

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
SEMIAUTOMÁTICO EN SILOS Y TOLVAS DE
ALMACENAMIENTO PARA MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESAMIENTO DE
ALIMENTO BALANCEADO EN UNA PLANTA DEL
SECTOR AVÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

RAFAEL ENRIQUE LIMO HUAMÁN

Chiclayo 22 de, diciembre del 2017

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
SEMIAUTOMÁTICO EN SILOS Y TOLVAS DE
ALMACENAMIENTO PARA LA MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESAMIENTO DE
ALIMENTO BALANCEADO EN UNA PLANTA DEL
SECTOR AVÍCOLA**

POR:

RAFAEL ENRIQUE LIMO HUAMÁN

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

Mgtr. Alejandro Vera Lázaro

Ing. Joselito Sánchez Pérez

Mgtr. Sonia Salazar Zegarra

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la fuerza para seguir adelante, bendecirme y guiarme por el camino del bien, a mis padres, hermanos que con su amor, apoyo y comprensión siempre me dieron palabras de aliento en los momentos difíciles en mi formación profesional.

Rafael Enrique Limo Huamán.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por iluminarnos, protegernos durante el acontecer de nuestras vidas, por darme la fortaleza de continuar con nuestra vocación: ser Ingeniero y guiarme en la vida diaria.

A Padres, Hermanas, sobrinos quienes con su apoyo me dieron fuerza, entusiasmo, y apoyo incondicional, permitieron que nuestro trabajo de investigación se lleve a cabo con efectividad.

A mi asesor, Ing. Sonia Salazar Zegarra por darme la oportunidad de aprender y desarrollar mis capacidades, por su acertada orientación y apoyo incondicional en la elaboración del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

La productividad en la actualidad se ha vuelto un punto vital en el desarrollo de todas las organizaciones, es por ello que cada día se busca mejorar más la producción utilizando menos recursos. Con la correcta utilización de los recursos en el proceso productivo se generan mayores ingresos a la empresa y mayor utilidad para sus colaboradores.

El presente trabajo de investigación realizado en una planta de alimento balanceado del sector avícola, tiene como objetivo general, diseñar e implementar un sistema de control semiautomático para el llenado de materia prima en las tolvas de almacenamiento, el diseño y aplicación de este proyecto permitirá reducir tiempos muertos.

Los principales métodos utilizados para la recopilación de información han sido obtenidos de la data histórica de los reportes de producción de la planta de alimentos balanceados. Con los datos recolectados se identificaron las actividades productivas e improductivas, los cuales servirán para obtener los parámetros de producción, productividad, indicadores de productividad. También se realizó la observación del desarrollo de las actividades de los operadores, donde se emplearon métodos para el estudio de tiempos y el análisis de los recorridos del proceso.

Antes de la implementación del sistema de control semiautomático el total de horas improductivas era de 8,6% en el periodo de evaluación, lo cual para los periodos siguientes se pudo reducir a 3% para el primer periodo y posteriormente para el segundo periodo se redujo 2%.

La rentabilidad del proyecto se ve reflejada en el costo de horas extras, lo cual para el primer periodo después de implementado el sistema se obtiene una disminución de un 36,4 %, lo que permite proyectar un costo beneficio de 1,22 para los próximo 5 años de puesta en operación el nuevo sistema de control.

Palabras Clave: Sistema de control, mejora de la productividad.

ABSTRACT

Today's productivity has become a vital point in the development of all organizations, which is why every day we seek to improve production more using fewer resources. With the correct use of resources in the production process, higher revenues are generated for the company and greater utility for its employees.

The present research work carried out in a balanced feed plant of the poultry sector, has as its general objective, to design and implement a semiautomatic control system for the filling of raw material in the storage hoppers, the design and application of this project will reduce dead times.

The main methods used for the collection of information have been obtained from the historical data of the production reports of the feed mill. With the collected data, productive and unproductive activities were identified, which will be used to obtain the parameters of production, productivity, productivity indicators. The observation of the development of the activities of the operators was also carried out, where methods for the study of times and the analysis of the routes of the process were used.

Before the implementation of the semiautomatic control system, the total unproductive hours was 8.6% in the evaluation period, which for the following periods could be reduced to 3% for the first period and later for the second period it was reduced 2%.

The profitability of the project is reflected in the cost of overtime, which for the first period after implementing the system, a decrease of 36.4% is obtained, which allows projecting a cost benefit of 1,22 for the next 5 years of putting into operation the new control system.

.

Keywords: Control system, productivity improvement.

INDICE

CARATULA

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	xi
Índice de gráficos.....	xii
I. Introducción.....	13
II. Marco de referencia del problema.....	15
2.1. Antecedentes del problema.....	15
2.2. Fundamento teórico.....	17
2.2.1. Bases teóricas para el análisis del sistema productivo.....	17
2.2.2. Automatización de tolvas de almacenamiento temporal.....	18
2.2.3. Producción en una planta de alimento balanceado.....	19
2.2.4. Sistema de control de un proceso.....	23
2.2.5. PLC (Controlador Lógico Programable)	24
3. Resultados	25
3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	25
3.1.2. Sistema de producción.....	30
3.1.3. Capacidad de planta	33
3.1.4. Análisis de producción según el tipo de alimento periodo jun. 2012- may 2013...	34
3.1.5. Análisis para el proceso de producción.....	35
3.1.6. Formulaciones empleadas para cada tipo de alimento balanceado.....	36
3.1.7. Diagrama de análisis del proceso del alimento balanceado.....	45
3.1.8. Diagrama de recorrido del proceso de alimento balanceado.....	46
3.1.9. Situación actual de silos y tolvas en el procesamiento	47
3.1.10. Datos de producción junio 2012- mayo 2013.....	54
3.1.11. Índice de ventas junio 2012- mayo 2013.....	55
3.1.12. Producción antes de la mejora junio 2012- mayo 2013.....	56
3.1.13. Capacidad de planta antes de la mejora junio 2012- mayo 2013.....	58
3.1.14. Productividad: De materia prima, de la mano de obra, económica, energía.....	59
3.1.15. Indicadores de productividad junio 2012- mayo 2013.....	60
3.1.16. Otros Indicadores junio 2012- mayo 2013.....	61
3.1.17. Análisis de las actividades de producción periodo de junio 2012- mayo 2013....	62
3.1.18. Análisis del tiempo de inactividad de la producción periodo de junio 2012- mayo 2013.....	67
3.1.19. Identificación de problemas que afectan al sistema productivo.....	69
3.1.20. Propuesta del sistema de control Semiautomático.....	71
3.1.21. Desarrollo de las propuestas para la mejora en los sistemas de producción.....	72
3.1.22. Diseño e implementación del sistema de control semiautomático en tolvas de almacenamiento.....	72
3.1.23. Beneficios del sistema de control semiautomático.....	95
3.1.24. Resultados con la implementación del sistema de control semiautomático periodo diciembre 2013- noviembre 2014.....	97
3.1.25. Índice de ventas Dic 2013 – Nov 2014.....	98

3.1.26. Producción Dic 2013 – Nov 2014.....	98
3.1.27. Capacidad de planta Dic 2013 – Nov 2014.....	100
3.1.28. Productividad Dic 2013 – Nov 2014.....	101
3.1.29. Indicadores de Productividad Dic 2013 – Nov 2014.....	102
3.1.30. Otros indicadores Dic 2013 – Nov 2014.....	103
3.1.31. Resultados con la implementación del sistema de control semiautomático periodo Diciembre 2015- Noviembre 2016.....	104
3.1.32. Índice de ventas Dic 2015 – Nov 2016.....	105
3.1.33. Producción Dic 2015 – Nov 2016.....	105
3.1.34. Resume de horas y costos generados por el personal de cada área antes y después de implementado el sistema.....	107
3.1.35. Capacidad de planta Dic 2015 – Nov 2016.....	108
3.1.36. Productividad Dic 2015 – Nov 2016.....	109
3.1.37. Indicadores de productividad Dic 2015 – Nov 2016.....	110
3.1.38. Otros indicadores Dic 2015 – Nov 2016.....	111
3.1.39. Cuadro Comparativo de Indicadores (Antes y Después de la Mejora).....	112
3.1.40. Análisis costo beneficios.....	113
3.1.41. Planes de acción para la mejora.....	115
4. Conclusiones.....	116
5. Recomendaciones.....	116
6. Bibliografía.....	117
7. Anexos.....	119

