivel del piso, lo que permite el despacho del alimento a las granjas en tolvas graneleras.

Adicionalmente se tiene proyectado implementar una línea de ensacado y otra de embolsado, con sus respectivas tolvas de producto terminado.

Las tolvas de producto terminado cuentan con puertas de acceso para el ingreso de personal encargado de mantenimiento, limpieza y desinfección de dichas tolvas.

**j) Graneleros:**

Para el despacho de alimento a granel, se cuenta con graneleros con una capacidad de 28 a 32 Tm. de alimento cada uno, 07 graneleros cuentan con 8 cajones o compartimientos que posibilitan el control y transporte de diversos tipos de alimento balanceado, cada cajón o compartimiento tiene su tapa para ingreso del personal para el mantenimiento, limpieza y desinfección, además poseen escaleras, pasamanos y plataforma para acceso a lugares de monitoreo y trabajo.

El sistema de descarga cuenta con un tubo de posicionamiento en forma manual que hace fácil su posicionamiento en los silos y almacenes de descarga de producto terminado

Se cuenta además con un granelero de exclusividad para el traslado de Alimento para abuelas es de fabricación nacional de 8 Tm. de capacidad con 3 compartimientos,

**k) Mantenimiento e higiene de equipos:**

El mantenimiento de equipos e higiene de estos se realiza semanalmente, luego de concluir la producción semanal de alimentos.

El diseño de Planta y el equipamiento están preparados para efectuar en forma satisfactoria las labores de mantenimiento de equipos y una correcta limpieza y desinfección de estos, reconociendo la importancia de su aplicación como “una herramienta básica para la obtención de productos seguros para la producción de alimentos para animales, que se centralizan en la higiene, con el fin de permitir una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano”.

Tabla 17

*Maquinaria y Equipos*

<i>Maquinaria/Equipos</i>	<i>Cantidad</i>
Molinos	03
Mezcladora	01
Acondicionador	02
Feed Expander	01
Peletizadora	01
Enfriador	02
Desmenuzador	01
Sistema Post Pellet	01
Tolvas PT	12
Graneleros	08

**2.4.4. Tipos de Alimento Balanceado:**

Los tipos de alimento que se producen se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 18

*Tipos de alimento balanceado*

<i>Familia</i>	<i>Alimento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>
Pollo	N0	<i>Pre inicio</i>	<i>Pellet</i>
	N1	<i>Inicio</i>	<i>Pellet</i>
	N2	<i>Crecimiento</i>	<i>Pellet</i>
	N3	<i>Acabado</i>	<i>Pellet</i>
	N4	<i>Terminador</i>	<i>Pellet</i>
Reproductoras	R04	<i>Genética inicio</i>	<i>Pellet</i>
	R521	<i>Levante</i>	<i>Harina</i>
	R2225	<i>Pre postura</i>	<i>Harina</i>
	RP1	<i>Producción Fase 1</i>	<i>Harina</i>
	RP2	<i>Producción Fase 2</i>	<i>Harina</i>
	RP3	<i>Producción Fase 3</i>	<i>Harina</i>
	RPM	<i>Genética macho</i>	<i>Harina</i>
Abuelas	A04	<i>Genética inicio</i>	<i>Pellet</i>
	A516	<i>Levante</i>	<i>Pellet</i>
	A1724	<i>Pre postura</i>	<i>Harina</i>
	AP1	<i>Producción Fase 1</i>	<i>Harina</i>
	AP2	<i>Producción Fase 2</i>	<i>Harina</i>
	AP3	<i>Producción Fase 3</i>	<i>Harina</i>
	AM	<i>Genética macho</i>	<i>Harina</i>
Vacuno	NLECHE	<i>Nutri Leche</i>	<i>Pellet</i>

Fuente: Información de la empresa - Año 2020

### 2.4.5. Cadena de Valor:

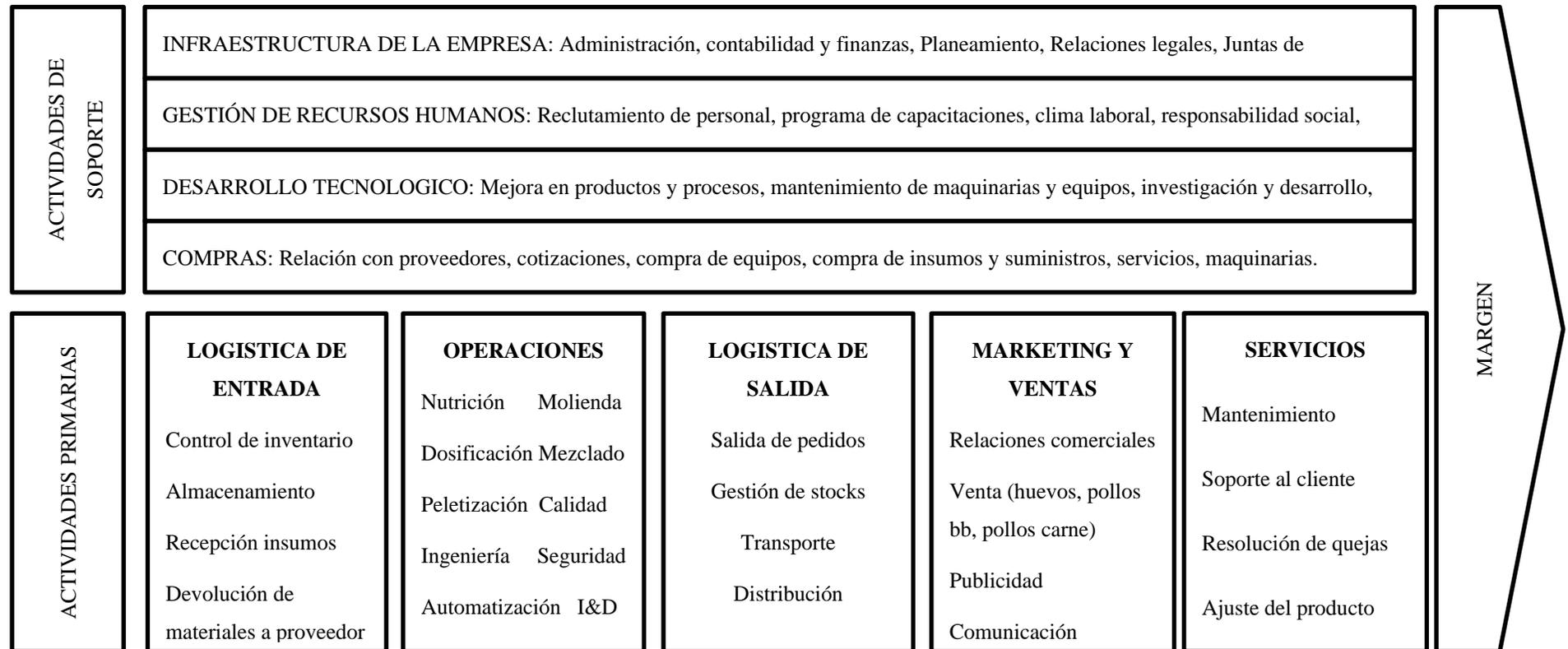


Figura 23. Mapa de Valor de la empresa.

### 2.4.6. Layout actual de la empresa:

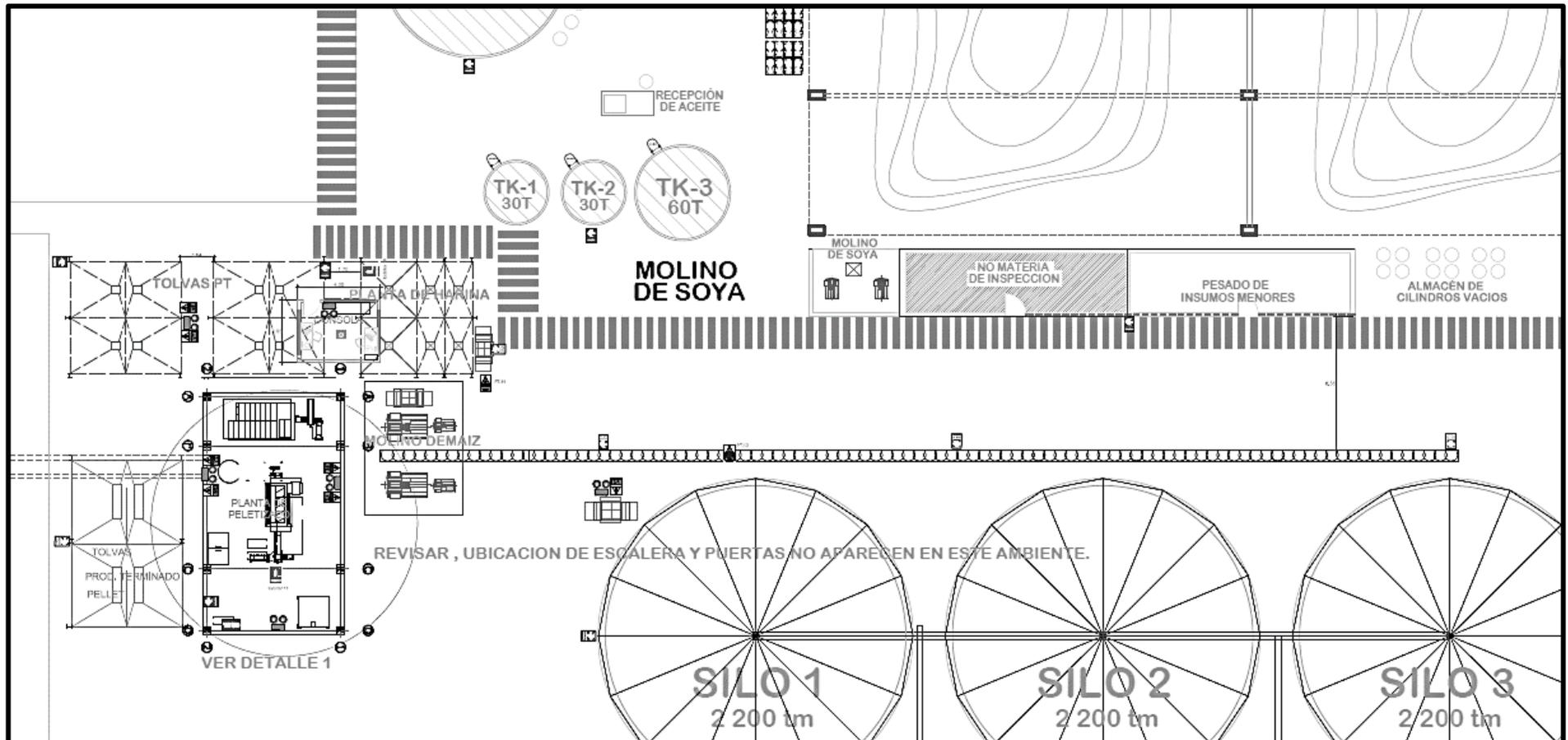


Figura 24. Layout actual de la empresa.

### 2.4.7. Análisis FODA:

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
ANÁLISIS INTERNO	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagen empresarial reconocida.</li> <li>• Experiencia comprobada.</li> <li>• Producción a gran escala.</li> <li>• Productos de calidad.</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flota transporte en mal estado</li> <li>• Capacidad Tolvas PT Harina</li> <li>• Emisiones de gases en Caldero</li> </ul>
ANÁLISIS EXTERNO	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevas tecnologías</li> <li>• Convenios con el exterior</li> <li>• Generación de empleo</li> <li>• Posición de mercado Región Sur</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia en mercado</li> <li>• Aumento de precio en insumos</li> <li>• Políticas económicas del país</li> </ul>

Figura 25. Análisis FODA de la empresa

<p><b>ESTRATEGIA "FO"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar los años de experiencia y reconocimiento de imagen en mercado para formalizar nuevos convenios con compañías extranjeras y nacionales.</li> </ul>	<p><b>ESTRATEGIA "DO"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el aporte de nuevas tecnologías en el proceso se podrá reducir el impacto ambiental generado por Caldero. Asimismo, realizar un proyecto de ampliación de capacidad de Tolvas.</li> </ul>
<p><b>ESTRATEGIA "FA"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La elaboración de alimento balanceado de calidad será utilizada como ventaja competitiva frente a la competencia y al ser a gran escala se logrará la reducción de costos.</li> </ul>	<p><b>ESTRATEGIA "DA"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al ser una empresa que promueve la economía en el rubro, podrá hacer frente a cualquier crisis política y económica del país, con el objetivo de ganar mayor posicionamiento a nivel nacional.</li> </ul>

Figura 26. Estrategias FODA

Fuente: Figura 24

#### 2.4.8. Análisis de Stakeholders:

Tabla 19

*Análisis de Stakeholders de la empresa*

<b>Grupo de interés</b>	<b>Propuesta de valor</b>
<b>Accionistas</b>	Incrementar los ingresos Reducir los costos operativos Optimizar uso de activos Desarrollo de planes de contingencia
<b>Gerencia</b>	Presentación de proyectos de inversión rentables para la empresa. Incrementar los indicadores productivos y económicos. Proponer y realizar oportunidades de mejora en los procesos.
<b>Empleados</b>	Brindar un lugar de trabajo seguro y con buen clima laboral, impulsando el crecimiento del talento humano. Fomentar un sentido de compromiso y responsabilidad hacia el trabajo.
<b>Clientes</b>	Ofrecer un producto de calidad con alto valor nutricional Brindar flexibilidad ante los requerimientos de la demanda Transmitir rendimientos y confiabilidad mejorados
<b>Proveedores</b>	Mantener flexibilidad para las negociaciones. Ser un cliente destacado por su confiabilidad en el rubro avícola. Garantizar ideas innovadoras y rentables para la formulación de nuevos productos.
<b>Comunidad</b>	Brindar oportunidades de empleo para la comunidad Impulsar el crecimiento económico de la región Reducir el impacto ambiental de sus operaciones

## 2.5. Diagnóstico de la problemática principal:

Por medio del diagrama de Ishikawa (Figura 4) se identificaron las causas raíz de los altos costos operativos del Área de Producción en la empresa EL ROCIO S.A.

Posteriormente, se determinaron las pérdidas monetarias de cada causa encontrada, las cuales se muestran a continuación:

### 2.5.1. Métodos:

#### a) Mala planificación del programa de producción (CR1):

Para realizar el diagnóstico de las pérdidas mensuales de esta causa raíz, se consideró el total de horas programadas en Producción Pellet; en jornada laboral de Lunes a Sábado, tal como se observa en la Tabla 20.

Tabla 20

*Horas programadas de jornada laboral en Producción*

Item	Día Semana	Turnos	Hr Turno	Hr Programadas
1	Lunes	2	8.5	17
2	Martes	2	8.5	17
3	Miércoles	2	8.5	17
4	Jueves	2	8.5	17
5	Viernes	2	8.5	17
6	Sábado	2	5.5	11
<b>Horas Programadas por semana</b>				96

Cabe resaltar que en el segundo turno se realiza una parada programada por ahorro de energía, durante un tiempo de 3h. aproximadamente, lo cual extiende la producción en horas extras. Los datos del consumo de energía en promedio fueron los siguientes, asimismo se muestra la velocidad de producción promedio en Planta Peletizado y el costo de producción por tonelada de Alimento Peletizado.

Tabla 21

*Datos generales de Planta Peletizado*

Cap. TM/Hr	28
KWh/Ton Pellet	17.30
Soles/KWh	0.26
Costo Energía Ton	4.47
Costo Maquila/TM.	22.45
Costo Prom. Hr Extra	8.63

Posteriormente, se utilizaron los datos registrados de horas extras del personal encargado de la operación en Consola Pellet, correspondiente al año 2020. Relacionando toda la data mostrada anteriormente, se logró calcular la pérdida total al año debido a esta causa raíz (Tabla 22), la cual asciende a la suma de S/. 134, 213.