Índice de tablas

Tabla N.º 2.1. Datos para análisis del sistema productivo.....	17
Tabla N.º 2.2. Indicador de tamaño de alimento para cada tipo de animal.	22
Tabla N.º 3.1. Número de trabajadores por área.....	29
Tabla N.º 3.2. Producción junio 2012- mayo 2013.....	32
Tabla N.º 3.3. Detalle de desperdicios obtenidos en planta.....	33
Tabla N.º 3.4. Capacidad de diseño de planta en periodos anteriores.....	33
Tabla N.º 3.5. Análisis de producción según el tipo de alimento periodo junio 2012- mayo 2013.....	34
Tabla N.º 3.6. Producto abuelas crecimiento.....	36
Tabla N.º 3.7. Producto prepostura abuelas.....	36
Tabla N.º 3.8. Producto Fase I abuelas.....	37
Tabla N.º 3.9. Producto Fase abuelas II.....	37
Tabla N.º 3.10. Producto reproductora inicio.....	38
Tabla N.º 3.11. Producto reproductor preinicio.....	38
Tabla N.º 3.12. Producto reproductoras machos.....	39
Tabla N.º 3.13 Producto reproductora crecimiento.	39
Tabla N.º 3.14 Producto reproductora fase I.....	40
Tabla N.º 3.15. Producto reproductor prepostura.....	40
Tabla N.º 3.16. Producto Súper pre inicio.....	41
Tabla N.º 3.17. Producto reproductora fase II.	41
Tabla N.º 3.18. Producto pre inicio carne.....	42
Tabla N.º 3.19. Producto carne inicio.	42
Tabla N.º 3.20. Producto engorde I.....	43
Tabla N.º 3.21. Producto engorde II.....	43
Tabla N.º 3.22. Producto finalizador.....	44

Tabla N.º 3.23.	Diagnóstico de fallas por saturación del silo.....	47
Tabla N.º 3.24	Diagnóstico de falla por saturación de tolva Molienda (Entero).....	48
Tabla N.º 3.25.	Diagnóstico de falla por saturación de tolva Molidos.....	49
Tabla N.º 3.26.	Diagnóstico de falla por saturación de tolva Peletizado... ..	50
Tabla N.º 3.27.	Diagnóstico de falla por saturación de tolva Despacho.....	51
Tabla N.º 3.28.	Variables del proceso junio 2012 – mayo 2013.....	54
Tabla N.º 3.29.	Detalles de los ingresos por ventas junio 2012-mayo 2013... ..	55
Tabla N.º 3.30.	Cuadro de gasto anual de mantenimiento tomados del anexo 06.....	57
Tabla N.º 3.31.	Resumen total de horas de trabajo por área.....	57
Tabla N.º 3.32.	Resumen total de horas al 25%.....	57
Tabla N.º 3.33.	Resumen total de horas al 100 %.....	57
Tabla N.º 3.34.	Resumen total de horas trabajadas	57
Tabla N.º 3.35	Resumen total del costo de trabajo	57
Tabla N.º 3.36.	Datos de mantenimiento junio 2012- mayo 2013.....	61
Tabla N.º 3.37.	Producción total con tiempo de horas de parada Junio 2012 – mayo 2013.....	67
Tabla N.º 3.38.	Datos técnicos del guardamotor.....	77
Tabla N.º 3.39.	Datos técnicos del contactor ABB.....	77
Tabla N.º 3.40.	Datos tecnicos para la selección del motoreductor.....	79
Tabla N.º 3.41.	Motorreductor SEW.....	79
Tabla N.º 3.42.	Sistema de Transmisión de cadenas.....	82
Tabla N.º 3.43.	Características del dispositivo Zelio.....	84
Tabla N.º 3.44.	Pulsadores datos técnicos.....	86
Tabla N.º 3.45.	Selector de posición.....	86
Tabla N.º 3.46.	Sensor Rotativo para gráneles	87
Tabla N.º 3.47.	Dispositivo final de carrera.....	88
Tabla N.º 3.48.	Descripción de las variables de programación del dispositivo.....	91
Tabla N.º 3.49.	Selección de chumacera tipo pared SKF.....	93
Tabla N.º 3.50.	Tablero para sobreponer	93
Tabla N.º 3.51.	Datos técnicos para selección de cables	94
Tabla N.º 3.52.	Registro de producción de la planta de alimentos balanceados periodo diciembre 2013- noviembre 2014.....	97
Tabla N.º 3.53.	Detalle de ventas diciembre 2013- noviembre 2014.....	98
Tabla N.º 3.54.	Gasto anual de mantenimiento.....	99
Tabla N.º 3.55.	Horario normal de 8 horas al 100% del total de operadores.....	99
Tabla N.º 3.56.	Horas extras al 25 % del total de operadores.....	99
Tabla N.º 3.57.	Horas extras al 100 % del total de operadores.....	99
Tabla N.º 3.58.	Total de horas empleadas para la producción.....	99
Tabla N.º 3.59.	Costo total de horas de trabajo de los operadores.....	99
Tabla N.º 3.60.	Datos de mantenimiento periodo dic.2013- nov. 2014.....	103
Tabla N.º 3.61.	Registro de producción de la planta de alimentos balanceados periodo diciembre 2015- noviembre 2016.....	104
Tabla N.º 3.62.	Detalle de ventas diciembre 2015- noviembre 2016.....	105
Tabla N.º 3.63.	Gasto anual de mantenimiento dic 2015-nov 2016.....	106
Tabla N.º 3.64.	Horario normal de 8 horas del total de operadores.....	106
Tabla N.º 3.65.	Horas extras al 25 % del total de operadores.....	106
Tabla N.º 3.66.	Horas extras al 100 % del total de operadores.....	106
Tabla N.º 3.67.	Total de horas empleadas para la producción.....	106
Tabla N.º 3.68.	Costo total de horas de trabajo de los operadores.....	106

Tabla N° 3.69. Cuadro resumen de horas y costos empleados para la producción.....	107
Tabla N° 3.70. Cuadro resumen de horas y costos en el mantenimiento.....	107
Tabla N° 3.71. Resumen de horas y costos empleados para el transporte.....	107
Tabla N° 3.72. Datos de mantenimiento periodo dic.2015- nov. 2016.....	111
Tabla N° 3.73. Cuadro comparativo de indicadores anuales.....	112
Tabla N° 3.74. Horas extras al 25% Periodo en evaluación.....	113
Tabla N° 3.75. Horas extras al 100 % Periodo en evaluación.....	113
Tabla N° 3.76. Registro de mermas periodo 2013-2014.....	113
Tabla N° 3.77. Presupuesto para la implementación del nuevo sistema.....	114
Tabla N° 3.78. Beneficio Costo de la implementación del nuevo sistema.....	114
Tabla N° 7.1. Muestra tomada del programa de producción.....	119
Tabla N° 7.2. Análisis de la capacidad de producción.....	119
Tabla N°7.3 Tiempo de Inactividad de la producción diciembre 2013- noviembre 2014.	120
Tabla N°7.4 Tiempo de Inactividad de la producción diciembre 2015- noviembre 2016.	120
Tabla N° 7.5. Materiales empleados por mantenimiento junio 2012-mayo 2013.....	121
Tabla N° 7.6. Tiempo de producción estimado periodo Junio2012-mayo 2013.....	122
Tabla N° 7.7. Horas extras al 25% periodo Junio2012-mayo 2013.....	122
Tabla N° 7.8. Horas extras al 100 % periodo Junio2012-mayo 2013.....	123
Tabla N° 7.9. Registro de horas empleadas para la producción periodo junio 2012-mayo 2013.	123
Tabla N° 7.10. Costo de jornal diario por trabajador de cada área.	124
Tabla N° 7.11. Registro de costo de horas del proceso productivo periodo junio 2012- mayo 2013.....	124
Tabla N° 7.12. Materiales empleados por mantenimiento periodo diciembre 2013 noviembre 2014.....	125
Tabla N° 7.13. Tiempo de producción estimado periodo Dic. 2013- Nov.2014.....	126
Tabla N° 7.14. Horas extras al 25% periodo Dic. 2013- Nov. 2014.....	126
Tabla N° 7.15. Horas extras al 100% periodo Dic.2013- Nov.2014.....	127
Tabla N° 7.16. Registro de horas empleadas para la producción periodo diciembre 2013-noviembre 2014.....	127
Tabla N° 7.17. Costo de jornal diario por trabajador de cada área.....	128
Tabla N° 7.18. Registro de costo de horas del proceso productivo periodo diciembre 2013-noviembre 2014.....	128
Tabla N° 7.19. Materiales empleados por mantenimiento periodo diciembre 2015- noviembre 2016.....	129
Tabla N° 7.20. Tiempo de producción estimado periodo Dic. 2015- Nov.2016.....	130
Tabla N° 7.21. Horas extras al 25% periodo Dic. 2015- Nov. 2016.....	130
Tabla N° 7.22. Horas extras al 100% periodo Dic.2015- Nov.2016.....	131
Tabla N° 7.23. Registro de horas empleadas diciembre 2015-noviembre 2016.....	131
Tabla N° 7.24. Costo de jornal diario por trabajador de cada área.....	132
Tabla N° 7.25. Registro de costo de horas diciembre 2015-noviembre 2016.....	132
Tabla N° 7.26. Factores de servicios según la maquina empleada.....	133
Tabla N° 7.27. Factores de hileras multiples.....	133
Tabla N° 7.28. Selección del numero de dientes	135
Tabla N° 7.29. Selección de factores para hallar la longitud de la cadena.....	136
Tabla N° 7.30. Tabla de datos tecnicos del tipo de cable.....	137
Tabla N° 7.31. Tabla de datos tecnicos THW- 90 (AWG/MCM).....	137
Tabla N° 7.32. Tabla de datos tecnicos NMT.....	138
Tabla N° 7.33. la de datos tecnicos NLT.....	138
Tabla N° 7.34. Tabla de datos tecnicos para la selección del motoreductor.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N.º 2.1	Muestra de pelet.....	21
Figura N.º 2.2	Control manual.....	23
Figura N.º 2.3	Control automático.....	23
Figura N.º 2.4	Estructura del PLC.....	24
Figura N.º 3.1	Organigrama de la empresa.....	26
Figura N.º 3.2	Mapa de procesos de producción.....	27
Figura N.º 3.3.	Organigrama de la Planta de alimentos.....	28
Figura N.º 3.4.	Diagrama de flujo planta de alimento balanceado en estudio.....	35
Figura N.º 3.5.	Diagrama de actividades de la planta de alimentos balanceados.....	45
Figura N.º 3.6.	Diagrama de recorrido del proceso.....	46
Figura N.º 3.7.	Sistema de transmisión para selección de tolva.....	52
Figura N.º 3.8.	Escalera de acceso a plataforma de tolvas.....	52
Figura N.º 3.9.	Saturación de maquina	53
Figura N.º 3.10.	Saturación de elevador.....	53
Figura N.º 3.11.	Caída de faja por atoro	53
Figura N.º 3.12.	Polín desalineado por atoro	53
Figura N.º 3.13.	Desgaste de componentes	53
Figura N.º 3.14.	Rotura de chumacera por atoro.....	53
Figura N.º 3.15.	Tiempos de proceso por etapa.	56
Figura N.º 3.16.	Proceso productivo periodo Junio2012- mayo 2013.	70
Figura N.º 3.17.	Esquema de funcionamiento del sistema a implementarse.....	72
Figura N.º 3.18.	Representación de la vista frontal del brazo móvil interno.....	73
Figura N.º 3.19.	Diseño de estructura para el sistema de distribución de llenado de tolva.....	74
Figura N.º 3.20.	Estructura del sistema	75
Figura N.º 3.21.	Montaje de la estructura	75
Figura N.º 3.22.	Sistema externo.....	75
Figura N.º 3.23.	Posicionamiento de llenado	75
Figura N.º 3.24.	Sistema de control Lazo Cerrado	76
Figura N.º 3.25.	Sistema de transmision	83
Figura N.º 3.26.	Ubicación del N.º de tolva.....	83
Figura N.º 3.27.	Busqueda de la ubicación.....	83
Figura N.º 3.28.	Punto de llenado	83
Figura N.º 3.29.	Representación del sistema de conexión eléctrica del dispositivo de programación de secuencias Zelio.....	85
Figura.N.º 3.30.	Conexion electrica	89
Figura N.º 3.31.	Mando de control	89
Figura N.º 3.32.	Instalación de sensores Rotativos.....	89
Figura N.º 3.33.	Desarrollo de la programación del control semiautomático de los cambios de tolvas	90
Figura N.º 3.34.	Representación de la activación del motor y selección de tolva.....	92
Figura N.º 3.35.	Representación del indicador de la ubicación del llenado de tolva....	92
Figura N.º 3.36.	Representación de la mejora del sistema productivo.....	96
Figura N.º 3.37.	Etapas del procesamiento del alimento balanceado.....	98
Figura N.º 3.38.	Etapas del procesamiento del alimento balanceado.....	105
Figura N.º 7.1	Selección del numero de paso de la cadena	133

INDICE DE GRAFICOS

Grafica N° 3.1. Producción por tipo de alimento junio 2012- mayo 2013.....	32
Gráfico N° 3.2. Diagrama de las actividades del operador de abastecimiento.....	62
Gráfico N° 3.3. Diagrama de las actividades del operador de molienda y mezclado.....	64
Gráfico N° 3.4. Diagrama de análisis del tiempo del operador de peletizado	66
Grafica N° 3.5. Horas de parada junio 2012 – mayo 2013.....	68
Grafica N° 3.6. Horas de parada según tipo de falla.....	68
Grafica N° 7.1 Selección del tipo de cadena	134

I. INTRODUCCIÓN

Desde ya hace algunos años el mundo globalizado ha generado que muchas empresas tiendan hacer más competitiva si es que quieren asegurar su permanencia en el mercado. Es por eso que la mayoría de empresas realizan planes estratégicos para asegurar el mejoramiento de su organización aplicando nuevas metodologías, que ayuden a mejorar la productividad en cada ámbito de la organización.

En el Perú el tema de globalización ha influenciado mucho en la minería, transporte, comunicación, industria, agricultura, pesca y ganadería. La respuesta de nuestro país en integrarse a un mundo global ha ocasionado muchos desbalances económicos en algunas actividades industriales debido a la nueva incursión de empresas extranjeras a nuestro país debido a los nuevos decretos de los tratados de libre y comercio. Esto ha motivado a muchos empresarios a mejorar sus procesos para ser competitivos en el mercado.

El ámbito a desarrollar esta investigación es el sector avícola en el Perú. Se dice que la avicultura ya es un negocio globalizado por lo cual lo que sucede a nivel mundial impacta a todos involucrados en la cadena avícola. Se dice que en los últimos 20 años, la producción del sector avícola ha crecido significativamente, pasando de 246,000 a 1,171 millones de toneladas métricas al año según la Asociación Peruana de Avicultura (APA). Esto se debe a que la productividad del sector avícola se ha incrementado en ese plazo.