Tabla 22

*Causa raíz 1: Mala planificación del programa de producción.*

Año 2020	Hr Programadas	Hr Extras	Total Hr	% Horas Extras	TN Pellet	Costo Energía	Costo H.Extra
Meses	Producción	Prod. Pellet	Prod. Pellet	Prod. Pellet	Hr Extras	TN Pellet	MOD Pellet
Ene	408	83	491	17%	2,324	10,385	716
Feb	408	101	509	20%	2,828	12,637	871
Mar	408	138	546	25%	3,864	17,267	1,190
Abr	408	88	496	18%	2,464	11,011	759
May	408	70	478	15%	1,960	8,758	604
Jun	408	75	483	16%	2,100	9,384	647
Jul	408	52	460	11%	1,456	6,506	449
Ago	408	61	469	13%	1,708	7,632	526
Set	408	76	484	16%	2,128	9,509	656
Oct	408	71	479	15%	1,974	8,821	608
Nov	408	72	480	15%	2,016	9,009	621
Dic	408	117	525	22%	3,276	14,639	1,009
<b>Total</b>	<b>4896</b>	<b>1004</b>	<b>5900</b>	<b>17%</b>	<b>28,098</b>	<b>125,558</b>	<b>8,655</b>
<i>Pérdida Promedio por mes</i>						S/	11,184.47
<i>Pérdida total al año</i>						S/	134,213.63

## 2.5.2. Medio Ambiente:

### a) Inadecuada distribución de planta (CR2):

Para la presente causa raíz, se analizaron los datos registrados respecto a los tiempos muertos por demoras en el traslado de insumos (núcleos) desde almacén hasta la línea de producción en Planta Harina; dicho recorrido puede realizarse de forma manual con la ayuda de un carro de carga o mediante el apoyo del montacargas, según la disponibilidad en ese momento. A continuación, se muestran datos generales de la producción de Planta Harina, así como los tiempos de recorrido y distancia actuales.

Tabla 23

*Datos generales Planta Harina*

<b>Cap. TN Alimento/Hr</b>	<b>28 TN/Hr</b>
<b>Costo de Maquila/TN</b>	S/ 46.54
<b>Sueldo básico Agrario</b>	S/ 1,350.00
<b>Jornada Semanal</b>	48 horas
<b>Costo MOD (S./Hr)</b>	S/ 5.63

Tabla 24

*Tiempos de recorrido del traslado de núcleos*

<i>Medio traslado</i>	<i>Desde</i>	<i>Hacia</i>	<i>Distancia</i>	<i>T. Actual</i>
<b>Manual</b>	Almacén Núcleos	Mezcladora	92 metros	6 min
<b>Montacargas</b>	Almacén Núcleos	Mezcladora	92 metros	4 min
<b><i>Tiempo de recorrido promedio</i></b>				<b>5 min</b>

Se calculó el costo de oportunidad por producción perdida respecto al tiempo muerto generado por la falta de núcleos en línea de Producción, lo cual genera retrasos en el flujo productivo de Planta Harina. Asimismo, se consideró el costo de mano de obra ociosa durante dichas paradas. Obteniendo como pérdida anual S/. 46,686.05.

Tabla 25

*Causa raíz 2: Inadecuada distribución de Planta*

<b>Año – mes</b>	<b>Sem</b>	<b>Horas Parada</b>	<b>Producción perdida (TN)</b>	<b>Costo Producción perdida (S/.)</b>	<b>Costo de MOD (S/.)</b>	<b>Costo de oportunidad</b>
<b>2020-06</b>	23	1.32	37	S/ 1,715.78	S/ 29.63	S/ 1,745.40
	24	0.57	16	S/ 738.44	S/ 12.75	S/ 751.19
	25	0.50	14	S/ 651.56	S/ 11.25	S/ 662.81
	27	0.50	14	S/ 651.56	S/ 11.25	S/ 662.81
	28	0.45	13	S/ 586.41	S/ 10.13	S/ 596.53
<b>2020-07</b>	30	0.47	13	S/ 608.12	S/ 10.50	S/ 618.62
	31	1.50	42	S/ 1,954.69	S/ 33.75	S/ 1,988.44
<b>2020-08</b>	33	0.70	20	S/ 912.19	S/ 15.75	S/ 927.94
	37	0.40	11	S/ 521.25	S/ 9.00	S/ 530.25
<b>2020-09</b>	38	0.57	16	S/ 738.44	S/ 12.75	S/ 751.19
	39	0.48	14	S/ 629.84	S/ 10.88	S/ 640.72
<b><i>Pérdida total por semana</i></b>					<b>S/</b>	<b>897.81</b>
<b><i>Pérdida total al año</i></b>					<b>S/</b>	<b>46,686.05</b>

### 2.5.3. Mano de Obra:

#### a) Falta de motivación del personal (CR3):

Se identificó dicha causa raíz la cual se refleja en los elevados tiempos pre operativos en Planta Harina, ya que ocasionan demora en el inicio de producción debido a la falta de premezclas pesadas de insumos menores, las cuales deben ser abastecidas en cada cambio de turno para evitar paradas en producción, sin embargo como se observa en la Tabla 26, no se ha estado cumpliendo con dicho procedimiento, generando también mano de obra ociosa. En tal sentido, se determinó como pérdida anual la suma de S/. 52,615.20.

Tabla 26

*Causa raíz 3: Falta de motivación del personal*

Año – mes	Turno 1	Turno 2	Horas parada	Producción perdida(TN)	Costo Producción perdida (S/.)	Costo de MOD(S/.)	Costo de oportunidad
2020-02	2.12	0.87	2.98	84	S/ 3,887.65	S/ 67.13	S/ 3,954.78
2020-03	9.02	1.68	10.70	300	S/ 13,943.42	S/ 240.75	S/ 14,184.17
2020-04	7.52	-	7.52	210	S/ 9,795.14	S/ 169.13	S/ 9,964.27
2020-05	0.65	0.47	1.12	31	S/ 1,455.15	S/ 25.13	S/ 1,480.28
2020-06	3.00	0.25	3.25	91	S/ 4,235.15	S/ 73.13	S/ 4,308.28
2020-07	-	0.17	0.17	5	S/ 217.19	S/ 3.75	S/ 220.94
2020-08	2.23	0.58	2.82	79	S/ 3,670.46	S/ 63.38	S/ 3,733.84
2020-09	2.05	0.50	2.55	71	S/ 3,322.96	S/ 57.38	S/ 3,380.34
2020-10	2.23	-	2.23	63	S/ 2,910.31	S/ 50.25	S/ 2,960.56
2020-11	1.73	-	1.73	49	S/ 2,258.75	S/ 39.00	S/ 2,297.75
2020-12	1.32	-	1.32	37	S/ 1,715.78	S/ 29.63	S/ 1,745.40
<b>Pérdida total por mes</b>							<b>S/ 4,384.60</b>
<b>Pérdida total al año</b>							<b>S/ 52,615.20</b>

#### 2.5.4. Maquinaria:

##### a) Falta de mantenimiento preventivo y predictivo:

Se analizaron los datos reportados de la evolución de horas de paradas por mantenimiento de las unidades graneleras, debido a fallas mecánicas, del sistema hidráulico, eléctricas, entre otras. En la Figura 27, se muestran los tiempos registrados durante el periodo Abril – Diciembre del año 2020.

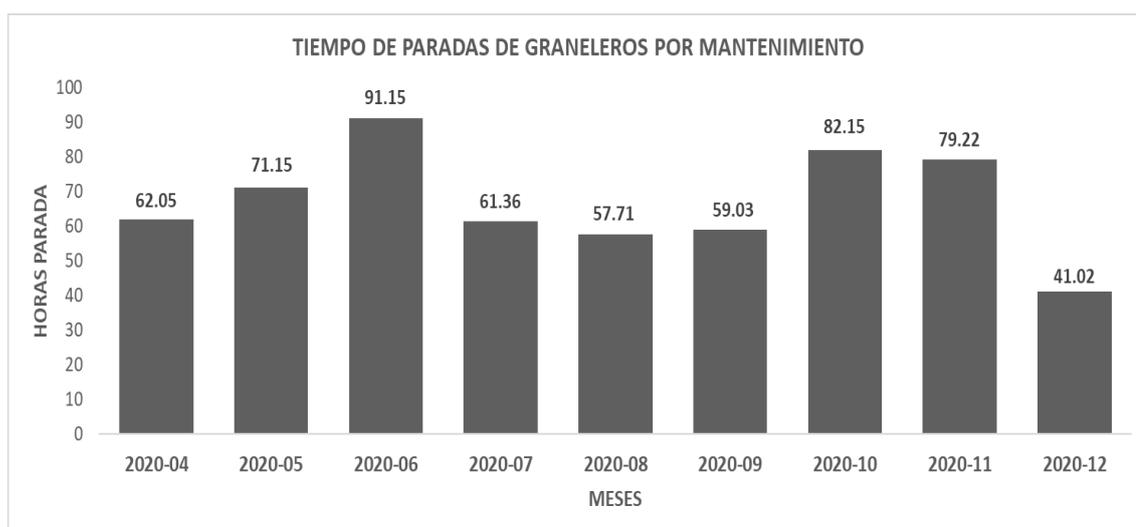


Figura 27. Tiempos de parada de graneleros por mantenimiento

Fuente: Anexo N° 01.

Posteriormente, se calculó el tiempo de viaje promedio (horas), en relación a los recorridos de los graneleros durante el periodo Abril – Diciembre 2020, tal como se muestra en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27

*Tiempo de viaje promedio graneleros.*

UNIDAD	Promedio de Tiempo ida	Promedio de Tiempo en Granja	Promedio Tiempo retorno	Promedio Tiempo de Viaje (Hr)
C5J-755	1.78	1.95	2.70	6.43
F0N-926	1.64	2.07	2.07	5.79
F1H-854	1.67	2.04	2.12	5.83
T4T805	1.80	1.70	2.65	6.14
T4Z-919	1.77	2.28	2.43	6.48
T8S-882	1.84	1.77	2.31	5.93
<b>Tiempo de viaje promedio graneleros</b>				<b>6.10</b>

Asimismo, se tuvo en cuenta para el costeo el costo de maquila o producción del alimento balanceado terminado para pollos (harina + pellet). Tal como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28

*Costo de maquila de alimento balanceado*

MAQUILA POLVO (SOLES)	S/. 46.54
MAQUILA PELET (SOLES)	S/. 22.45
<b>MAQUILA TOTAL POLVO + PELET (SOLES)</b>	<b>S/. 68.99</b>

Fuente: Información proporcionada por la empresa – Año 2020

En la Tabla 29, se muestra el sueldo promedio de un chofer granelero, el cual se calculó en base a dos categorías; unidad Mack y unidad Volvo.

Tabla 29

*Sueldo promedio de Chofer Granelero*

<b>Sueldo Mack</b>	S/	<b>1,600.00</b>
<b>Sueldo Volvo</b>	S/	1,300.00
<b>Sueldo Promedio</b>	S/	1,450.00
<b>Costo MOI (S/./Hr)</b>	S/	6.04

Con toda la data mostrada anteriormente, se procedió a realizar el cálculo de las pérdidas por falta de mantenimiento preventivo y predictivo de las unidades graneleras (Tabla 30), dicha causa raíz ocasiona que se genere retrasos en los abastecimientos y demanda no atendida en granja, lo cual se ve reflejado en la suma de S/. 260,267.06.

Tabla 30

*Causa raíz 4: Falta de mantenimiento preventivo y predictivo.*

Año - mes	Hr Parada Mtto.	Tiempo promedio por viaje	N° Viajes perdidos	Capacidad de carga granelero (TN)	Envíos perdidos de AABB (TN)	Costo Producción perdida (S/.)	Costo de MOI (S/.)	Costo de oportunidad
2020-04	62.05	6.10	10	28	285	S/19,651.41	S/374.91	S/20,026.32
2020-05	71.15	6.10	12	28	327	S/22,531.65	S/429.85	S/22,961.51
2020-06	91.15	6.10	15	28	418	S/28,866.75	S/550.71	S/29,417.46
2020-07	61.36	6.10	10	28	282	S/19,430.98	S/370.70	S/19,801.68
2020-08	57.71	6.10	9	28	265	S/18,276.95	S/348.68	S/18,625.63
2020-09	59.03	6.10	10	28	271	S/18,693.36	S/356.63	S/19,049.99
2020-10	82.15	6.10	13	28	377	S/26,015.08	S/496.31	S/26,511.39
2020-11	79.22	6.10	13	28	364	S/25,088.07	S/478.63	S/25,566.70
2020-12	41.02	6.10	7	28	188	S/12,991.76	S/247.85	S/13,239.62
<i>Pérdida total por mes</i>								S/ 21,688.92
<i>Pérdida total al año</i>								S/260,267.06

#### **b) Falta de unidades graneleras disponibles:**

Para el cálculo de esta causa raíz, se utilizó la data de tiempos de parada en Planta Harina y Pellet por falta de capacidad (Tabla 31), debido a la falta de graneleros para liberar las tolvas dónde se almacena el producto terminado.

Tabla 31

*Tiempo muerto por falta de graneleros*

Año – mes	Tiempo Empleado Tipo Tiempo	Planta		Total tiempo muerto (Hr)
		Pellet	Harina	
2020-03	Falta Graneleros	5.67	5.32	10.98
2020-04	Falta Graneleros	1.00	-	1.00
2020-05	Falta Graneleros	4.22	-	4.22
2020-06	Falta Graneleros	6.58	1.92	8.50
2020-07	Falta Graneleros	19.95	3.58	23.53
2020-08	Falta Graneleros	22.92	9.00	31.92
2020-09	Falta Graneleros	4.08	0.92	5.00
2020-10	Falta Graneleros	38.23	6.27	44.50
2020-11	Falta Graneleros	16.48	1.68	18.17

A continuación, se procedió a realizar el cálculo de las pérdidas por falta de unidades graneleras disponibles en Planta (Tabla 32), determinando el costo de oportunidad por la producción perdida; tanto alimento en Harina Y Pellet, durante el tiempo de parada por dicha causa raíz, obteniéndose una pérdida total al año por la cantidad de S/. 149,695.73.

Tabla 32

Causa raíz 5: Falta de unidades graneleras disponibles.

Tiempo Empleado		Planta		Tiempo total (Hr)	Costo de Prod. pérdida (S/.)		Costo de oportunidad (S/.)
Año mes	Tipo Tiempo	Pellet	Harina		Pellet	Harina	
2020-03	Falta Graneleros	5.67	5.32	10.98	S/ 3,562.38	S/ 6,928.27	S/ 10,490.66
2020-04	Falta Graneleros	1.00	-	1.00	S/ 628.66	S/ 0.00	S/ 628.66
2020-05	Falta Graneleros	4.22	-	4.22	S/ 2,650.83	S/ 0.00	S/ 2,650.83
2020-06	Falta Graneleros	6.58	1.92	8.50	S/ 4,138.65	S/ 2,497.65	S/ 6,636.30
2020-07	Falta Graneleros	19.95	3.58	23.53	S/ 12,541.69	S/ 4,669.53	S/ 17,211.21
2020-08	Falta Graneleros	22.92	9.00	31.92	S/ 14,406.70	S/ 11,728.11	S/ 26,134.81
2020-09	Falta Graneleros	4.08	0.92	5.00	S/ 2,567.01	S/ 1,194.53	S/ 3,761.54
2020-10	Falta Graneleros	38.23	6.27	44.50	S/ 24,035.61	S/ 8,166.24	S/ 32,201.85
2020-11	Falta Graneleros	16.48	1.68	18.17	S/ 10,362.34	S/ 2,193.59	S/ 12,555.94
<b>Pérdida total al mes</b>							<b>S/ 12,474.64</b>
<b>Pérdida total al año</b>							<b>S/ 149,695.73</b>

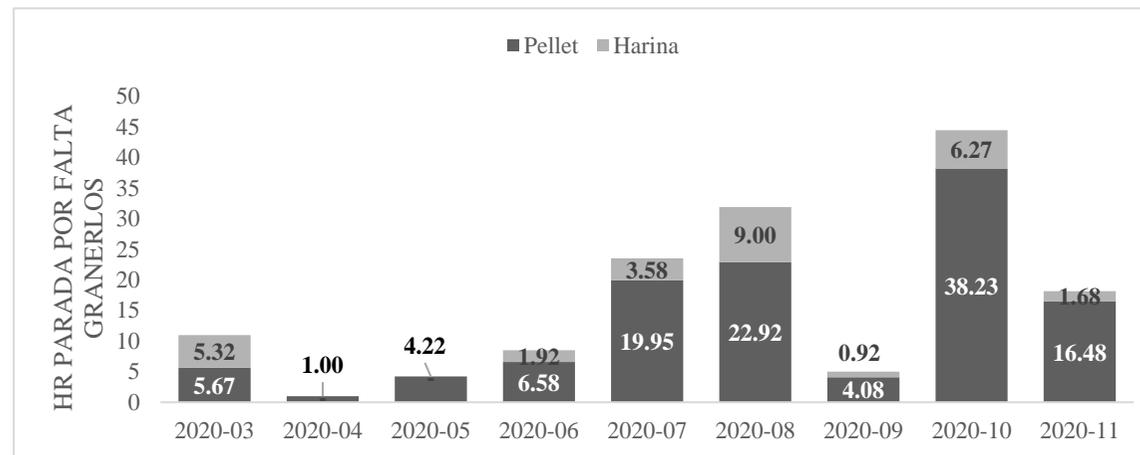


Figura 28. Tiempos muertos en producción por falta de control graneleros.