En un análisis realizado un año anterior el consumo de alimento balanceado para generar un kilo de carne de pollo fue de 1,8 kilogramos, mientras que hace más de 30 años se necesitaban 2,8 kilogramos para alcanzar dicho peso. Además, para lograr que un ave tenga 2 kilos de peso en los años cincuenta, transcurrían 112 días; ahora en el 2012, se necesita solo de 30 días. (Diario el Comercio, 2013)

En el departamento de La Libertad el crecimiento industrial en el sector avícola ha tenido mucha acogida debido al crecimiento poblacional. La creciente demanda del consumo de pollo en los últimos años ha llevado a las industrias del sector avícola a crear su propia planta procesadora de alimento balanceado para poder satisfacer el consumo interno de sus pollos en granja; como es el caso de la planta de alimento balanceado en estudio.

La planta de alimento balanceado en estudio, presenta algunas anomalías en su proceso, la cual generan pérdidas de hora hombre, baja eficiencias tanto física como económica, y tiempo improductivo. Todo esto ocurre debido a que la planta en algunas etapas de su proceso presenta procedimientos rudimentarios, siendo el control de tiempo de llenado por cronometro, la ubicación para realizar los cambios de tolva distantes, falla en los controles de nivel de llenado; todos estos inconvenientes ocasionan atoros en ductos, y atascos en las demás líneas de procesos. Los índices de inactividad se ven reflejados en los indicadores de productividad.

Con los frecuentes problemas que se presentan en las líneas de proceso que se mencionaron anteriormente; se ha planteado la siguiente interrogante. ¿La implementación de un sistema de control semi-automático en las tolvas y silos de almacenamiento mejora la productividad en una planta de alimento balanceado?

Para responder este planteamiento se propuso como objetivo general, mejorar la productividad de la planta de alimentos balanceados con un sistema de control semiautomático en tolvas y silos; y como objetivos específicos tenemos: diagnosticar el proceso del alimento balanceado para determinar los indicadores de productividad y los cuellos de botella, diseñar el sistema de control semi-automático para algunas etapas del proceso de alimento balanceado, implementar el sistema de control semiautomático en el proceso, realizar el costo beneficio del sistema implementado para evaluar su rentabilidad.

Esta investigación se respalda en el logro tecnológico, debido a la búsqueda de nuevas soluciones que ayuda generar nuevos conocimientos y por consiguiente surgen nuevas alternativas distintas para la resolución de problemas específicos. En este contexto de sistema semi-automático propuesto se presenta como una nueva opción que integra la tecnología con los procesos, proporcionando de esta manera un enfoque diferente en la operación de las líneas de producción lo que permitirá mejorar el control de los procesos y lograr un incremento en la productividad.

Ante el avance de la tecnología y la robótica a través de sistemas automatizados se han desarrollado nuevas aplicaciones en diferentes áreas del proceso en planta. Por lo tanto, la alternativa del diseño de un sistema semi-automatizado permitirá obtener un incremento en la productividad, y ayudará a satisfacer las exigencias de los clientes.

El desarrollo de esta investigación es de gran utilidad porque se obtendrán mejoras en el desarrollo de las actividades del proceso, se reducirán tiempos muertos y aumentara en un porcentaje la productividad.

El proyecto ejecutado tiene una visión de aquí a un tiempo más adelante en integrar por completo todos los sistemas de control y tener una planta completamente automatizada.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Poveda, Hernández, Martínez, García, 2004, en su investigación sobre el “Análisis coste-beneficio del proceso de semiautomatización en la preparación de dosis unitarias por el servicio de farmacia” demostraron en términos monetarios los efectos de la implementación de un proceso de semiautomatización en la preparación de medicamentos por el sistema de distribución mediante dosis unitarias.

Los resultados que obtuvieron fueron de que la implantación del sistema semiautomático produce en términos monetarios un ahorro anual de 32,390 € en tiempos de personal y de 5,645 € en gastos estructurales. Globalmente, el movimiento de fondos o flujos de caja es de -96,565 €, estimados para un periodo de amortización de cinco años, siendo la ratio beneficio/costo de 2,19.¹

Villota, 2014, a través de su investigación sobre “Implementación de un sistema automatizado aplicado en los procesos de soldadura” se alcanzó a mejorar la calidad, reducir los tiempos de producción, reducir costos, tal como lo muestra su análisis costo beneficio donde se obtuvo un ingreso promedio de \$2640 al mes, teniendo en cuenta que su inversión del nuevo sistema sería de \$5074,2 se estima que el tiempo de recuperación de la inversión sería en 58 días. Cabe notar que el costo de importación del casquillo es de \$ 14,9 y el costo estimado de producción con la implementación del sistema es de \$ 6,73 por lo que se obtuvo una utilidad de 8,17 por cada casquillo producido obteniéndose una ganancia del 54,8%.²

Poma, Lecca 2012, en su investigación sobre “Diseño, construcción e implementación de un sistema automatizado integrador para los módulos de caudal, presión y temperatura del centro de manufactura avanzada” en el artículo de investigación se presenta una alternativa para la industria manufacturera y de procesos, siendo el objetivo principal el de integrar los módulos automatizados de caudal, presión y temperatura del Centro de Manufactura Avanzada (CEMA-UNMSM), mediante microcontroladores, respondiendo a la necesidad del sector empresarial, de mejorar su productividad haciendo uso de tecnología económica a fin de incrementar la calidad de sus productos y reducir costos de fabricación. El resultado logrado en la investigación es la integración de los sistemas de control de procesos del CEMA, que trae como conclusión la factibilidad de realizar dispositivos funcionales de reducido espacio de instalación, versátil en el proceso y de fácil operación mediante software.³

¹ Revista el sevier. ” Análisis costo beneficio del proceso de semiautomatización en la preparación de dosis unitarias por el servicio de farmacia”. <http://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-hospitalaria-121-articulo-analisis-coste-beneficio-del-proceso-semiatomizacion-13118607>

² Ingeniería mecatrónica “Soldadora semiautomática TIG de casquillos de acero inoxidable” <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3753>.

³ Redalyc.org. “Diseño, construcción e implementación de un sistema automatizado integrador para los módulos de caudal, presión y temperatura del centro de manufactura avanzada.” <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629470012>

Suarez, Jiménez, 2010, en su investigación sobre “Modernización del sistema de control para llenado de tolvas de carbón de las unidades I, II y III en la termoeléctrica de Paipa”. Se garantizó un mayor control y agilidad en el proceso de llenado de tolvas bajo distintas condiciones de operación, lo que permitió disminuir las pérdidas en generación y vida útil de maquinaria previniendo fallas graves y teniendo a disposición todas las unidades y tolvas correspondientes requeridas para la generación sin necesidad de doblar turnos para realizar el llenado de las mismas. Se redujo la complejidad y se mejoró la calidad del proceso a la hora de manipular el sistema por parte del operario, quedando disponibles para ayudar en otras tareas donde haga falta personal, reducir la exposición de los operarios encargados de este trabajo a inhalaciones excesivas de carbón, con lo que se cuida su salud y vida.⁴

Benites, Silva, Gomis, Sotomayor, Sich, Linares, 2010, en el desarrollo de su investigación se presentó el modelado y programación de la automatización desarrollada para mejorar la eficiencia, productividad y atención a fallos que se producen en el molino 9 de la fábrica de cemento José Merceron Allen. Se comprobó el funcionamiento de los modelos y programas mediante simulación y se valoraron los impactos económicos que puede ocasionar la implantación del sistema propuesto. Se logró demostrar, mediante simulación de los modelos y programas, que se mejoran los tiempos de operación, se aumenta la productividad, se reduce el consumo energético y se aumentan las facilidades de operación, mantenimiento y reparación del sistema.⁵

⁴ Revista UPTC “Modernización del sistema de control para llenado de tolvas de carbón de las unidades I, II y III en la termoeléctricas de Paipa”.

http://uptc.metarevistas.org/revistas/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/916/916

⁵ Revista Redalyc “Modelado formal de la automatización del molino de Clinker”.

<http://www.redalyc.org/pdf/1813/181317848006.pdf>

2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.2.1. Bases teóricas para el análisis del sistema productivo.

Se presenta a continuación en la tabla 2.1 el detalle de las expresiones matemáticas empleadas para el desarrollo del análisis del sistema productivo.

Tabla N° 2.1 Datos para análisis del sistema productivo.

PRODUCCION	
Formula	Descripción
$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo de base}}{\text{Ciclo}}$	Producción (P): Cantidad elaborada Tiempo base (tb): puede ser una hora, una semana, un año. Ciclo de producción (C) Representa el cuello de botella.
$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$	Tiempo de ciclo es el tiempo que demora la producción requerida
CAPACIDAD DE PLANTA	
Formula	Descripción
$\text{Cap. de diseño} = \frac{\text{Tiempo de máquinas disp. año}}{\text{Tiempo de proceso de una Unid.}}$	Tasa de producción ideal para cual se diseñó el sistema.
$\text{Cap. real} = \text{Tiempo de maq.} \times (\% \text{ tiempo de parada}) \times \text{Unid. producidas}$	Es la capacidad que espera conseguir una organización, según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento, y estándares de calidad.
$\text{Cap. utilizada} = \frac{\text{Capacidad real} \times 100}{\text{Capacidad de diseño}}$	Representa la utilización real del sistema de producción.
$\text{Cap. Ociosa} = \text{Capacidad proyectada} - \text{capacidad real}$	Capacidad instalada de producción que no se utiliza
PRODUCTIVIDAD	
Formula	Descripción
$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$	Cociente entre la producción obtenida y la cantidad de recursos utilizados
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	
Formula	Descripción
$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}}$	Relación entre la cantidad de producción obtenida y la cantidad de materia prima. La eficiencia física es menor o igual a uno (Ef.=<1)
$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$	Muestra el factor de cuanto de utilidad se obtiene por cada sol invertido
$\text{Eficiencia de línea} = \frac{(\text{Suma } T_i)}{(n \times c)}$	Suma (Ti)= tiempos de proceso Numero de fases del proceso (n): Tiempo de ciclo = (c)

2.2.2. Automatización de tolvas de almacenamiento temporal.

Las tolvas de almacenamiento es la última parte de un sistema y tiene la función de contener el producto ya terminado; se define a las tolvas como un contenedor de materiales sólidos a granel con una o más bocas de descarga; esta descarga puede realizarse tanto por gravedad como asistida por equipos especiales.

En la actualidad las tolvas han mejorado su diseño con la implementación de nuevos sistemas. Tal como se puede demostrar en el siguiente análisis:

➤ **Control de llenado y distribución manual de tolvas de almacenamiento.**

Se puede observar en algunas plantas de producción de alimento balanceado que en sus procesos aún mantienen un sistema de control de distribución de llenado de tolva con un bajo nivel de automatización, el cual les genera inconvenientes en el control de flujo y dosificación del producto desde las tolvas de almacenamiento hacia el proceso continuo; por lo tanto, requieren de un control y supervisión constante del personal encargado.

Cuando se presenta una deficiencia en el sistema de control de llenado de tolvas, se generan desperdicios de materia prima, demoras en la producción y la disminución de la capacidad de fabricación, además muestra un registro de errores en los datos relacionados con la productividad y calidad del producto final.

➤ **Control de llenado y distribución Automática en tolvas de almacenamiento.**

Por medio de la implementación de los sistemas automatizados en tolvas de almacenamiento se garantiza un mayor control y agilidad en el proceso de distribución del llenado de tolvas, el cual le permite disminuir las pérdidas que se generan en el desarrollo del proceso, evitando fallas graves y manteniendo a disposición todas las unidades y tolvas correspondientes.

Con la automatización de tolvas se alcanza a reducir la complejidad y mejorar la calidad del proceso a la hora de manipular el sistema por parte del operario, reduce la exposición de riesgo laboral y alarga la vida útil de la maquinaria, permite obtener una mejor adquisición de datos, la cual les permite, calcular el ingreso de materia por unidad de tiempo, duración de llenado y vaciado para cada unidad. (Industrias Sigrama,)⁶

✓ **Beneficios de la automatización de tolvas:**

- Aumento de la eficiencia en sus procesos.
- Disminución en los tiempos muertos y costos ocasionados por: derrames en transportadores, silos y cocinetas; roturas de bandas; atascamientos, etc.
- Minimiza la operación de los equipos en forma manual.
- Centralizar el control de su proceso.

⁶ Automatización de planta procesadora de alimentos para ganado, “Industria Sigrama”, <http://www.sigrama.com.mx:8080/appaganado.htm> (consultada el 12 de febrero del 2012)

2.2.3. Producción en una planta de alimento balanceado

➤ **Alimento balanceado**

Es aquella mezcla de ingredientes cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento del metabolismo de un animal, en función de su etapa metabólica, edad y peso.

➤ **Sistema de producción de alimento balanceado**

Se toma en cuenta lo siguiente:

a) Análisis de laboratorio

El control de calidad es muy importante para asegurar que sólo aquellos ingredientes que cumplen con las especificaciones adecuadas para el uso en la manufactura de un alimento de alta calidad.

b) Almacenamiento de materia prima

El almacenamiento tiene como fin conservar los productos a través de un tiempo, de acuerdo a la durabilidad del producto. El almacenamiento se realiza a granel, en silos o tolvas de gran tamaño; en donde se debe estudiar cuidadosamente el tamaño de la tolva y la capacidad de los elevadores y transportadores.

✓ **Funcionamiento de los silos y tolvas de almacenamiento en el proceso.**

La distribución de llenado del alimento balanceado en tolvas cumple una función importante porque cuando el alimento es distribuido se tendrá presente que no se debe mezclar los materiales al realizar los cambios de silo y tolva, ya que esto ocasionaría pérdidas en el costo de materia prima y personal destacado para revertir los errores en el almacenamiento, de esto dependerá que el flujo de producción sea constante.

El buen almacenamiento en el proceso productivo del alimento balanceado ayudara a mejorar los flujos del proceso continuo, los tiempos de ciclo del proceso. (Alimento balanceado para animales).⁷

✓ **Precauciones en el almacenamiento**

- Cantidad de producto a almacenar.
- Contenido de humedad.
- Condiciones de limpieza y sanidad.
- Tamaño y naturaleza del empaque.
- Peso de los bultos y orden de arrumes.
- Número máximo de unidades a almacenar.

⁷ Programa de Ingeniería Agroindustrial Universidad de Tolma “Alimento balanceado para animales” <http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Aniamles#scribd> (consultada 12 marzo del 2012)

c) Almacenamiento de insumos.

El almacenamiento de insumos es aquel proceso por medio del cual la planta de alimentos balanceados lleva a cabo unos procedimientos organizados de ubicación, selección y clasificación de los insumos que ingresan al proceso dentro de los espacios dispuestos para tal fin

✓ Políticas para el almacenamiento de insumos

Las siguientes son las políticas o funciones mínimas que una planta debe cumplir para llevar a cabo un adecuado proceso de almacenamiento de insumos.

- Establecer los lugares o áreas para almacenamiento acogiéndose a las exigencias de cada insumo dispuesto para almacenaje presente.
- Vigilar la entrada de cada insumo en el almacenamiento, de acuerdo con las disposiciones de utilización, cantidad y calidad establecidas.
- Registrar al momento del almacenamiento las no conformidades en los insumos adquiridos, según los procedimientos definidos por la planta.