Fuente: Tabla 32. Causa raíz 5: Falta de unidades graneleras disponibles.

### 2.5.5. Materiales:

#### a) Falta de control de inventarios:

Para la monetización de la presente causa se utilizó la data reportada en el cierre de inventario del Año 2020, obteniendo las siguientes diferencias que se muestran en la siguiente Tabla 33.

Tabla 33

*Cierre de inventario insumos*

Descripción de Artículo	U.M.	S. Teórico (KG)	P. Unitario	S. Físico (KG)	Diferencia (KG)	Valor (USD)
FOSFATO DICALCICO 18%	KGS	12,909.53	\$0.47	8,025.00	- 4,884.53	-\$2,295.73
METHIONINA	KGS	2,400.06	\$2.30	1,631.17	- 768.89	-\$1,768.45
CLORURO COLINA 75 %	KGS	1,664.59	\$0.95	1,060.00	- 604.59	-\$574.36
CARBONATO DE CALCIO	KGS	81,169.92	\$0.04	74,700.00	- 6,469.92	-\$272.42
AFRECHO	KGS	90,713.10	\$0.18	90,400.00	- 313.10	-\$55.72
TRIPTOFANO	KGS	5.78	\$8.00	-	- 5.78	-\$46.24
BROILER CRECIMIENTO	KGS	1,952.60	\$2.86	1,937.60	- 15.00	-\$42.90
DIFLUBENZURON	KGS	3.00	\$12.87	-	- 3.00	-\$38.61
GENETICA MACHO	KGS	10.13	\$4.05	10.11	- 0.02	-\$0.08
CAROPHYLL ROJO PREMIX	KGS	4.20	\$3.25	4.29	0.09	\$0.29
INMUNOWALL	KGS	8.09	\$4.50	8.24	0.15	\$0.68
ARBOCEL	KGS	364.20	\$1.10	368.64	4.44	\$4.88
POTASIO CLORURO	KGS	1.50	\$1.70	6.17	4.67	\$7.94
VALINA	KGS	406.70	\$2.85	414.76	8.06	\$22.97
BIOCOLINA POWDER	KGS	41.25	\$3.36	63.50	22.25	\$74.76
SAL COMUN	KGS	1,819.24	\$0.12	2,703.82	884.58	\$102.43
TREONINA	KGS	1,191.48	\$1.14	1,300.76	109.28	\$124.58
ARGININA	KGS	41.20	\$7.15	62.99	21.79	\$155.80
LISINA HCI	KGS	1,660.27	\$1.08	1,868.19	207.92	\$224.55
TERMIN -8	KGS	996.71	\$2.05	1,110.00	113.29	\$232.24
DOXICICLINA 50%	KGS	7.59	\$58.20	13.64	6.05	\$352.11
MOLD ZAP LIQUIDO	KGS	375.96	\$2.32	776.00	400.04	\$928.09
FORMOL	LIT	788.08	\$0.64	3,334.00	2,545.92	\$1,641.45

Fuente: Información proporcionada por la empresa – Periodo 2020.

Considerando las variaciones negativas entre el Stock Físico y el Stock Teórico, se procedió a calcular el acumulado de las diferencias dando un total de \$ 5,095.50, considerando el tipo de cambio 3.64 de USD a S/. del mes de Febrero 2021 (fecha de corte de inventario), obteniéndose una pérdida total por el monto de S/. 18,543.99.

Luego de analizar cada causa raíz identificada, se procedió a aplicar la ley de Pareto, con la finalidad de priorizar las causas raíz que representan el 80% de los problemas que generan los altos costos operativos en la empresa EL ROCIO S.A. (Tabla 34).

Tabla 34

*Pérdidas acumuladas de las causas raíz.*

Cr	Causa Raíz	Pérdida Actual (S/.)	Acumulado (S/.)	Acumulado (%)
CR 4	Falta de mantenimiento preventivo y predictivo	S/ 260,267.06	S/ 260,267.06	39.31%
CR 5	Falta de unidades graneleras disponibles	S/ 149,695.73	S/ 409,962.79	61.93%
CR 1	Mala planificación del programa de Producción	S/ 134,213.63	S/ 544,176.42	82.20%
CR 3	Falta de motivación del personal	S/ 52,615.20	S/ 596,791.62	90.15%
CR 2	Inadecuada distribución de Planta	S/ 46,686.05	S/ 643,477.67	97.20%
CR 6	Falta de control de inventarios	S/ 18,543.99	S/ 662,021.66	100.00%

En tal sentido, según la ley de Pareto (Figura 29), las causas CR4, CR5 y CR1 son las más representativas en los altos costos operativos, por tal motivo se procederá a realizar la propuesta de mejora en función de dichas causas.

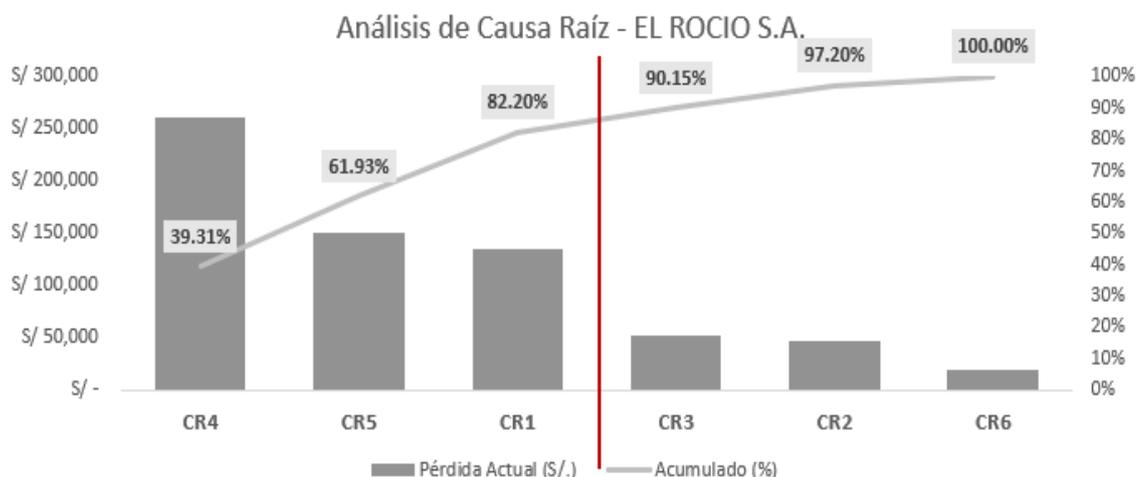


Figura 29. Diagrama de Pareto – EL ROCIO S.A.

Fuente: Tabla 34. Pérdidas acumuladas de las causas raíz.

## 2.6. Matriz de indicadores:

Tabla 35

*Matriz de indicadores de causas raíz.*

Causa	Descripción	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida actual (S./Año)	Valor Meta	Propuesta de mejora
CR 1	Mala planificación del programa de Producción	% Horas extras en Producción	$\% = \frac{\text{Horas Extras en Producción}}{\text{Tiempo Total en Producción}} \times 100$	17%	S/134,213.63	5 %	Plan Agregado de Producción
CR 4	Falta de mantenimiento preventivo y predictivo	% Abastecimiento perdido	$\% = \frac{\text{TM Abastecimiento perdido}}{\text{Total TM Producidas}} \times 100$	3.7%	S/260,267.06	2.2%	RCM
CR 5	Falta de unidades graneleras disponibles	% Horas de parada por falta de capacidad	$\% = \frac{\text{Horas de parada por falta de capacidad}}{\text{Tiempo Total en Producción}} \times 100$	4.0%	S/149,695.73	3.8%	Balance de línea

Fuente: Tabla 34. Pérdidas acumuladas de las causas raíz.

## 2.7. Solución propuesta:

A continuación, en la Tabla 36 se muestran las metodologías a utilizar en las propuestas de mejora con el fin de dar solución a las causas raíz identificadas anteriormente.

Tabla 36.

*Metodologías de propuesta de mejora*

Causa Raíz	Causa Raíz	Propuestas de mejora
<b>CR4</b>	Falta de mantenimiento preventivo y predictivo	RCM
<b>CR5</b>	Falta de unidades graneleras disponibles	Balance de Línea
<b>CR1</b>	Mala planificación del programa de producción	Plan Agregado de Producción

Fuente: Tabla 34. Matriz de indicadores.

### 2.7.1. Causa Raíz 4: Falta de mantenimiento preventivo y predictivo:

Según lo analizado anteriormente, debido a la presente causa raíz (CR4) la empresa presenta pérdidas anuales por S/260,267.06.

De acuerdo con Moubrayn (2004), para elaborar el Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) se debe seguir 7 pasos como se muestra:

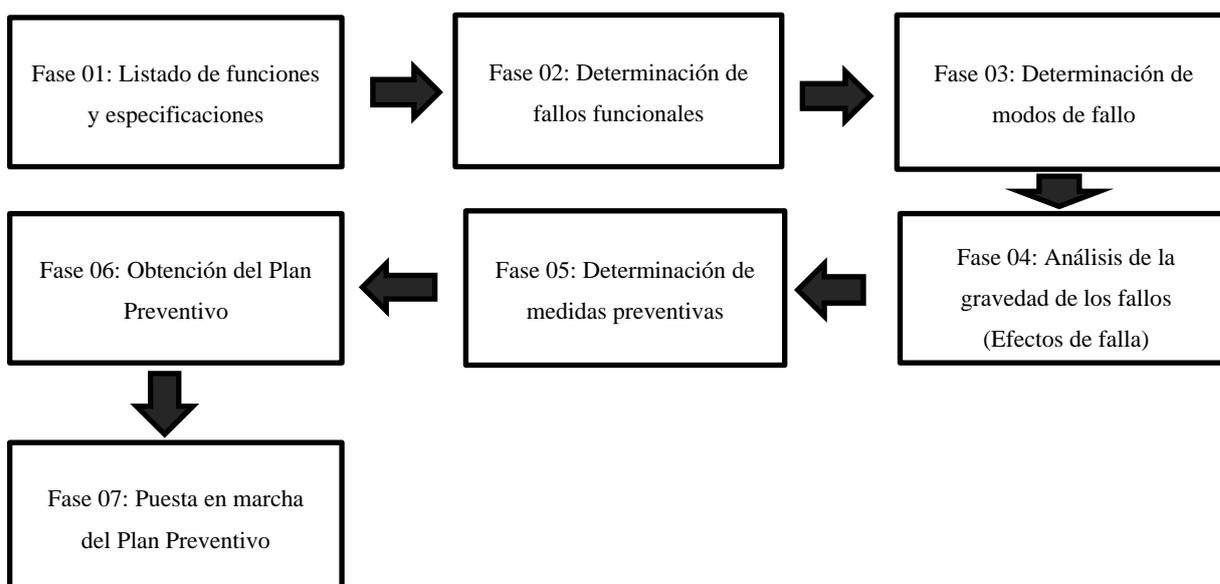


Figura 30. Fases de la metodología RCM

Fuente: Moubrayn, 2004 - Elaboración propia.

### 2.7.1.1 Propuesta de mejora – CR4:

Para el desarrollo de esta propuesta se logró determinar los indicadores de mantenimiento iniciales de los graneleros, basados en la data brindada por la empresa en el año 2020:

- **Tiempo operativo:** 3743.5 Hr/año
- **Tiempo de reparación:** 1234.8 Hr/año
- **N° Fallas:** 192 Fallas/año

Con dichos datos, se procede a realizar el cálculo de los indicadores iniciales:

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF):**

$$MTBF: \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{N° Fallas}} = \frac{3743.5}{192} = 19.50 \text{ Hr}$$

- **Tiempo medio de reparaciones (MTTR):**

$$MTTR: \frac{\text{Tiempo Reparación}}{\text{N° Fallas}} = \frac{1234.8}{192} = 6.4 \text{ Hr}$$

- **Disponibilidad (%) – Año 2020:**

$$D(\%): \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{19.5}{19.5 + 6.4} = 75.20 \%$$

- **Confiabilidad (%) – Año 2020:**

$$R(\%): e^{-\frac{t}{MTBF}} = e^{-\frac{8.5}{19.50}} = 64.66 \%$$

Posteriormente, se procede a realizar cada fase de la metodología RCM:

#### a) Fase 01 – Listado de funciones y especificaciones:

Para el despacho de alimento a granel, se cuenta con graneleros con una capacidad de 28 a 30 Tm. de alimento cada uno. El sistema de descarga cuenta con un tubo de posicionamiento en forma manual que hace fácil su posicionamiento en los silos y almacenes de descarga de producto terminado.

En esta fase se procede a enumerar las funciones y características de la máquina a analizar en este caso a un Granelero (ver Figuras 27 y 28); como se muestra a continuación, en la siguiente Tabla 37.

Tabla 37

*Lista de funciones - Graneleros*

N°	Funciones
1	Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite
2	Revisión de neumáticos y carrocería
3	Revisión de luces y encendido
4	Respetar límites de velocidad
5	Llenado de alimento balanceado en tolva
6	Transportar la carga de Planta a Granja
7	Descarga de AABB en silos de Granja
8	Realizar lavado y engrase de la unidad



*Figura 31. Operación Transporte AABB Granelero – Modelo Mack (2016)*



*Figura 32. Operación Descarga Granelero – Modelo Volvo (1997)*

A continuación, se detalla las características de las unidades graneleras con las que cuenta la empresa EL ROCIO S.A. (Tabla 38), se realizó el análisis en función a los graneleros que transportan alimento balanceado para pollo, por ser las de mayor Km. Recorridos, en comparación a la unidad de alimento para reproductoras.

Tabla 38

*Características de Graneleros*

AÑO	MARCA	MODELO	UNIDAD	FAMILIA	MARCA TOLVA	TOLVA ACTUAL	CAPACIDAD TOLVA
2011	MACK	PINACLE	C5J-755	POLLO	TRIEL-TH	C2A-980	32 TM
2008	MACK	PINACLE	T4T-805	POLLO	TRIEL-TH	D9W-987	32 TM
2016	MACK	PINACLE	T8S-882	POLLO	TRIEL-TH	TEG-976	32 TM
2000	VOLVO	FH	F1H-854	POLLO	FONTAINE	D6U-983	28 TM
1997	VOLVO	NL 10	T4Z-919	POLLO	FONTAINE	C8M-995	28 TM
2010	MACK	PINACLE	T2I-869	REPRODUCTORAS	TRIEL-TH	AOG-989	32 TM
2003	VOLVO	FH	F0N-926	POLLO	FONTAINE	TON-982	30 TM

**b) Fase 02 – Determinación de fallos funcionales:**

En esta fase se describen las fallas que se ocasionaron de acuerdo con cada función de la máquina, según las ocurrencias de fallas reportadas durante todo el año 2020. Tal como se muestran en la siguiente Tabla 39.

Tabla 39

*Determinación de fallos funcionales*

Nº	Funciones	Fallos funcionales
1	Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite	Falla en motor, caja y transmisión
2	Revisión de neumáticos y carrocería	Pérdida de presión en neumáticos
3	Revisión de luces y encendido	Falla en sistema eléctrico
4	Respetar límites de velocidad	Fallas en suspensión
5	Llenado de alimento balanceado en tolva	Falla en compuertas de tolva
6	Transportar la carga de Planta a Granja	Falla en motor, caja, transmisión, frenos
7	Descarga de AABB en silos de Granja	Falla en sistema hidráulico
8	Realizar lavado y engrase de la unidad	Desgaste de engranajes y acoples

### c) Fase 03 – Determinación de modos de fallo

En esta fase, se analizan los modos de fallo o causas de cada falla funcional encontrados en la etapa anterior; estos datos fueron proporcionados por el operador de la máquina y personal de Taller Mecánico (Tabla 40).

Tabla 40

*Determinación de modos de fallo*

<b>FUNCIÓN</b>	<b>FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)</b>	<b>MODO DE FALLA (Causa de las fallas)</b>
<b>Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite</b>	Falla en motor, caja y transmisión	Bajos niveles de agua, hidrolina y aceite
<b>Revisión de neumáticos</b>	Pérdida de presión en neumáticos	Desgaste de neumáticos y problemas al frenar vehículo
<b>Revisión de luces y encendido</b>	Falla en sistema eléctrico	Circuito eléctrico en mal estado, baterías desgastadas
<b>Respetar límites de velocidad</b>	Fallas en suspensión	Sobre esfuerzo en sistema de suspensión
<b>Llenado de alimento balanceado en tolva</b>	Falla en compuertas de tolva	Templadores de compuertas de Tolva en mal estado
<b>Transportar la carga de Planta a Granja</b>	Falla en motor, caja, transmisión, frenos	Vibraciones y ruidos inusuales en motor y transmisión
<b>Descarga de AABB en silos de Granja</b>	Falla en sistema hidráulico	Repuestos de mala calidad, sobre esfuerzo en sistema

Fuente: Tabla 39. Determinación de fallos funcionales.

### d) Fase 04 – Análisis de gravedad de los fallos (Efectos de falla)

En esta fase llegamos hasta las consecuencias o efectos de falla, para lo cual se realizará el análisis del modo y efecto de fallas (AMEF). Asimismo, se utilizarán las siguientes escalas para calificar la severidad, ocurrencia y probabilidad de detección (Tabla 41).

Tabla 41

*Escalas de calificación para los efectos de falla*

<b>Intervalo</b>	<b>Severidad (S)</b>	<b>Ocurrencia (O)</b>	<b>Detección (P)</b>
<b>10 -9</b>	Efecto principal/ Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar
<b>8 - 6</b>	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
<b>5 -3</b>	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
<b>2 -1</b>	Mínimo efecto/ Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección

Fuente: García, J. et al., 2012

Tabla 42

Análisis del modo y efecto de fallos (AMEF)

**ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS – AMEF**

EQUIPO PRINCIPAL	Granelero
PROCESO	Transporte AABB

Preparado por:	Carlos Eduardo Orozco Muñoz	Página 1 de 1
Fecha AMEF (Original)	15/06/2021	Mantenimiento

Etapa/ Función del proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales de Falla	Controles actuales de prevención	OCURENCIA	Controles de detección	DETECCIÓN	NPR	Acciones Recomendadas	Responsables
¿Cuál es el proceso/ actividad?	¿De qué maneras puede fallar el proceso/actividad?	¿Cuál es el impacto de las fallas en el proceso/actividad?		¿Cuál son los motivos de las fallas en el proceso/ actividad?	¿Cuáles son las medidas preventivas frente a las fallas?		¿Cuáles son los controles para detectar las fallas potenciales?			¿Cuáles son las acciones para reducir la ocurrencia de la causa o mejorar la detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?
Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite	Bajos niveles de agua, hidrolina y aceite	Sobrecalentamiento de motor, fricción de piezas internas de motor	10	Falta de revisión pre operativa de la unidad	Cambio de aceite preventivo (500 Hr)	2	Rendimiento del motor (Rpm/min)	5	100	Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	Taller Mecánico Chofer Granelero
Revisión de neumáticos	Desgaste de neumáticos y problemas al frenar vehículo	Riesgo de sufrir accidentes, desgaste en rodajes de llantas	8	Conducción en excesos velocidad, carreteras en mal estado	Inspección rutinaria de neumáticos	5	Inspección visual del estado de neumáticos	4	160	Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio de neumáticos	Taller Mecánico Chofer Granelero
Revisión de luces y encendido	Circuito eléctrico en mal estado, baterías desgastadas	Daño en fusibles y luces, problemas en encendido	6	Presencia de sobrecargas y cortocircuitos	No existen	8	Inspección visual de las luces de la unidad	7	336	Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	Taller Mecánico - Eléctrico

Etapa/ Función del proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales de Falla	Controles actuales de prevención	OCURRENCIA	Controles de detección	DETECCIÓN	NPR	Acciones Recomendadas	Responsables
Respetar límites de velocidad	Sobre esfuerzo en sistema de suspensión	Rotura de hoja de muelles de suspensión	4	Operación deficiente del conductor	Capacitación al personal	7	Verificación de excesos velocidad en GPS	5	140	Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	Jefatura de Planta Taller Mecánico
Llenado de alimento balanceado en tolva	Templadores de compuertas de Tolva en mal estado	Atoro en compuertas al momento de descarga AABB	3	Material interno de compuertas en mal estado	No existen	2	Inspección visual de las compuertas de tolva	6	36	Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	Taller Mecánico - Maestranza
Transportar la carga de Planta a Granja	Vibraciones y ruidos inusuales en motor y transmisión	Desgaste prematuro de motor y caja de cambios	10	Mala aplicación del plan de mantenimiento	Mantenimiento mensual programado	3	Medidor en tablero de instrumentos (C°, aceite, revoluciones)	5	150	Inspección y mantenimiento de caja de motor, caja de cambios y transmisión	Taller Mecánico Chofer Granelero
Descarga de AABB en silos de Granja	Repuestos de mala calidad (Acoples motor hidráulico, mangueras hidráulicas), sobre esfuerzo en sistema	Rotura de manguera hidráulica, desgaste de motores hidráulicos	7	Desgaste prematuro de componentes de sistema hidráulico	No existen	8	Verificación de desgaste de componentes	3	168	Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	Taller Mecánico Chofer Granelero
Realizar lavado y engrase de la unidad	Exceso de fricción en acoples y engranajes	Rotura de acoples y engranajes	6	Falta de lubricación	Programa de lavado y engrase	8	Inspección visual y ruido en zonas	3	144	Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	Jefatura de Planta Chofer Granelero

Fuente: Tabla 40. Determinación de modos de fallo.

Posteriormente, según los valores recomendados para la evaluación RCM como indican en la Tabla 43, se calificaron a los índices de riesgo determinados en la etapa anterior (AMEF).

Tabla 43

*Clasificación de Índices de riesgo (NPR)*

Componente del NPR	Clasificación	Ref.	Peso
Índice de Riesgo (NPR)	Bajo		1 a 50
	Medio		50 a 100
	Alto		100 a 200
	Muy alto		200 a 1000

Fuente: Salazar, 2019.

En la siguiente Tabla 44, se observa que modos y efectos de falla analizados en su mayoría tiene calificación de riesgo en nivel Alto.

Tabla 44

*Resultados de calificación NPR*

<i>Modos de Falla Potenciales</i>	<i>Índice de Riesgo (NPR)</i>	<i>Calificación</i>
Bajos niveles de agua, hidrolina y aceite	<b>100</b>	Medio
Desgaste de neumáticos y problemas al frenar vehículo	<b>160</b>	Alto
Circuito eléctrico en mal estado, baterías desgastadas	<b>336</b>	Muy Alto
Sobre esfuerzo en sistema de suspensión	<b>140</b>	Alto
Templadores de compuertas de Tolva en mal estado	<b>36</b>	Bajo
Vibraciones y ruidos inusuales en motor y transmisión	<b>150</b>	Alto
Repuestos de mala calidad (Acoples motor hidráulico, mangueras hidráulicas), sobre esfuerzo en sistema	<b>168</b>	Alto
Exceso de fricción en acoples y engranajes	<b>144</b>	Alto

Fuente: Tabla 42. AMEF.

#### e) Fase 05 – Determinación de Medidas Preventivas:

En esta fase, se procede a determinar las medidas preventivas que eliminen o reduzcan los efectos de los fallos (Tabla 45).

Tabla 45

*Medidas preventivas RCM*

<i>Modos de Falla Potenciales</i>	<i>Acciones Recomendadas</i>	<i>Responsables</i>
<b>Bajos niveles de agua, hidrolina y aceite</b>	Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	Taller Mecánico Chofer Granelero
<b>Desgaste de neumáticos y problemas al frenar vehículo</b>	Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio de neumáticos	Taller Mecánico Chofer Granelero
<b>Circuito eléctrico en mal estado, baterías desgastadas</b>	Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	Taller Mecánico - Eléctrico
<b>Sobre esfuerzo en sistema de suspensión</b>	Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	Jefatura de Planta Taller Mecánico
<b>Templadores de compuertas de Tolva en mal estado</b>	Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	Taller Mecánico - Maestranza
<b>Vibraciones y ruidos inusuales en motor y transmisión</b>	Inspección y mantenimiento de motor, caja de cambios y transmisión	Taller Mecánico Chofer Granelero
<b>Repuestos de mala calidad (Acoples motor hidráulico, mangueras hidráulicas), sobre esfuerzo en sist.</b>	Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	Taller Mecánico Chofer Granelero
<b>Exceso de fricción en acoples y engranajes</b>	Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	Jefatura de Planta Chofer Granelero

Fuente: Tabla 42. AMEF.

**f) Fase 06 – Obtención del Plan Preventivo:**

Se consolidan las medidas preventivas y se elabora el Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 46

*Plan de Mantenimiento Preventivo*

<i>N°</i>	<i>Función</i>	<i>Acciones Recomendadas</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Responsables</i>
1	Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite	Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	Trimestral	2.21 Hr	Taller Mecánico/ Chofer Granelero
2	Revisión de neumáticos	Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio llantas	Mensual	5.51 Hr	Taller Mecánico/ Chofer Granelero
3	Revisión de luces y encendido	Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	Trimestral	3.30 Hr	Taller Mecánico/Eléctrico
4	Respetar límites de velocidad	Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	Mensual	2.50 Hr	Jefatura de Planta/ Taller Mecánico
5	Llenado de alimento balanceado en tolva	Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	Semestral	4.15 Hr	Taller Mecánico/ Maestranza
6	Transportar la carga de Planta a Granja	Inspección y mantenimiento de caja de motor, caja de cambios y transmisión	Mensual	4.41 Hr	Taller Mecánico/ Chofer Granelero
7	Descarga de AABB en silos de Granja	Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	Mensual	2.21 Hr	Taller Mecánico/ Chofer Granelero
8	Realizar lavado y engrase	Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	Quincenal	4.00 Hr	Jefatura de Planta/ Chofer Granelero

Fuente: Tabla 42. AMEF.

Tabla 47

*Cronograma del Plan de Mantenimiento Preventivo*

Datos Generales de Mantenimiento Propuesto		CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO																																																											
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12															
Acciones Recomendadas	Frecuencia	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	Trimestral	X											X																	X																															
Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio de neumáticos	Mensual		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X						
Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	Trimestral			X									X												X																																				
Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	Mensual		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X						
Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	Semestral																																																								X				

Inspección y mantenimiento de caja de motor, caja de cambios y transmisión	Mensual			X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			X
Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	Mensual			X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			X
Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	Quincenal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>TIEMPO TOTAL POR MES</b>		<b>28.14</b>		<b>22.63</b>		<b>22.63</b>		<b>24.84</b>		<b>25.93</b>		<b>26.78</b>		<b>24.84</b>		<b>25.93</b>		<b>22.63</b>		<b>24.84</b>		<b>25.93</b>		<b>26.78</b>										

Fuente: Tabla 46. Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 48

*Horas de ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo.*

MESES	Mtto. Preventivo
ENERO	28.14 Hr
FEBRERO	22.63 Hr
MARZO	22.63 Hr
ABRIL	24.84 Hr
MAYO	25.93 Hr
JUNIO	26.78 Hr
JULIO	24.84 Hr
AGOSTO	25.93 Hr
SETIEMBRE	22.63 Hr
OCTUBRE	24.84 Hr
NOVIEMBRE	25.93 Hr
DICIEMBRE	26.78 Hr
<b>TOTAL</b>	<b>301.90 Hr</b>

Fuente: Tabla 47. Cronograma del Plan de Mantenimiento Preventivo

**g) Fase 07 – Puesta en marcha del Plan Preventivo:**

Según trabajos de investigación sobre la implementación del RCM, está comprobado que una de las ventajas de esta metodología puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario habitualmente desde un 40% a 70%, si se aplicara a un sistema de mantenimiento preventivo ya existente en las empresas, ya que el RCM determina la criticidad (NPR) de cada componente dentro del proceso productivo para posteriormente concentrar esfuerzos en las partes más críticas (Montes, 2013). En tal sentido, se realizó una simulación respecto a la reducción en un 40% de las fallas que podrían tener los graneleros durante el año 2021, basado en las conclusiones de los trabajos de investigación citados anteriormente, obteniendo como resultados los datos que se muestran a continuación.

Se logró determinar los nuevos indicadores de mantenimiento de los graneleros, que se lograrían tras la aplicación de la metodología RCM.

- **Tiempo operativo:** 4206.2 Hr/año
- **Tiempo de reparación:** 782.1 Hr/año
- **N° Fallas:** 115 Fallas/año

Con dichos datos, se procede a realizar el cálculo de los nuevos indicadores:

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF):**

$$MTBF: \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{N° Fallas}} = \frac{4206.2}{115} = 36.51 \text{ Hr}$$

- **Tiempo medio de reparaciones (MTTR):**

$$MTTR: \frac{\text{Tiempo Reparación}}{\text{N° Fallas}} = \frac{782.1}{115} = 6.8 \text{ Hr}$$

- **Disponibilidad (%) – Año 2021:**

$$D(\%): \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{36.51}{36.51 + 6.8} = 84.32 \%$$

- **Confiabilidad (%) – Año 2021:**

$$R(\%): e^{-\frac{t}{MTBF}} = e^{-\frac{8.5}{36.51}} = 79.23 \%$$

El costo de implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo es de S/146,430.75 (Ver Anexo N° 02) y el monto de la inversión es de S/ 94,700 (Ver Anexo N° 03).

Tabla 49

Programa de Capacitación Plan de Mantenimiento Preventivo

LISTA DE ACTIVIDADES					PROGRAMA DE CAPACITACIÓN - PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
					SEMANTAL															
Función	Acciones Recomendadas	Tiempo (Hr)	Participantes	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
1	Introducción y uso AMEF	Elaboración de la herramienta AMEF y sus criterios de evaluación.	1.50 Hr	Taller Mecánico/Chofer Granelero/Jefaturas Mtto y Planta	X	X														
2	Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite	Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	2.00 Hr	Taller Mecánico/Chofer Granelero			X	X	X											
3	Revisión de neumáticos	Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio de neumáticos	2.00 Hr	Taller Mecánico/Chofer Granelero						X	X	X								
4	Revisión de luces y encendido	Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	1.00 Hr	Taller Mecánico/Eléctrico								X	X							
5	Respetar límites de velocidad	Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	0.50 Hr	Jefatura de Planta/Taller Mecánico								X	X							
6	Llenado de alimento balanceado en tolva	Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	0.50 Hr	Taller Mecánico/Maestranza									X	X	X					
7	Transportar la carga de Planta a Granja	Inspección y mantenimiento de caja de motor, caja de cambios y transmisión	2.00 Hr	Taller Mecánico/Chofer Granelero										X	X					
8	Descarga de AABB en silos de Granja	Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	2.00 Hr	Taller Mecánico/Chofer Granelero												X	X	X		
9	Realizar lavado y engrase de la unidad	Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	0.50 Hr	Jefatura de Planta/Chofer Granelero													X	X	X	
<b>TIEMPO TOTAL POR SEMANA</b>					<b>1.50</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>0.50</b>

Asimismo, en el Anexo N° 06 y 07. Se detalla el flujograma de procedimientos que servirá como aporte para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo y también programa de capacitación para el personal involucrado (Tabla 49).