Existe otra área de almacenamiento de líquidos que generalmente se encuentra en la parte externa del área de almacenamiento de la empresa, allí se almacena la melaza, aceites (pescado y palma, entre otros) y se observa en los tanques de almacenamientos de líquidos.

d) Abastecimiento

Consiste en adicionar las materias primas necesarias según la formulación, este procedimiento se realiza por medio de unas tolvas dosificadoras.

e) Molienda

Se entiende por molienda la reducción de tamaño de la partícula, o lo que es lo mismo, el incremento de superficie en la masa unitaria. El objetivo de la molienda no es solo la reducción de tamaño, sino también la obtención de un producto. La molienda de los alimentos se justifica porque:

- Aumenta el buen sabor del alimento
- Rompe la cubierta de la semilla del grano, lo cual trae como resultado una mejor utilización, mejor disponibilidad de nutrientes para la digestión y mayores ganancias.
- Facilita el mezclado y el peletizado.

f) Transporte interno

Los transportadores más utilizados en las plantas de concentrados para animales son de banda, de cangilones, sinfín, neumático y por gravedad.

g) Mezclado

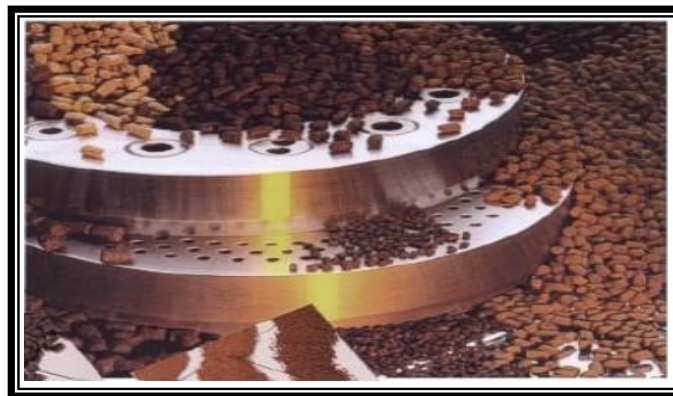
El objeto de mezclado es lograr una distribución uniforme de dos o más componentes en una masa, mediante un flujo generado por procedimientos manuales o mecánicos.

- **Micro mezclas o pre mezclas:** Es una sub etapa del mezclado y quizás es el proceso más fundamental que se realiza en una planta de concentrados por el costo e importancia nutricional de micro nutrientes. El objetivo de la pre mezcla es transformar por fijación o dilución el micro ingrediente en macro ingrediente. Se requiere gran exactitud en el pesaje del micro ingrediente, ya que una pequeña variación podría causar niveles tóxicos en el animal.

h) Peletizar

Proceso en el cual el alimento concentrado en su estado de harina inicialmente, debido a la acción de procesos anteriores, es sometido a la acción de humedad y calor. La harina luego de ser acondicionada fluye por gravedad a la cámara de la prensa de los peletz, donde los rodillos ejercen presión sobre la harina ablandada, haciéndola pasar a través de orificios donde se forma el grano, hasta salir parte del peletz el cual es cortado por unas cuchillas estacionarias que están externas al rodillo mayor obteniendo así una medida igual. (Alimento balanceado para animales).⁸

Figura N° 2.1 Muestra de pelet



Fuente. *Alimento balanceado para animales.*

✓ Ventajas Del Peletizado

- Evita el consumo selectivo de ciertos ingredientes por los animales.
- Evita la segregación de las partículas del alimento
- Uniformiza la densidad del alimento, aun mas si contiene ingredientes fibrosos voluminosos.
- Mejor conversión por el animal del alimento peletizado comparado con el molido.

⁸ Programa de Ingeniería Agroindustrial Universidad de Tolma “Alimento balanceado para animales” <http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Aniamles#scribd> (consultada 12 marzo del 2012)

Es importante mencionar que el equipo utilizado para esta operación es costoso y que para favorecer la granulación se pueden utilizar sustancias aglomerantes, como por ejemplo las melazas. El tamaño del pelet depende del animal y de la edad del desarrollo del mismo. A continuación, en la tabla N° 2.2 se muestra el tamaño del pelet para cada animal.

Tabla N° 2.2. Indicador de tamaño de alimento para cada tipo de animal.

Especie o tipo de animal	Diámetro del grano (mm)	Longitud del grano (mm)
Pollitos	2 a 2,5	2 a 2,5
Pollos	3	3
Gallinas	4 a 5	5 a 8
Conejos	3 a 5	8 a 10
Ovejas, cabras y cerdos	8 a 15	10 a 15
Vacas	20 a 25	20 a 30

Fuente. (Reyes, Martínez, 2009)⁹

i) Crombelizado

Después del peletizado, es necesario adecuarlo para algunas especies que prefieren el producto más pequeño. Este proceso consiste en hacer pasar el peletz por medio de dos rodillos graduables, que trituran las pastillas. Generalmente la ubicación de estos rodillos es directamente debajo del enfriador, eliminando así la necesidad de instalar un controlador adicional de alimentación.

Los rodillos del quebrador tienen unas estrías de bordes cortantes, con la tarea de cortar en lugar de aplastar los peletz. Los rodillos corren a diferentes velocidades para obtener un movimiento de tijera en el punto de corte.

j) Zarandas

El producto que viene peletizado o crombelizado, pasa por las cribas o zarandas, las cuales tienen la función de extraer fracciones del producto que por ser demasiado pequeñas son indeseables, obteniendo el material de tamaño correcto, mientras aquellos peletz que no se han compactado bien se desintegrarán por el movimiento de las zarandas. El producto demasiado pequeño, llamado fino o reciclaje, se devuelve a la prensa de peletz donde se reincorpora al proceso de acondicionamiento y luego al peletizador. (Alimento balanceado para animales).¹⁰

⁹ Ingeniería Agroindustrial “Alimento balanceado para animales”

<http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Aniamles#scribd>

¹⁰ Programa de Ingeniería Agroindustrial Universidad de Tolma “Alimento balanceado para animales”

<http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Aniamles#scribd> (consultada 12 marzo del 2012)

k) Extrusión

Técnica que consiste en someter un producto o a una mezcla, más o menos hidratada, a un calentamiento bajo presión haciéndole pasar a través de un tornillo de Arquímedes situado en un cilindro caliente, y terminado en una hilera con características función del objetivo deseado.

La extrusión ha sido mayormente aplicada a situaciones donde el calentamiento de un producto para alcanzar su cocción, es conjuntado con el moldeo para proveer forma durante la transformación de ingredientes crudos a productos alimenticios terminados. (Alimento balanceado para animales).¹¹

2.2.4. Sistema de control de un proceso

➤ Sistema de control lazo cerrado.

Definición: sistema de control en lazo cerrado son aquellos en donde la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control).

✓ Clasificación

- Manuales: controlador operador humano
- Automático: controlador dispositivo (neumático, hidráulico, eléctrico, electrónico o digital (microprocesador)).

Figura N° 2.2 Control manual

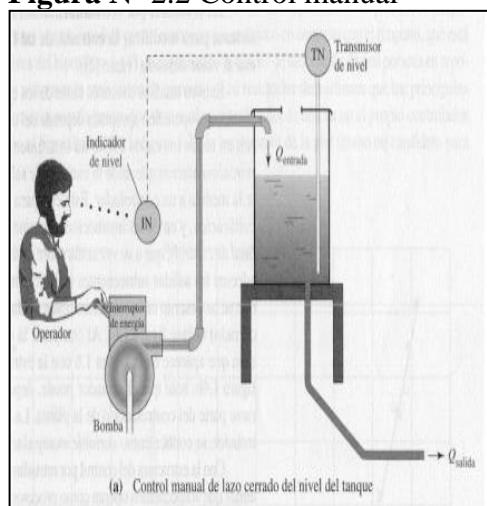
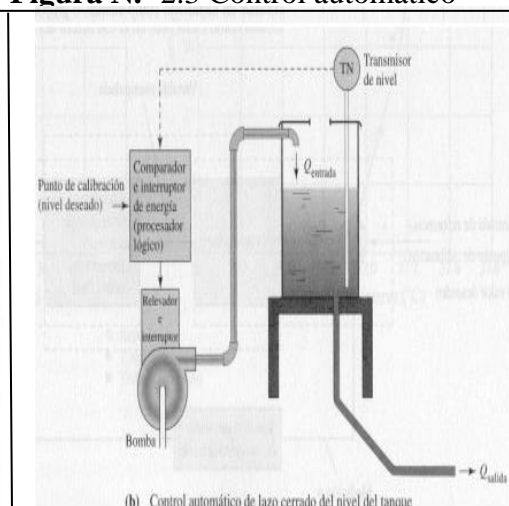


Figura N.º 2.3 Control automático



Fuente. Manual de procesos Universidad de Valladolid.¹²

¹¹ Programa de Ingeniería Agroindustrial Universidad de Tolma “Alimento balanceado para animales” <http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Aniamles#scribd> (consultada 12 marzo del 2012)

¹² Manual de procesos Ingeniería electrónica Universidad de Valladolid “Sistemas de control” http://www.isa.cie.uva.es/~felipe/docencia/ra12itielec/tema1_trasp.pdf (Consultada el 15 de Junio del 2017).