## 2.7.2. Causa Raíz 1: Mala planificación del programa de Producción:

De acuerdo con lo analizado en el diagnóstico, debido a la presente causa raíz (CR1) la empresa presenta pérdidas anuales por S/134,213.63.

Según lo mencionado por Chase y Jacobs (2014), indican que “el propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de mano de obra e inventario”, por tal motivo se procedió a desarrollar esta propuesta de mejora.

### 2.7.2.1. Propuesta de mejora - CR1:

En primer lugar, se realizó los pronósticos de demanda para el periodo 2021, en base a los requerimientos históricos registrados en los años 2018, 2019 y 2020.

#### a) Pronóstico de la demanda – Variaciones Estacionales:

El método de variaciones estacionales permite determinar el pronóstico cuándo existen fluctuaciones periódicas de la serie de tiempo, por tal motivo resulta importante para planear la capacidad en las organizaciones que manejan picos en la carga de trabajo (Heizer y Render, 2014). Se procedió a realizar los pronósticos en función a la data histórica mensual

Tabla 50

*Pronóstico de demanda estacional – Toneladas AABB Periodo 2021*

AÑO	MES	PRONÓSTICO DESESTACIONALIZADO	INDICE ESTACIONAL	DEMANDA ESTACIONALIZADA
2021	Enero	8,536	1.01	8,614
	Febrero	8,555	0.89	7,640
	Marzo	8,574	0.96	8,260
	Abril	8,594	1.04	8,920
	Mayo	8,613	0.96	8,306
	Junio	8,632	0.97	8,363
	Julio	8,652	1.00	8,670
	Agosto	8,671	0.99	8,555
	Septiembre	8,690	1.04	9,034
	Octubre	8,709	1.07	9,325
	Noviembre	8,729	1.03	8,961
	Diciembre	8,748	1.04	9,083

Fuente: Anexo N° 04



Figura 33. Proyección demanda estacional – Periodo 2021

Fuente: Tabla 50. Pronóstico de demanda estacional – Toneladas AABB Periodo 2021

### b) Plan Agregado de Producción:

Para el desarrollo de la planeación agregada se realizaron 3 estrategias:

- **Plan de Producción 01: Persecución** (Producción constante, fuerza laboral variada, horas extras).
- **Plan de Producción 02: Nivelada** (Producción constante, fuerza laboral constante, cambio de horario de trabajo).
- **Plan de Producción 03: Mixta** (Producción constante, fuerza laboral variada, rotación de jornada laboral y horas extras).

Tabla 51

*Costos generales de producción alimento balanceado*

<b>Costo de Maquila Harina</b>	<b>S/. 46.54</b>	<b>Tonelada</b>
<b>Costo de Maquila Pellet</b>	S/. 22.45	Tonelada
<b>Costo MOD</b>	S/. 5.63	Hora hombre
<b>Costo Prom H.Extras MOD</b>	S/. 8.63	Hora hombre
<b>Costo H.Nocturnas</b>	S/. 1.36	Hora hombre
<b>Costo Energía Tonelada Pellet</b>	S/. 4.47	Soles
<b>Horas laborales Requeridas</b>	0.04	Hora/Tonelada
<b>Velocidad Prom. Producción</b>	28	Tonelada/Hora
<b>N° Trabajadores turno día</b>	17	Trabajador
<b>N° Trabajadores turno noche</b>	10	Trabajador
<b>N° Trabajadores por mes</b>	27	Trabajador
<b>Horas nocturnas por día</b>	3	Horas/día
<b>Hora de parada por ahorro de energía</b>	4	Horas/día
<i>MANO DE OBRA DIRECTA - PRODUCCIÓN PELLETT 2DO TURNO</i>		
<b>Operador de Caldero</b>	1	Trabajador
<b>Operador Consola Pellet</b>	1	Trabajador

Tabla 52

Plan de Producción: Persecución

**PLAN DE PRODUCCION 1: PERSECUCIÓN**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Requerimiento de Producción	8614	7640	8260	8920	8306	8363	8670	8555	9034	9325	8961	9083
Horas de Producción Requeridas	308	273	295	319	297	299	310	306	323	333	320	324
Días Hábiles por mes	26	24	27	26	26	26	27	26	26	26	26	27
Días Mantenimiento Programado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Horas de producción programadas	416	384	432	416	416	416	432	416	416	416	416	432
Horas de producción disponibles	284	260	296	284	284	284	296	284	284	284	284	296
Horas Extras requeridas	24	13	0	35	13	15	14	22	39	49	36	28
N° Trabajadores Sobretiempo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Horas Nocturnas MOD	660	600	690	660	660	660	690	660	660	660	660	690
Costo Hr Nocturnas MOD	S/ 898	S/ 816	S/ 938	S/ 898	S/ 898	S/ 898	S/ 938	S/ 898	S/ 898	S/ 898	S/ 898	S/ 938
Costo Sobretiempo MOD	S/408.1	S/ 221.91	S/ -	S/ 596.70	S/ 218.22	S/ 253.35	S/ 235.48	S/ 371.71	S/ 666.98	S/ 846.36	S/ 621.98	S/ 490.06
Costo Energía Sobretiempo	S/ 2,958	S/ 1,609	S/ -	S/ 4,326	S/ 1,582	S/ 1,837	S/ 1,707	S/ 2,695	S/ 4,835	S/ 6,135	S/ 4,509	S/ 3,553
Costo de MOD Tiempo normal	S/ 63,180	S/ 58,320	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610

Nota: Producción exacta, fuerza laboral variada ==> Horas Extras

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 812,077</b>
--------------------	--------------------

Tabla 53

*Plan de Producción: Nivelación*

**PLAN DE PRODUCCION 2: NIVELACIÓN**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Horas de Producción Requeridas	308	273	295	319	297	299	310	306	323	333	320	324
Días Hábiles por mes	26	24	27	26	26	26	27	26	26	26	26	27
Días Mantenimiento Programado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Horas de producción programadas	416	384	432	416	416	416	432	416	416	416	416	432
Horas de Producción Disponibles	372	320	368	352	352	352	368	352	352	352	352	368
Capacidad Producción Real	10416	8960	10304	9856	9856	9856	10304	9856	9856	9856	9856	10304
Pronóstico de la Demanda	8614	7640	8260	8920	8306	8363	8670	8555	9034	9325	8961	9083
Trabajadores Turno Noche	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Horas Nocturnas MOD	1760	1600	1840	1760	1760	1760	1840	1760	1760	1760	1760	1840
Costo Horas Nocturnas MOD	S/ 2,394	S/ 2,176	S/ 2,502	S/ 2,394	S/ 2,394	S/ 2,394	S/ 2,502	S/ 2,394	S/ 2,394	S/ 2,394	S/ 2,394	S/ 2,502
Costo del Tiempo Normal	S/ 63,180	S/ 58,320	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610

**Nota: Producción exacta, fuerza laboral constante ==> Cambio de horario de trabajo**

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 789,422</b>
--------------------	--------------------

Tabla 54

Plan de Producción: Mixta

**PLAN DE PRODUCCION 3: MIXTA**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Requerimiento de Producción	8614	7640	8260	8920	8306	8363	8670	8555	9034	9325	8961	9083
Días Hábiles por mes	26	24	27	26	26	26	27	26	26	26	26	27
Días Mantenimiento Programado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Horas de Producción Programadas	416	384	432	416	416	416	432	416	416	416	416	432
Horas de Producción Disponibles	284	260	296	284	284	284	296	284	284	284	284	296
Horas de Producción Requeridas	308	273	295	319	297	299	310	306	323	333	320	324
Horas Extras Requeridas	24	13	0	35	13	15	14	22	39	49	36	28
Horas Nocturnas Requeridas	850	638	638	850	638	638	638	850	850	850	850	850
N° Trabajadores Sobretiempo	0	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0
N° Trabajadores Noche	8	10	10	8	10	10	10	8	8	8	8	8
N° Trabajadores Turno Madrugada	2	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	2
Costo Energía Sobretiempo	0	1609	0	0	1582	1837	1707	0	0	0	0	0
Costo Sobretiempo MOD	0	222	0	0	218	253	235	0	0	0	0	0
Costo Horas Nocturnas MOD	S/ 528	S/ 600	S/ 690	S/ 528	S/ 660	S/ 660	S/ 690	S/ 528	S/ 528	S/ 528	S/ 528	S/ 552
Costo Horas Madrugada MOD	S/ 64	S/ -	S/ -	S/ 94	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 59	S/ 105	S/ 133	S/ 98	S/ 77
Costo del Tiempo Normal	S/ 63,180	S/ 58,320	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 63,180	S/ 65,610

**Nota: Producción constante, fuerza laboral constante, horas extras ==> Rotación de jornada laboral**

**COSTO TOTAL**

**S/. 775,904**

Los resultados del Plan Agregado de Producción se muestran en la Tabla 55; el plan a elegir es el Mixto (Rotación de Jornada Laboral con Horas Extras) por tener el más bajo costo con S/. 775,904 y cumplir con la demanda. La inversión del Plan Agregado de Producción comprende un monto de S/. 15,313.77 (Hr Nocturnas, Hr. Extras y Costo Energía). Por otra parte, se detalla los procedimientos a tener en cuenta para el desarrollo de esta propuesta. (Ver Anexo N°05).

Tabla 55

*Resultados del Plan Agregado*

DESCRIPCION DEL PLAN	Horas Nocturnas	Horas Extras	Costo Energía Sobretiempo	Costo Tiempo Normal	COSTO TOTAL
<b>1.PERSECUCIÓN</b>	S/. 10,812	S/. 4,931	S/. 35,744	S/. 760,590	S/. 812,077
<b>2. NIVELADA</b>	S/. 28,832	-	-	S/. 760,590	S/. 789,422
<b>3. MIXTA</b>	S/. 7,651	S/. 929	S/. 6,734	S/. 760,590	S/. 775,904

Fuente: Tablas 52, 53 y 54.

<b>PLAN DE PRODUCCIÓN A ELEGIR</b>	<b>S/. 775,904</b>
------------------------------------	--------------------

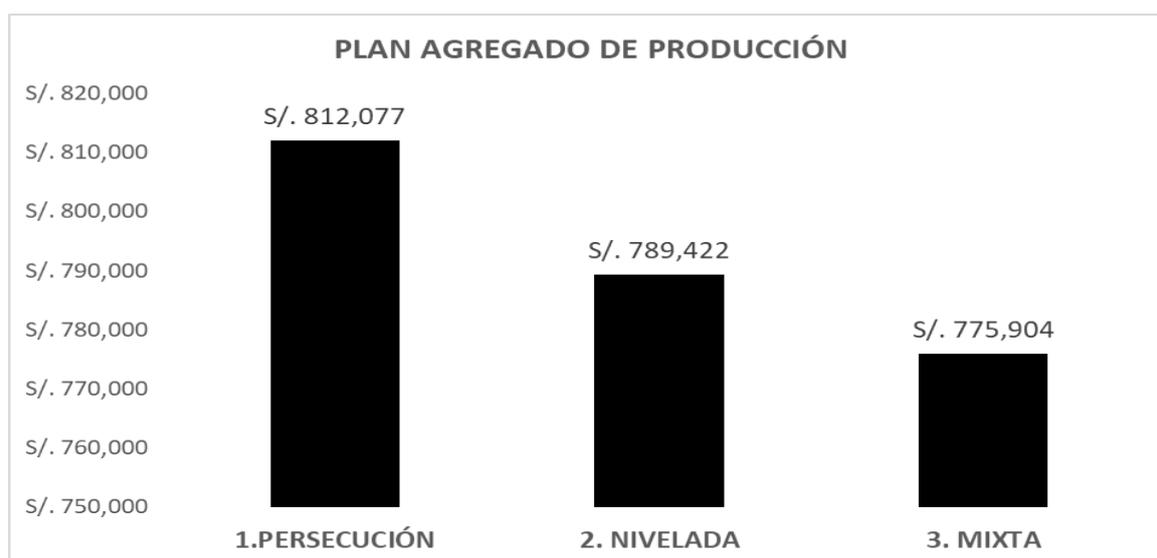


Figura 34. Comparación de estrategias del Plan Agregado

Fuente: Tabla 55. Resultados del Plan Agregado.

### 2.7.3. Causa Raíz 5: Falta de Unidades Graneleras:

Según el diagnóstico realizado, con la presente causa raíz (CR5) la empresa presenta pérdidas anuales por S/149,695.73. Se procedió a elaborar la propuesta de mejora empleando la técnica de Balance de Línea.

Tabla 56

*Pronóstico Toneladas Pellet Periodo 2021*

<b>MES</b>	<b>DEMANDA PROYECTADA TM ALIMENTO PELLET</b>
<b>2021-01</b>	8,614
<b>2021-02</b>	7,640
<b>2021-03</b>	8,260
<b>2021-04</b>	8,920
<b>2021-05</b>	8,306
<b>2021-06</b>	8,363
<b>2021-07</b>	8,670
<b>2021-08</b>	8,555
<b>2021-09</b>	9,034
<b>2021-10</b>	9,325
<b>2021-11</b>	8,961
<b>2021-12</b>	9,083

Fuente: Tabla 50. Pronóstico de demanda estacional – Toneladas AABB Periodo 2021

Según la data registrada en el periodo 2020, el comportamiento de los tiempos muertos en Planta Pellet y Harina por falta de capacidad (Tolvas PT ocupadas) para continuar produciendo alimento balanceado, se muestra en la Tabla 57:

Tabla 57.

*Tiempo de Parada por Falta de Tolvas PT*

<b>Tiempo Parada por Falta de Tolvas</b>		<b>Planta</b>		<b>Total general (Hr)</b>
<b>Año - mes</b>	<b>Tipo Tiempo</b>	<b>Pellet</b>	<b>Harina</b>	
<b>2020-03</b>	Falta Graneleros	5.67	5.32	10.98
<b>2020-04</b>	Falta Graneleros	1.00	-	1.00
<b>2020-05</b>	Falta Graneleros	4.22	-	4.22
<b>2020-06</b>	Falta Graneleros	6.58	1.92	8.50
<b>2020-07</b>	Falta Graneleros	19.95	3.58	23.53
<b>2020-08</b>	Falta Graneleros	22.92	9.00	31.92
<b>2020-09</b>	Falta Graneleros	4.08	0.92	5.00
<b>2020-10</b>	Falta Graneleros	38.23	6.27	44.50
<b>2020-11</b>	Falta Graneleros	16.48	1.68	18.17

El proceso productivo de alimento balanceado se divide en dos líneas de producción: Planta Harina y Planta Peletizado, tal como se observa en la siguiente Figura 35.

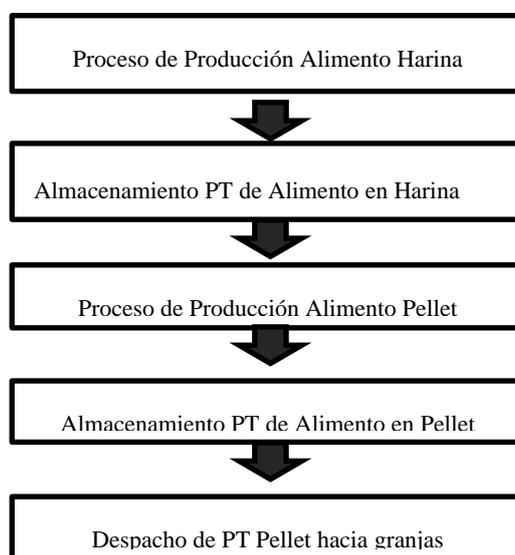


Figura 35. Secuencia General de Producción Alimento Balanceado

Asimismo, en la siguiente Tabla 58, se muestran las capacidades de almacenamiento de cada punto del proceso productivo de alimento y la capacidad de carga de los graneleros.