2.2.5. PLC (Controlador Lógico Programable).

Dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

✓ Campos de aplicación

- Maniobra de máquinas industriales.
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control.

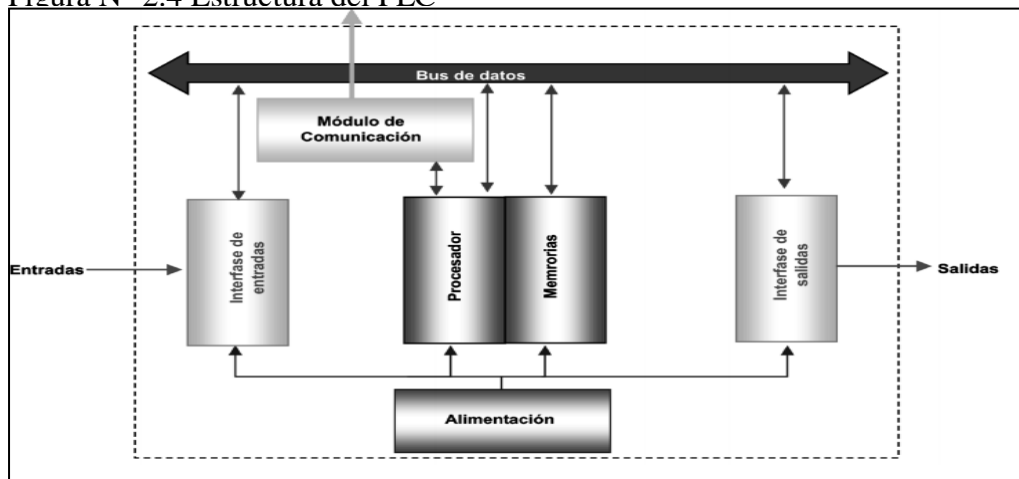
✓ Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos,
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

✓ La estructura básica de un PLC.

- ✓ La CPU.
- ✓ Las interfaces de entradas y salidas.
- ✓ Módulo de memorias.

Figura N° 2.4 Estructura del PLC



Fuente. Automación Micromecánica

✓ **Unidad de procesamiento central. (C.P.U.)**

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable. La unidad central está diseñado a base de microprocesadores y memorias; Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

✓ **Módulos o interfaces de entrada y salida (E/S)**

Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

• **Tipos de módulos de entrada y salida**

Debido a que existen gran variedad de dispositivos exteriores (captadores actuadores), encontramos diferentes tipos de módulos de entrada y salidas, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o análoga) a determinado valor de tensión o de corriente en DC o AC.

✓ **Módulos de memoria**

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente. Se cuenta con dos tipos de memorias:¹³

- Volátiles (RAM).
- No volátiles (EPROM).

III. RESULTADOS

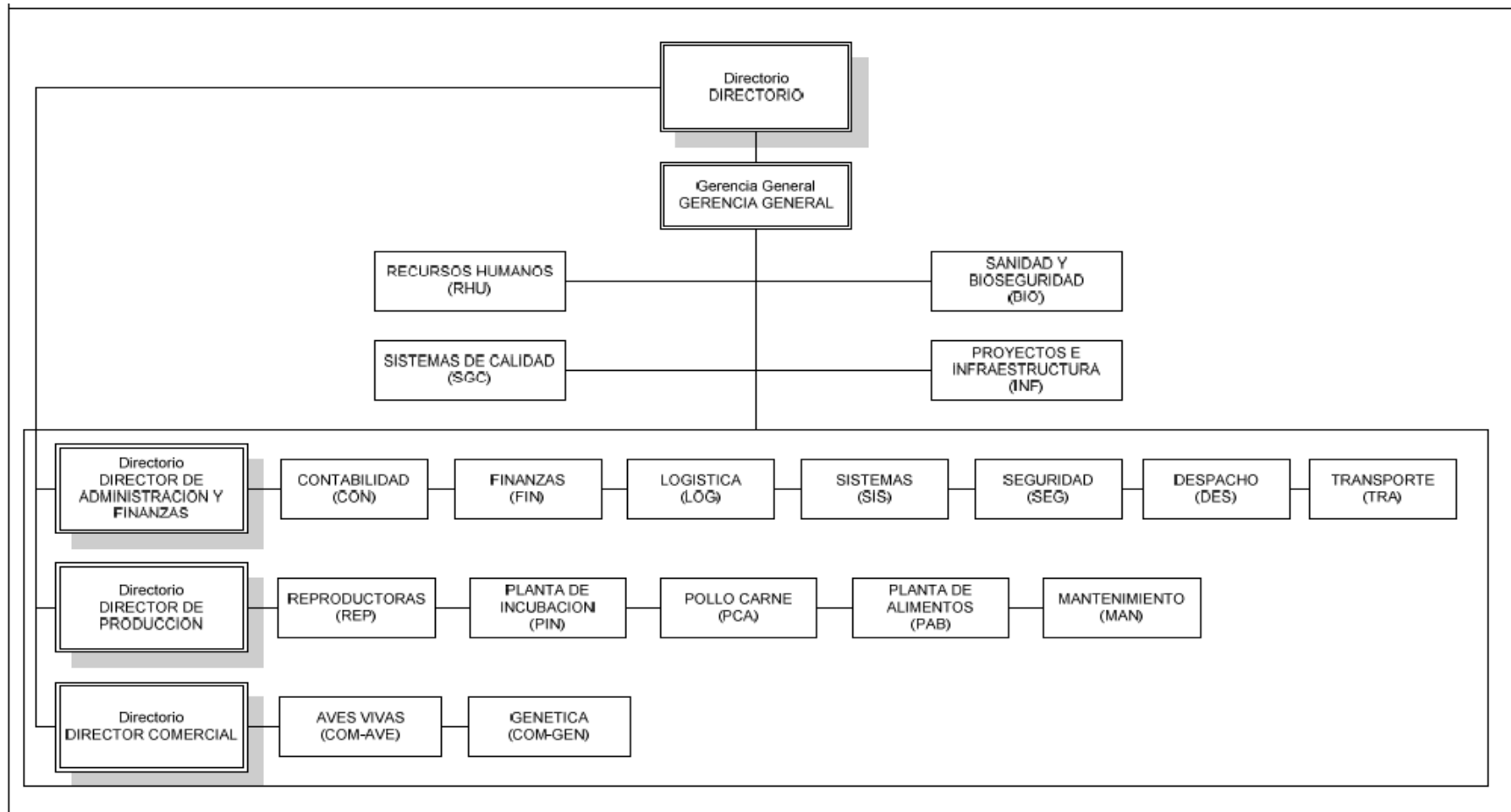
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

➤ **LA EMPRESA.**

La empresa Avícola en estudio, es una organización de capitales peruanos, dedicada a la crianza y comercialización de aves. Es una empresa que busca llegar ser líder en el sector avícola en el Perú. Se encuentra ubicada en el distrito de Pacasmayo departamento de la Libertad. La empresa avícola contribuye con la sociedad brindando productos de excelente calidad en las líneas de Huevo Fértil, Pollo BB y Pollo Carne. Desde hace 8 años se atiende la demanda de importantes empresas avícolas de Ecuador y Perú. Los altos niveles de calidad en servicio y producto han permitido un crecimiento en sus mercados. Esta empresa es una organización que está dividida en varias áreas las cuales se detallan en la **figura N.º 3.1** donde se muestra cómo interactúan todas las áreas.