Tabla 58

*Datos de capacidad de almacenamiento Tolvas PT y Graneleros.*

Tolvas Harina	Capacidad de Tolvas	Tolvas Pellet	Capacidad de Tolvas	Unidades Graneleras	Capacidad de carga
A	28 TM	1	32 TM	C5J-755	32 TM
B	28 TM	2	32 TM	T8S-882	32 TM
C	28 TM	3	32 TM	T4T805	32 TM
D	28 TM	4	32 TM	F0N-926	30 TM
		5	32 TM	T4Z-919	28 TM
		6	32 TM	F1H-854	28 TM
		7	32 TM		
		8	32 TM		

La programación de producción se realiza de acuerdo a lotes de 28 Toneladas de alimento balanceado debido a que la capacidad de Tolvas en Harina en promedio es de dicha cantidad, sin embargo realizando un manejo operativo es posible producir lotes de 30 Toneladas de alimento en harina, y si se considera una ampliación en la capacidad de las Tolvas en un 7%

se podría llegar a producir sin problema viajes de 30 TM, y de ampliarse en un 14% se lograría producir lotes de 32 TM, lo cual permitiría aprovechar mejor a los Graneleros.

Como se observa en la Tabla 58, la cantidad de alimento (Kg) de alimento Pellet despachados por granelero durante el año 2020, fueron los siguientes:

Tabla 59

*Promedio Kg de Alimento Transportado – Año 2020*

UNIDAD	Promedio de Peso Neto
<b>F1H-854</b>	27,332
<b>T4Z-919</b>	27,447
<b>F0N-926</b>	27,712
<b>C5J-755</b>	27,881
<b>T8S-882</b>	27,905
<b>Total general</b>	<b>27,722</b>

En tal sentido, en la siguiente Tabla 60 se muestran las pérdidas mensuales y anuales manteniendo el sistema de producción actual con despachos de alimento balanceado de 28 TM en promedio, considerando las horas de parada según la data histórica del año 2020.

Tabla 60

*Datos Generales – Despachos 28 TM*

<b>DIAS DE RECORRIDO</b>	<b>6</b>
<b>N° DE GRANELEROS</b>	<b>6</b>
<b>CAP. GRANELERO PROMEDIO</b>	28
<b>HORAS DISPONIBLES POR DÍA</b>	16
<b>HORAS PROMEDIO EN RUTA LARGA</b>	7.76
<b>HORAS PROMEDIO EN RUTA CORTA</b>	6.10
<b>MAQUILA HARINA (S/.)</b>	46.54
<b>MAQUILA PELLET (S/.)</b>	22.45
<b>MAQUILA TOTAL (S/.)</b>	68.99

Tabla 61

*Proceso Actual – Sistema de despachos 28 TM*

MES	DEMANDA PROYECTADA ALIMENTO PELLET	TOTAL VIAJES MES	TOTAL VIAJES SEMANA	N° VIAJES POR GRANELERO SEMANA	DATA HISTORICA DE PARADAS	COSTO POR TN ACTUAL
<b>2021-03</b>	8260	295	69	12	10.98	S/ 10,490.66
<b>2021-04</b>	8920	319	75	12	1.00	S/ 628.66
<b>2021-05</b>	8306	297	70	12	4.22	S/ 2,650.83
<b>2021-06</b>	8363	299	70	12	8.50	S/ 6,636.30
<b>2021-07</b>	8670	310	73	12	23.53	S/ 17,211.21
<b>2021-08</b>	8555	306	72	12	31.92	S/ 26,134.81
<b>2021-09</b>	9034	323	76	13	5.00	S/ 3,761.54
<b>2021-10</b>	9325	333	78	13	44.50	S/ 32,201.85
<b>2021-11</b>	8961	320	75	13	18.17	S/ 12,555.94
<b>Pérdida total al mes</b>						<b>S/ 12,474.64</b>
<b>Pérdida total al año</b>						<b>S/ 149,695.73</b>

Fuente: Tabla 56, 57 y 60.

A continuación, se muestra el balance de línea del proceso considerando lotes de producción y despachos de alimento de 30 TM en promedio (Tabla 62). Se observa una reducción en las pérdidas anuales en un 18%, obteniendo un ahorro de S/. 27,195.16 respecto al sistema de 28 TM.

Tabla 62

*Proceso Mejorado – Sistema de despachos 30 TM*

MES	DEMANDA TONELADAS PELLET	TOTAL VIAJES MES	TOTAL VIAJES SEMANA	N° VIAJES POR GRANELERO SEMANA	DATA HISTORICA DE PARADAS	TIEMPO PROYECTADO DE PARADA	REDUCCIÓN DE TIEMPO DE PARADA	COSTO POR TN ACTUAL	COSTO POR TN MEJORADO
<b>2021-03</b>	8260	275	65	11	10.98	10.25	0.73	S/10,490.66	S/ 8,975.13
<b>2021-04</b>	8920	297	70	12	1.00	0.93	0.07	S/ 628.66	S/ 490.67
<b>2021-05</b>	8306	277	65	11	4.22	3.94	0.28	S/ 2,650.83	S/ 2,069.00
<b>2021-06</b>	8363	279	66	11	8.50	7.93	0.57	S/ 6,636.30	S/ 5,463.44
<b>2021-07</b>	8670	289	68	11	23.53	21.96	1.57	S/17,211.21	S/ 13,963.98
<b>2021-08</b>	8555	285	67	11	31.92	29.79	2.13	S/26,134.81	S/ 21,730.81
<b>2021-09</b>	9034	301	71	12	5.00	4.67	0.33	S/ 3,761.54	S/ 3,071.62
<b>2021-10</b>	9325	311	73	12	44.50	41.53	2.97	S/32,201.85	S/ 26,061.55
<b>2021-11</b>	8961	299	70	12	18.17	16.96	1.21	S/12,555.94	S/ 10,049.22
<b><i>Pérdida total al mes</i></b>									<b>S/ 10,208.38</b>
<b><i>Pérdida total al año</i></b>									<b>S/ 122,500.57</b>

Fuente: Tabla 56 y 57.

El presupuesto necesario para la realización del Balance de Línea a una producción de lotes de 30TM sería básicamente lo que se muestra en la siguiente Tabla 63. Para el aumento de la línea a una capacidad de 32 TM se tendría que realizar un proyecto de ingeniería para la ampliación de Tolvas de producto terminado en alimento harina.

Tabla 63

*Presupuesto Balance de Línea*

<b>PRESUPUESTO PARA BALANCE DE LÍNEA</b>				
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
<b>EQUIPO CELULAR BÁSICO</b>	3	S/	400.00	S/ 1,200
<b>LÍNEA MENSUAL RPC</b>	3	S/	25.00	S/ 75
<b>FORMATERÍA DE CONTROL</b>	12	S/	15.00	S/ 180
<b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>	3	S/	1,500.00	S/ 4,500
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 5,955</b>

Para garantizar el cumplimiento del balance de línea, se desarrolló un procedimiento con el cual se deberá capacitar al personal que intervendrá en dicho proceso de mejora, tales como el operador de producción, operadores de consola, asistente de producción y jefe de planta. (Ver Anexo 08).

#### **2.7.4. Evaluación Económica:**

En la siguiente Tabla 64 se muestra el resumen de las inversiones necesarias para el desarrollo de las propuestas de mejora a implementar para la reducción de los costos operativos del Área de Producción de la empresa EL ROCIO S.A. Se observa que se la inversión total asciende a la suma de S/ 115,969.

Tabla 64.

*Inversión requerida para las propuestas de mejora*

<b>Causa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Propuesta de mejora</b>		<b>Inversión</b>
<b>Cr 1</b>	Mala planificación del programa de producción	Plan Agregado de Producción	S/	15,314
<b>Cr 4</b>	Falta de mantenimiento preventivo y predictivo	RCM	S/	94,700
<b>Cr 5</b>	Falta de unidades graneleras disponibles	Balance de Línea	S/	5,955
<b>INVERSION TOTAL</b>			<b>S/</b>	<b>115,969</b>

Fuente: Anexo N° 03, Tabla 55 y 63.

Asimismo, el ahorro total generado con las propuestas de mejora fue de S/ 227,307, mediante la aplicación del Plan Agregado de Producción se alcanzó un beneficio S/ 96,005.4,

con el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) un ahorro de S/ 104,107 y aplicando el Balance de Línea S/ 27,195.

A continuación, se realizará el análisis del Flujo de Caja, cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Beneficio Costo (B/C).

**a) Flujo de Caja:**

Tabla 65

*Flujo de Caja Proyectado*

AÑO	0	1	2	3	4	5
Beneficios Plan Agregado de Producción		S/ 96,005				
Beneficios RCM		S/ 104,107				
Beneficios Balance de Línea		S/ 27,195				
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>	S/.0	<b>S/ 227,307</b>				
Mantenimiento		S/ 57,731	S/ 60,617	S/ 63,648	S/ 66,831	S/ 70,172
Capacitación		S/ 5,000				
Transporte Personal Noche		S/ 36,000				
Otros costos operativos		S/ 22,731				
Inversión Propuestas de Mejora	S/.115,969	S/ 0				
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>S/.115,969</b>	<b>S/ 121,461</b>	<b>S/ 124,348</b>	<b>S/ 127,379</b>	<b>S/ 130,561</b>	<b>S/ 133,903</b>
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>-S/.115,969</b>	<b>S/ 105,846</b>	<b>S/ 102,959</b>	<b>S/ 99,928</b>	<b>S/ 96,746</b>	<b>S/ 93,405</b>

Fuente: Tabla 64, Anexo 02 y 03

**b) Cálculo de VAN, TIR, B/C:**

Para determinar la rentabilidad de la propuesta, se utilizó una Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) del 18% anual; dicha tasa fue proporcionada por la empresa, con la cual evalúan sus proyectos de inversión. Se procedió a realizar la evaluación con este TMAR, por medio de los indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C, determinando lo siguiente:

Tabla 66

*Cálculo de indicadores económicos*

<b>VAN</b>	S/. 199,223
<b>TIR</b>	84.7% > TMAR 18% ANUAL
<b>B/C</b>	1.78
<b>PRI</b>	1.10 años

Fuente: Tabla 65 – Flujo de Caja Proyectado

Como se muestra en las Tablas 65 y 66, se realizó la evaluación económica financiera en un periodo de 5 años, obteniendo los siguientes resultados:

Un VAN positivo de S/199,223.

Un TIR de 84.7% mayor a la TMAR de 18%

Un B/C de 1.78, lo cual significa que por cada sol invertido se genera una ganancia de S/0.78.

Un periodo de recuperación (PRI) de 1.10 años.

Por lo tanto, se concluye que la presente investigación es factible, genera una reducción en los costos operativos y es rentable para la empresa.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Causa Raíz 1 - Plan Agregado de Producción

Mediante la metodología del Plan Agregado de Producción, se logró determinar la estrategia ideal para cumplir con la demanda requerida, optimizando el uso de los recursos del sistema productivo, tales como mano de obra y nivel de producción al menor costo. En la Tabla 67 se muestra el beneficio económico de la propuesta de mejora.

Tabla 67

*Resultados de Plan Agregado de Producción*

Tipo Tiempo muerto	Hr Extras Prom. al mes	TN Pellet en Hr Extras	Costo Promedio Energía TN Pellet	Costo Promedio de H. Extra-MOD Pellet	Costo de oportunidad al mes	Costo de oportunidad al año
<i>Valor Actual</i>	84	2342	S/ 10,463.20	S/ 721.27	S/ 11,184.47	S/ 134,213.63
<i>Valor Esperado</i>	24	667	S/ 2,978.69	S/ 205.33	S/ 3,184.02	S/ 38,208.23
<b>Beneficio Total</b>					<b>-72%</b>	<b>S/ 96,005.40</b>

Fuente: Tablas 22 y 55.

Se observa que con el Plan Agregado de Producción se logró disminuir un 72% las horas extras promedio al mes en la producción de alimento peletizado y por consecuencia la reducción de las pérdidas monetarias anuales de S/. 134,213.63 a S/. 38,208.23.

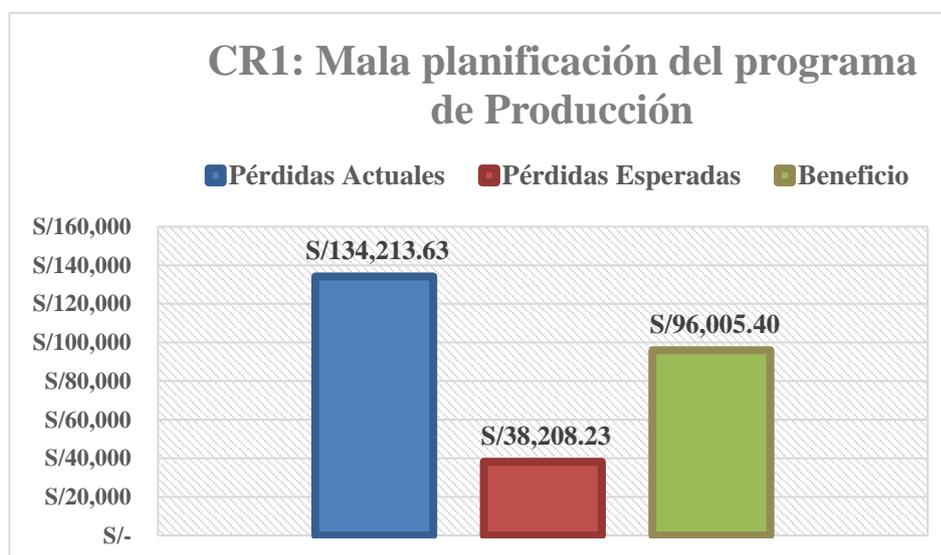


Figura 36. Resultados CR1 – Plan Agregado de Producción

Fuente: Tabla 67. Resultados de Plan Agregado de Producción

### 3.2. Causa Raíz 4 - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Con la propuesta de mejora de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), se mejoraron los indicadores de disponibilidad, tiempo medio de reparación (MTTR), tiempo medio entre fallos (MTBF) y confiabilidad de las unidades graneleras.

Así como establecer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la operatividad de estas. La Tabla 68 muestra el beneficio en los indicadores RCM con la propuesta de mejora.

Tabla 68

*Mejoras en indicadores RCM*

Indicador RCM	V. Actual	V. Esperado	% Beneficio
<b>% Disponibilidad</b>	75.20%	84.32%	12%
<b>MTTR</b>	6.43	6.8	6%
<b>MTBF</b>	19.50	36.51	87%
<b>N° Fallas</b>	192	115	40%
<b>% Confiabilidad</b>	64.66%	79.23%	23%

En la Tabla 69, se aprecia que con el RCM se logró reducir un 40% los números de fallas promedio de las unidades graneleras y el tiempo promedio de horas de parada de los graneleros por mantenimiento al mes, de 67.21 horas a 40.32 horas. Asimismo, se redujo la cantidad de abastecimiento perdido, de 308 toneladas a 185 toneladas en promedio al mes. La reducción de las pérdidas monetarias anuales de S/. 260,267.06 a S/. 156,160.24.

Tabla 69

*Resultados RCM*

Tipo Tiempo muerto	N° Falla	Hr Parada en Taller Mtto.	Hr Prom Viaje	Abastecimiento perdido de AABB	Costo Producción perdida (S/.)	Costo de MOI (S/.)	Costo de oportunidad al mes	Costo de oportunidad al año
<b>Hr de Parada de Graneleros</b>								
<b>V. Actual</b>	192	67.21	6.10	308 TM	S/ 21,282.89	S/ 406.03	S/ 21,688.92	S/ 260,267.06
<b>V. Esperado</b>	115	40.32	6.10	185 TM	S/ 12,769.73	S/ 243.62	S/ 13,013.35	S/ 156,160.24
						<b>Beneficio</b>	<b>-40%</b>	<b>S/ 104,106.82</b>

Fuente: Tablas 30 y 68.



Figura 37. Resultados CR4 – Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Fuente: Tabla 69. Resultados RCM.

### 3.3. Causa Raíz 5 – Balance de Línea:

Mediante la herramienta del Balance de línea, se logró equilibrar la capacidad de producción en la línea de proceso, con la finalidad de obtener lotes de alimento de 30 TM. Al aumentar el volumen de alimento en cada envío hacia granjas, permite lograr un mayor avance en los abastecimientos para cumplir con la demanda semanal y optimizar el manejo de las unidades graneleros al aprovechar la mayor capacidad de carga (TM) posible. En la Tabla 70 se muestra el beneficio económico de la propuesta de mejora, el cual representa una reducción de las pérdidas monetarias en un 18% generando un ahorro de S/. 27,195.16.

Tabla 70

Resultados Balance de Línea

Proceso	Total viajes al mes	Total viajes por semana	Despacho promedio por viaje	Tiempo de parada por Falta Graneleros	Costo de oportunidad al mes	Costo de oportunidad al año
<b>Actual</b>	1591	374	28 TM	123 horas	S/. 12,474.64	S/. 149,695.73
<b>Mejorado</b>	1485	349	30 TM	115 horas	S/. 10,208.38	S/. 122,500.57
				<b>Beneficio</b>	<b>-18%</b>	<b>S/ 27,195.16</b>

Fuente: Tablas 32, 61 y 62.

Asimismo, se observa que al aumentar la carga de toneladas promedio por viaje, generó la reducción del número de viajes al mes en un 6.7%, manteniendo la misma demanda de alimento balanceado. En tal sentido también se muestra una disminución de los tiempos de parada en Planta por falta de graneleros en un 6.5%. Por otra parte, dicha mejora también influiría en la reducción del costo de alimento transportado y el ahorro de combustible de las unidades graneleras.

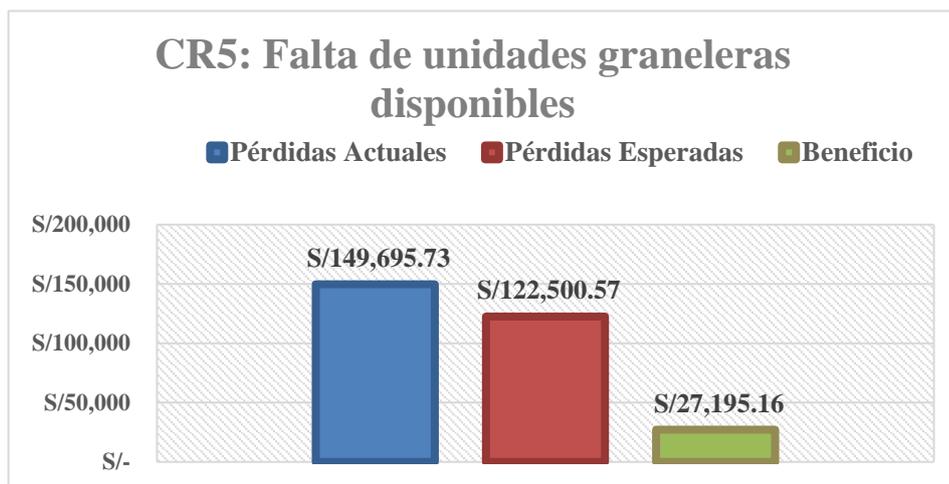


Figura 38. Resultados CR5 – Falta de unidades graneleras disponibles

Fuente: Tabla 70. Resultados Balance de Línea.

### 3.4. Matriz de indicadores – Propuestas de mejora

Tras el desarrollo de las propuestas de mejoras presentadas anteriormente, se muestra la matriz de indicadores agregando las variaciones en los costos y las inversiones por cada propuesta (ver Tabla 71)

Tabla 71

*Matriz de Indicadores de la Propuesta de Mejora.*

Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida actual (S./Año)	Valor Meta	Pérdida esperada (S./Año)	Beneficio	Propuesta de mejora	Inversión
<b>Cr1: Mala planificación del programa de producción</b>	% Horas extras en Producción	$\% = \frac{\text{Horas Extras en Producción}}{\text{Tiempo Total en Producción}} \times 100$	17%	S/134,213.63	5%	S/ 38,208.23	S/ 96,005.40	Plan Agregado de Producción	S/ 15,314
<b>Cr4: Falta de mantenimiento preventivo y predictivo</b>	% Abastecimiento perdido	$\% = \frac{\text{TM Abastecimiento perdido}}{\text{Total TM Producidas}} \times 100$	3.7%	S/260,267.06	2.2%	S/156,160.24	S/104,106.82	RCM	S/ 94,700
<b>Cr5: Falta de unidades graneleras disponibles</b>	% Horas de parada por falta de capacidad	$\% = \frac{\text{Hr de parada por falta de capacidad}}{\text{Tiempo Total en Producción}} \times 100$	4.0%	S/149,695.73	3.8%	S/122,500.57	S/ 27,195.16	Balance de Línea	S/ 5,595
<b>MONTO TOTAL (S).</b>				<b>S/544,176.42</b>		<b>S/316,869.03</b>	<b>S/227,307.38</b>	<b>-42%</b>	<b>S/ 115,969</b>

Fuente: Tablas 64, 67, 69 y 70.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión:

En la presente investigación, se diagnosticaron inicialmente seis causas raíz, de las cuales se determinaron que, tres de estas impactaban principalmente en los altos costos operativos en el Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo.

La propuesta de mejora con la implementación de un Plan Agregado de Producción, Balance de Línea y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), logró una reducción en los costos operativos en un 42%, lo cual equivale a la suma de S/. 227,307.38.

Los resultados obtenidos fueron contrastados con otros trabajos de investigación que aplicaron metodologías similares. En tal sentido, con la propuesta de mejora de **CR4 (RCM)** se logró el aumento de la disponibilidad en un 12% y la confiabilidad en un 23% en los graneleros, reflejándose una reducción de los costos en 40% por la suma de S/. 104,106.82, dichos beneficios alcanzados se compararon con la investigación de Salazar (2019), en esta tesis se concluye que, con la aplicación del RCM se alcanza un aumento en la disponibilidad del 14% y la confiabilidad en 44.63% de una flota de tractocamiones, asimismo, un costo beneficio anual de S/. 8,737.09 por cada tractocamión, alcanzando un costo beneficio total de S/. 113,582.17 por la flota de 13 tractocamiones elegidos en su análisis.

Por otra parte, los beneficios alcanzados en la **CR5** tras la aplicación del **Plan Agregado de Producción** se redujeron las horas extras de Producción en 72% y una disminución en los costos de S/96,005.40, dichos resultados se contrastaron con los obtenidos por Polanco y Oré (2017), en dicha tesis se concluyó que, con la propuesta de mejora mediante herramientas de manufactura esbelta, los tiempos de parada no planificados se redujeron en

un 27% y las horas extras de producción disminuirán a razón de 101.50 horas por semana y se lograría un ahorro anual de los tiempos muertos por S/. 53,301.21.

Finalmente, para la **CR1** se aplicó la herramienta del **Balance de Línea**, con la cual se generó una reducción en los costos del 18% siendo una suma de S/27,195.16 y un aumento en la capacidad de producción y traslado de alimento en un 7%. Comparando lo mencionado con el trabajo de Arellano y Villarruel (2019) en su tesis desarrollada, indican que los beneficios económicos de implementar una propuesta de mejora con dicha herramienta representaron el monto de S/ 64,638 y permitirán incrementar la rentabilidad de la empresa en un 10%.

Con la implementación de las propuestas de mejora se logra un VAN positivo de S/ 199,223, un TIR de 84.7% mayor a la TMAR de la empresa de un 18% y un costo beneficio de 1.78 generando una reducción de los costos operativos del Área de Producción.

#### **4.2. Conclusiones:**

Se concluye que, mediante la propuesta de mejora en el Área de Producción en una empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo, conformada con la aplicación del Plan Agregado de Producción, Balance de Línea y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, se logró una reducción en los costos de S/ 544,176.42 a S/ 316,869.03, obteniendo un 42% de beneficio anual por el monto de S/ 227,307.38.

Se realizó el diagnóstico y se monetizaron las pérdidas anuales de cada causa raíz. Siendo las importantes la Mala planificación del programa de Producción (**CR1**) con pérdidas al año de S/. 134,213.63, la Falta de mantenimiento preventivo y predictivo (**CR4**) generó pérdidas por S/. 260,267.06, la Falta de unidades graneleras disponibles (**CR5**) con pérdidas por la suma de S/. 149,695.73. Asimismo, se realizaron los cálculos de las demás causas raíz, tales como, la Inadecuada distribución de planta (**CR2**) generando pérdidas por la suma de

S/. 46,686.05, la Falta de motivación del personal (**CR3**) alcanzando pérdidas por la cifra de S/. 52,615.20 y la Falta de control de inventarios (**CR6**) con pérdidas de S/. 18,543.99.

Se desarrolló la propuesta de mejora en el Área de Producción de la empresa de Alimentos Balanceados, la cual consistió en la implementación del Plan Agregado de Producción, Balance de Línea y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), mejorando indicadores y obteniendo una reducción del 42% en los costos de la empresa por la cantidad de S/ 227,307.38.

Se calculó que la variación de costos según la propuesta de mejora en el Área de Producción de la empresa de Alimentos Balanceados es de S/ 227,307.38 (42%) debido a que, inicialmente dichos costos representaban un monto de S/ 544,176.42 y con la aplicación de la propuesta de mejora se redujeron a S/ 316,869.03.

Se realizó una evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en un periodo de cinco años, donde se obtuvo los siguientes resultados: Un VAN positivo de S/ 199,223, un TIR de 84.7% mayor a la TMAR de la empresa de un 18%, un beneficio costo de 1.78, el cual significa que por cada sol invertido se genera una ganancia de S/ 0.78 y un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 1.10 años. Por lo tanto, se concluye que la presente investigación es factible y genera una reducción de los costos operativos del Área de Producción de la empresa de Alimentos Balanceados en la ciudad de Trujillo.

## REFERENCIAS

- Alltech (2020). *Encuesta Global Anual sobre alimento balanceado*. Recuperado de <https://www.alltech.com/es-mx/encuesta-global-sobre-alimento-balanceado-de-alltech>
- Arellano, B., & Villarruel, J. (2019). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa avícola* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/23409>
- Assen, R., & Miranda, C. (2019). *Propuesta de gestión en las áreas de producción y logística, para reducir los costos en la empresa Chimú Agropecuaria* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/23692>
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. (7a. ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Banda, A. (2014). *Implementación de método de trabajo en el área de cultivo de Rosas Freedom de la Florícola Bella Rosa mediante el análisis de procesos para mejorar la productividad mono factorial*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3786/4/04%20>
- BMEDITORES (2020). *Encuesta global sobre alimento balanceado de Alltech 2020*. Recuperado de <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/encuesta-global-sobre-alimento-balanceado-de-alltech-2020/>
- Castillo, A. (2017). *Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del sistema Power Oil de la estación ATACAPI del B47-LI, de Petroamazonas "EP" AP*. (Tesis de maestría). Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6300>
- CCLL (2018). *Avicultura Libertena sigue alzando vuelo*. Recuperado de <http://www.camaratru.org.pe/web2/index.php/jstuff/noticias-destacadas/item/4630-avicultura-libertena-sigue-alzando-vuelo>

- Chase, R. & Jacobs, F. (2014). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. (13a. ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Chase, R. et al (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (12a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- CONTexto (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>
- Cuatrecasas, Ll. (2011). *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones, sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Díaz de Santos.
- De la Fuente, D. & Fernández, I. (2005). *Distribución en planta*. Universidad de Oviedo. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=7aRzy0JjqTMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=distribuci%C3%B3n+de+planta&ots=nnug\\_BjUOE&sig=Bhj2qFz9i0MRMvVRCS\\_0iH\\_TMHI#v=onepage&q=distribuci%C3%B3n%20de%20planta&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=7aRzy0JjqTMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=distribuci%C3%B3n+de+planta&ots=nnug_BjUOE&sig=Bhj2qFz9i0MRMvVRCS_0iH_TMHI#v=onepage&q=distribuci%C3%B3n%20de%20planta&f=false)
- García, J. et al. (2012). *Aplicación del análisis de riesgo a la producción de proteínas recombinantes expresadas en Escherichia coli*. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/vac/v21n2/vac07212.pdf>
- Gestión (2020). *Sector Agropecuario creció 2.1 % en primer semestre pese a impacto del COVID-19*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/sector-agropecuario-crecio-21-en-primer-semester-pese-a-impacto-del-covid-19-nndc-noticia/?ref=gesr>
- Heizer, J. & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. (7a. ed.). México: Pearson Educación.
- Heizer, J. & Render, B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. (9na. ed.). México: Pearson Educación.
- Heizer, J. & Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas*. (11a. ed.). Madrid: Pearson Educación. Recuperado de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=1827>

- Heizer, J. & Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas*. (11a. ed.). Madrid: Pearson Educación. Recuperado de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=1828>  
<https://www.alltech.com/es-mx/encuesta-global-sobre-alimento-balanceado-de-alltech-gracias?submissionGuid=43eb1a1c-6de1-4d82-97da-ab89d05f1147>  
IND%20026%20Tesis.pdf
- Industria Avícola (2020). *Fuerte crecimiento de la avicultura latinoamericana en 2019*. Recuperado de <https://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/april2020/MobilePagedArticle.action?articleId=1573912#articleId1573912>
- INEI (2020). *Informe técnico: Producción Nacional Octubre 2020*. Recuperado de <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/12-informe-tecnico-produccion-nacional-oct-2020.pdf>
- Kanawaty, G. et al. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. (4a. ed.). Ginebra. Recuperado de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Krajewski, L. et al (2008). *Administración de operaciones*. (8va. Ed). México: Pearson Educación.
- Macronorte (2020). *La Libertad ocupa el segundo lugar en producción avícola del país*. Recuperado de <https://macronorte.pe/2019/05/01/la-libertad-ocupa-el-segundo-lugar-en-produccion-avicola-en-el-pais/>
- MINAGRI (2020). *Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización de Productos Avícolas Junio-2020*. Recuperado de <https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/handle/MINAGRI/781>
- MINAGRI (2020). *Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización de Productos Avícolas Julio-2020*. Recuperado de <https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/handle/MINAGRI/780>
- MINAGRI (2020). *Valor Bruto de la Producción Agropecuaria*. Recuperado de <https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/handle/MINAGRI/792>

- Montes, J. (2013). *Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)*. (Tesis de licenciatura). Repositorio de Universidad Tecnológica de Pereira de Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3956>
- Mora, A. (2009). *Manejenimiento, Planeación, Ejecución y Control*. México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. (12a. ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Panchana, A. (2019). *Aplicación de la metodología 5S en la línea número 1 de clasificación y empaque de una empresa empacadora de camarón ubicada en Duran* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12535/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-47.pdf>
- PDCA Home. (2013). *Cómo dibujar y qué es un diagrama de espagueti o spaguetti chart*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/4726/como-dibujar-y-que-es-un-diagrama-de-espaghetti-o-spaghetti-chart/>
- Polanco, F., & Oré, K. (2017). *Mejora del proceso de la producción de harina usada como materia prima para alimento balanceado de mascotas aplicando la metodología Lean Manufacturing* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12019>
- Ricaldi, M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/315015>
- Rodríguez, Marta. (2017). *¿Qué beneficios me aporta un sistema de planificación de la producción?* Recuperado de <http://planningmanufacturing.com/blog/2017/10/05/que-beneficios-me-aporta-un-sistema-de-planificacion-de-la-produccion/>

- Salazar, J (2019). *Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (mcc) para incrementar la disponibilidad de los tractocamiones Freightliner de la empresa Transportes Pakatnamu S.A.C.* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8019>
- Sipper, D. & Bulfin, R. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Six Sigma Material. (s.f.). *Spaguetti Diagram*. Recuperado de <http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html>
- Soto, R. (2007). *El proceso de las 5' s en acción: La metodología japonesa para mejorar la calidad y la productividad de cualquier tipo de empresa*. Recuperado de <http://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/article/viewFile/144/137>
- Tavares, L. (2010). *Administración moderna de mantenimiento*. Recuperado de <https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO N° 01

#### Horas de parada de las unidades graneleras por mantenimiento - 2020

$\Sigma$ Tiempo (Hr)	2020								
Unidad	2020-04	2020-05	2020-06	2020-07	2020-08	2020-09	2020-10	2020-11	2020-12
<b>C5J-755</b>	47.71	51.11	38.92	18.07	20.96	42.04	19.97	56.87	25.82
<b>F0N-926</b>	71.65	113.94	216.31	259.97	173.93	61.67	229.23	174.27	91.61
<b>F1H-854</b>	79.07	49.02	22.62	39.11	41.30	44.27	200.23	140.78	-
<b>T4T-805</b>	74.32	61.40	224.94	46.41	58.89	197.60	18.22	31.82	17.27
<b>T4Z-919</b>	71.15	103.94	30.69	17.82	66.49	36.46	77.30	70.78	45.73
<b>T8S-882</b>	11.10	21.58	30.26	12.10	20.25	9.45	16.63	36.40	10.18
<b>Total general</b>	<b>62.05</b>	<b>71.15</b>	<b>91.15</b>	<b>61.36</b>	<b>57.71</b>	<b>59.03</b>	<b>82.15</b>	<b>79.22</b>	<b>41.02</b>

## ANEXO N° 02

### Costo Anual del Plan de Mantenimiento Preventivo

N°	Función	Acciones Recomendadas	Frecuencia	Tiempo (Hr)	Cantidad	Materiales	CMOI	CMOE	TOTAL ANUAL
1	Revisión nivel de agua, hidrolina y aceite	Inspección y mantenimiento para el cambio de aceite e hidrolina en motor	Trimestral	2.21 Hr	4	S/ 1,250.00	S/ 884.00	S/ -	S/ 8,536.00
2	Revisión de neumáticos	Verificación de presión de aire de neumáticos, rotación, lineamientos y/o cambio de neumáticos	Mensual	5.51 Hr	12	S/ 4,000.00	S/ -	S/ 600.00	S/ 55,200.00
3	Revisión de luces y encendido	Inspección y mantenimiento de sistema eléctrico	Trimestral	3.30 Hr	4	S/ 1,350.00	S/ -	S/ 1,300.00	S/ 10,600.00
4	Respetar límites de velocidad	Plan de capacitaciones al personal sobre el cuidado de la unidad	Mensual	2.50 Hr	12	S/ -	S/ 31.25	S/ -	S/ 375.00
5	Llenado de alimento balanceado en tolva	Inspección y mantenimiento de compuertas internas de Tolvas	Semestral	4.15 Hr	2	S/ 450.00	S/ 51.88	S/ -	S/ 1,003.75
6	Transportar la carga de Planta a Granja	Inspección y mantenimiento de caja de motor, caja de cambios y transmisión	Mensual	4.41 Hr	12	S/ 3,500.00	S/ 661.50	S/ 850.00	S/ 60,138.00
7	Descarga de AABB en silos de Granja	Inspección y mantenimiento de componentes del sistema hidráulico	Mensual	2.21 Hr	12	S/ 450.00	S/ 331.50	S/ -	S/ 9,378.00
8	Realizar lavado y engrase de la unidad	Inspección y cumplimiento del programa de lavado y engrase	Quincenal	4.00 Hr	24	S/ -	S/ -	S/ 800.00	S/ 19,200.00
<b>COSTO ANUAL TOTAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>									S/ 164,430.75

### ANEXO N° 03

#### Inversión Total para el Plan de Mantenimiento Preventivo

<b>CAPACITACIÓN A LOS OPERARIOS</b>	<b>S/</b>	<b>5,000.00</b>
<b>SERVICIO DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>S/</b>	<b>6000.00</b>
<b>MATERIALES Y EQUIPO MULTIMEDIA</b>	<b>S/</b>	<b>88,700.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE INVERSIÓN</b>	<b>S/</b>	<b>94,700.00</b>

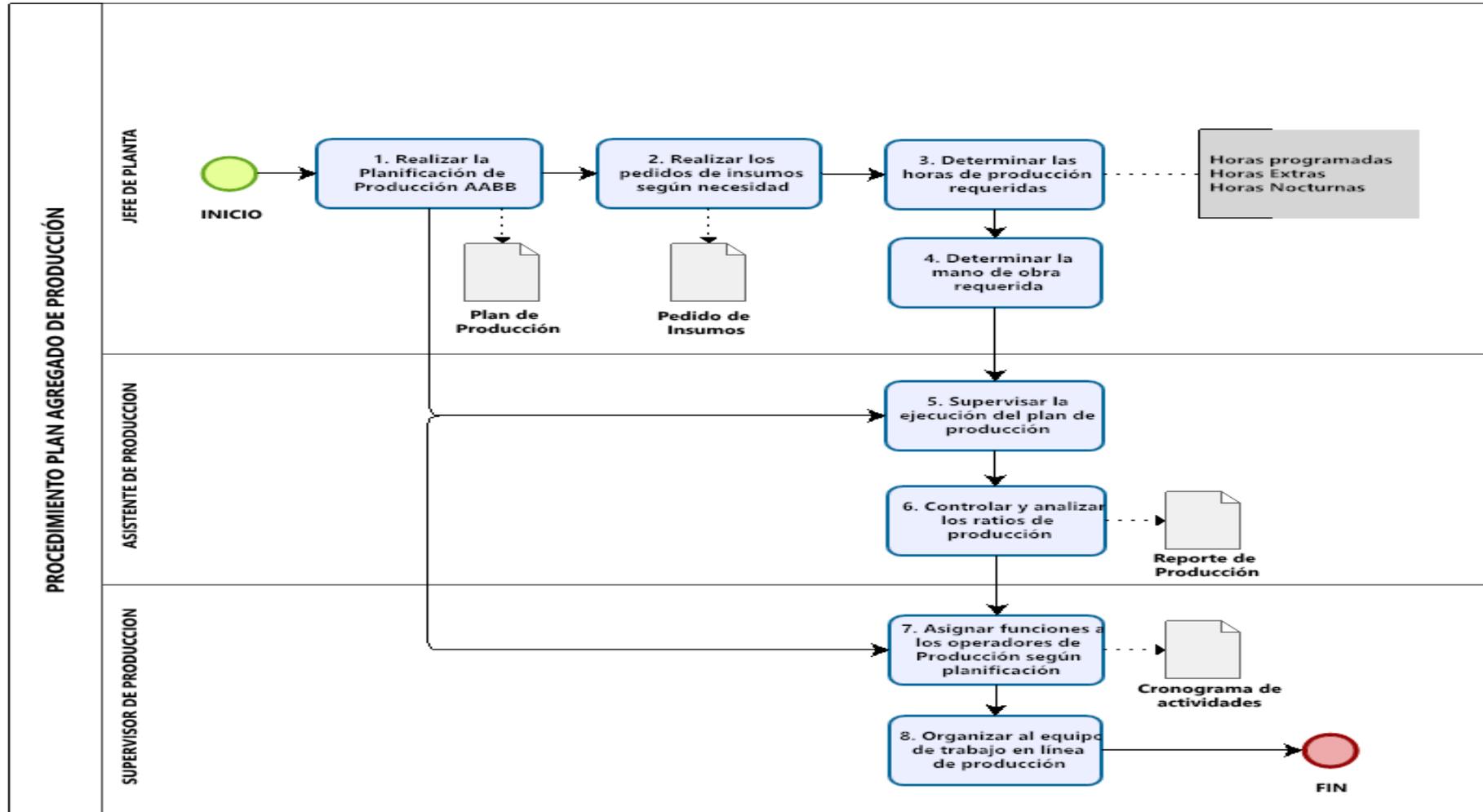
## ANEXO N° 04

### Demanda Histórica de Toneladas Alimento Balanceado Pellet – Índices Estacionales

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>2018</b>	7,843	6,615	7,277	8,045	7,650	8,189	7,657	8,111	8,580	8,891	7,818	8,013
<b>2019</b>	8,290	7,710	7,710	7,934	7,941	7,443	8,949	8,692	7,951	8,952	8,278	9,014
<b>2020</b>	8,625	7,585	8,647	9,487	8,069	8,135	7,980	7,404	8,971	8,425	9,090	8,444
<b>Promedio mes</b>	<b>8,253</b>	<b>7,303</b>	<b>7,878</b>	<b>8,489</b>	<b>7,887</b>	<b>7,922</b>	<b>8,195</b>	<b>8,069</b>	<b>8,501</b>	<b>8,756</b>	<b>8,395</b>	<b>8,490</b>
<b>Promedio Total</b>	<b>8,178</b>											
<b>Índice estacional</b>	1.01	0.89	0.96	1.04	0.96	0.97	1.00	0.99	1.04	1.07	1.03	1.04

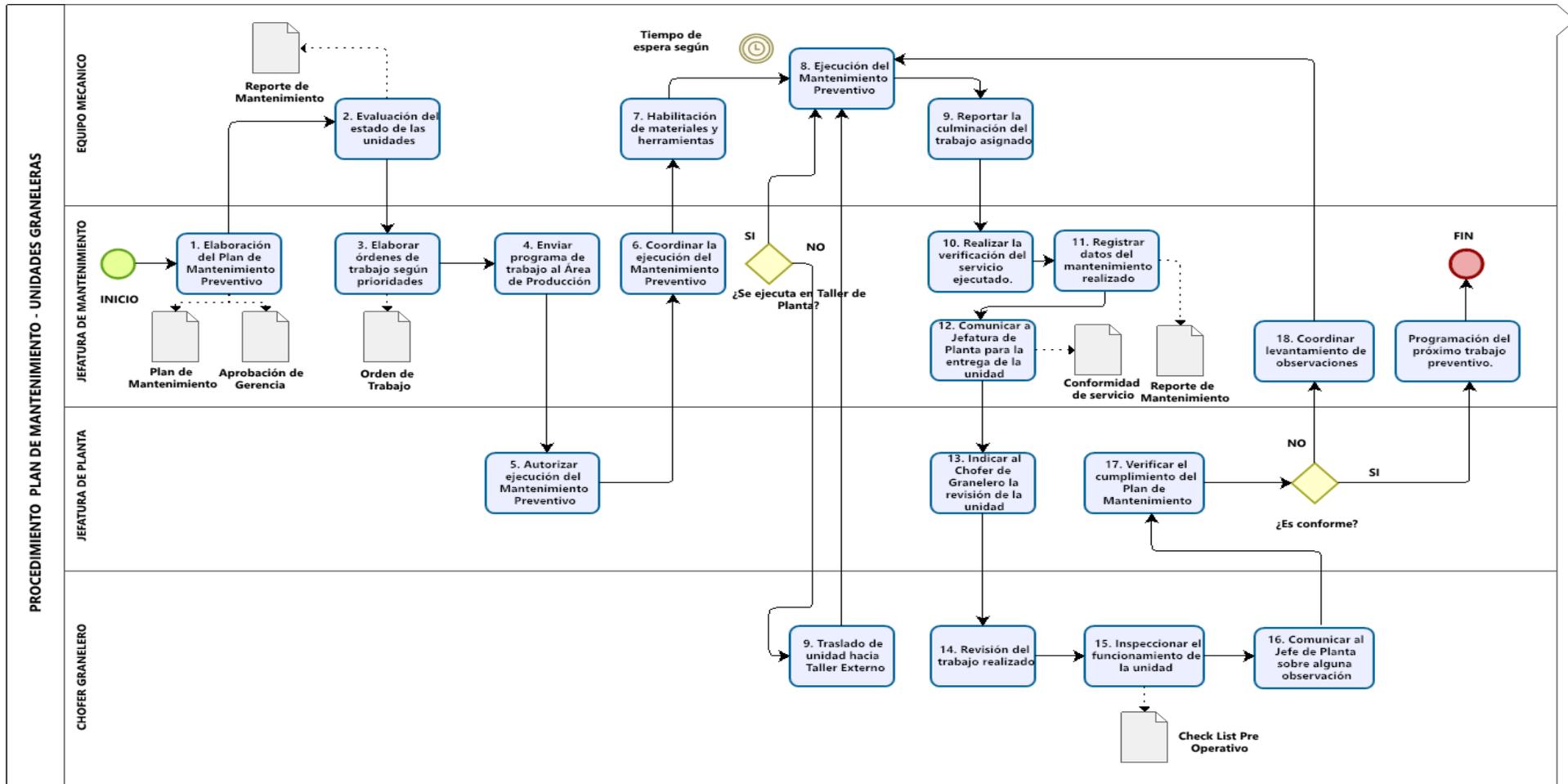
**ANEXO N° 05**

**Procedimiento de Ejecución: Plan Agregado de Producción**



ANEXO N° 06

Procedimiento de Ejecución: Plan de Mantenimiento – Unidades Graneleras



## ANEXO N° 07

### Descripción de Puesto: Chofer Granelero

IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	
<b>Empresa</b>	El Rocio S.A.
<b>Denominación del Cargo</b>	Chofer
<b>Gerencia</b>	Investigación & Desarrollo
<b>Área</b>	Planta de alimentos
OBJETIVO DEL CARGO	
Responsable del traslado de alimento balanceado desde Planta de Alimento hacia granjas, operando correctamente la unidad y respetando las normativas vigentes del ministerio de transportes.	
FUNCIONES	
Revisar pre operativa de la unidad granelera antes de ponerla en marcha, verificando lo siguiente: Nivel de agua, aceite e hidrolina, revisar neumáticos, rayaduras o roces, revisión de luces y encendido.	
Ejecuta la operación de descarga del alimento balanceado en los silos indicados por el almacenero de granja y al finalizar firma conformidad en la guía de remisión.	
Comunicar al Jefe inmediato sobre las condiciones operativas y documentarias de la unidad.	
Verificar la cantidad de combustible de la unidad antes de salir de viaje y al relevo de turno.	
Respetar los límites de velocidades establecidas para: Planta de alimentos y en granja 25 km/hora - Ruta a granja según la normativa del ministerio de Transportes	
Mantener completamente la concentración a las instrucciones del llenador de unidades al momento de cargar el alimento en Tolva para evitar errores y accidentes.	
Verificar al momento de la salida de Planta de Alimentos, que la unidad Granelera cuente con la Guía de Remisión y Precintos de Seguridad, cuyo número se registra en la respectiva guía.	
Realizar el lavado y engrase de la unidad periódicamente (mínimo una vez al mes), llevar un registro en su cuaderno de ocurrencia.	
Llevar un registro de los mantenimientos realizados en la unidad (cambio de llantas, cambio de aceite, etc) en su cuaderno de ocurrencia, con la finalidad de mantener la unidad en óptimas condiciones.	
Realizar el pedido de neumáticos al Jefe inmediato, mediante el formato de control de neumáticos con los datos del kilometraje recorrido, horas máquina, consumo de galones, medida de presión de aire y especificaciones de neumáticos.	
Registrar en el cuaderno de ocurrencias, la información de cada viaje realizado y los abastecimientos de combustible de la unidad (Granja, N° Guía Remisión, cantidad y tipo de alimento, Kilometraje, Horas Máquina, Consumo Galones).	
Realizar cualquier otra actividad que le sea asignada por el superior inmediato, previa capacitación.	

ANEXO N° 08

Procedimiento de Ejecución: Balance de Línea