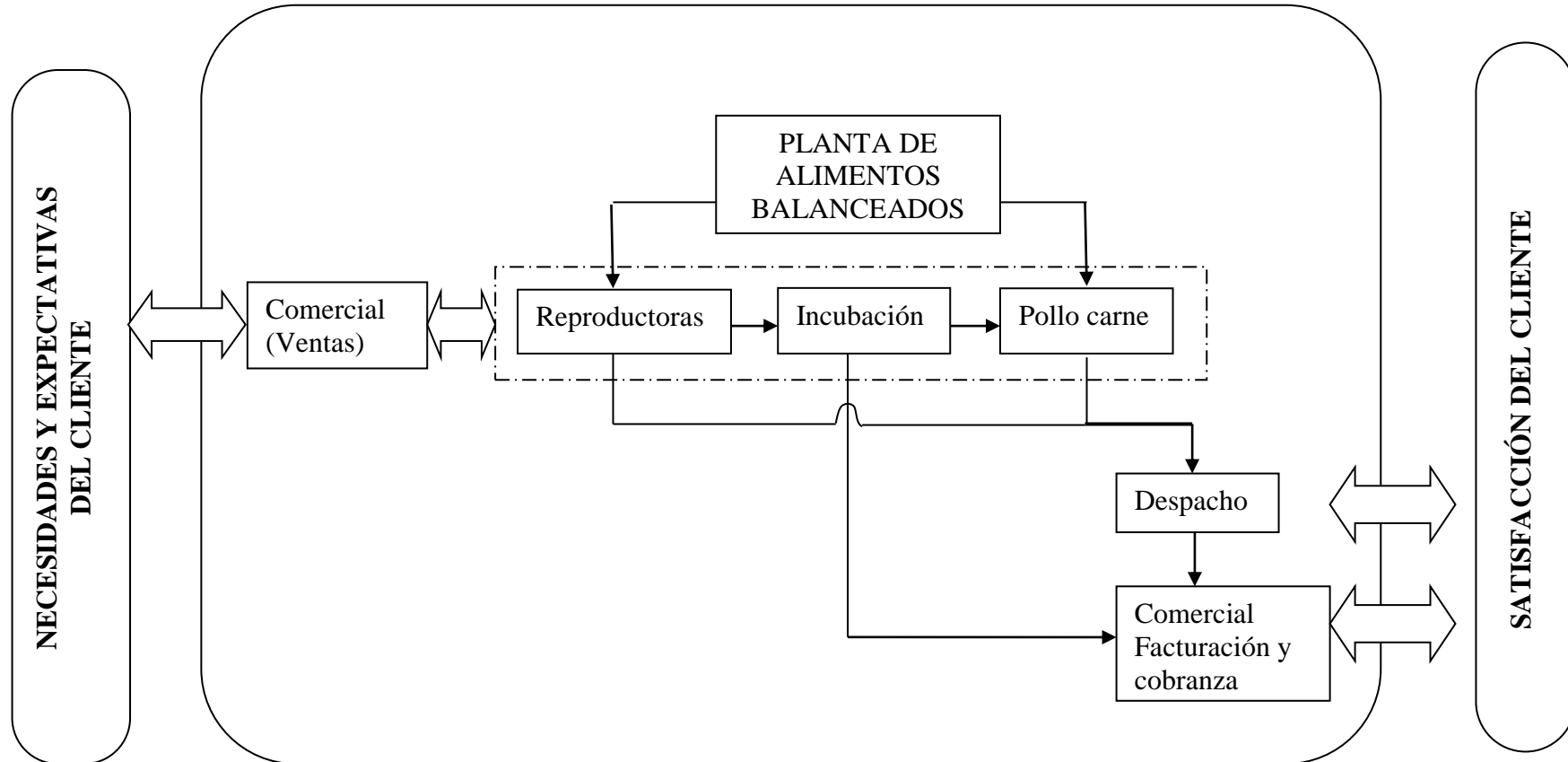
¹³ Micro capacitación Automación micromecanica "Controlador Lógico Programable (PLC)"
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>
(consultada 18 de junio del 2017)

Figura N° 3.1 Organigrama de la empresa



Fuente: *Planta de alimento balanceado*

Figura N° 3.2 Mapa de procesos de producción



Fuente: Planta de alimento balanceado

Como observamos en la figura N° 3.2, La planta de alimentos balanceados interacciona con las áreas de reproductoras, incubadoras, pollo carne, entregándoles un alimento con los estándares de calidad y en el tiempo estimado. A continuación, describimos cada una de las áreas que conforman la organización.

- Planta de alimentos balanceados (PAB). Es la que se encarga de la fabricación del alimento balanceado que será destinado para el consumo de las aves.
- Incubación. Es el área donde se desarrolla toda la fase incubación de los huevos fértiles y donde se da inicio a la crianza de las aves.
- Reproductoras. Es el área que se encarga de la buena crianza de las aves fértiles.
- Pollo carne. Es el área donde se encuentran los pollos en su última etapa de crecimiento para su respectiva salida al mercado.

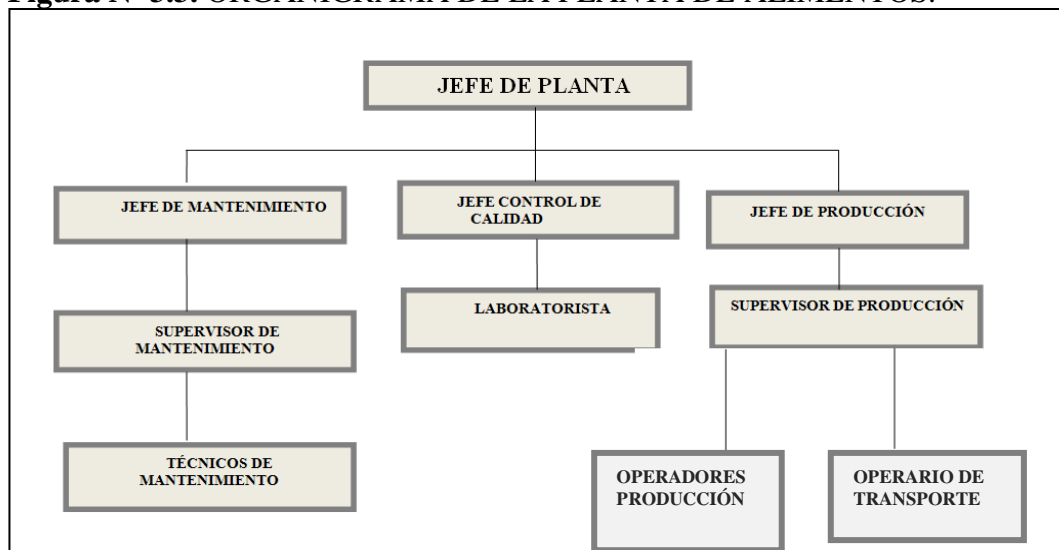
En el presente trabajo de investigación haremos referencia al sistema de producción de la planta de alimentos balanceados. (P.A.B).

➤ **Situación actual de la planta de alimentos balanceados (P.A.B)**

La planta de alimentos balanceados inicia sus actividades con una capacidad de diseño de 10 t/h. Al incrementarse la demanda de ventas se construyeron más granjas avícolas por lo cual el consumo de alimento balanceado fue en aumento. Con el incremento de la producción se adquirió nueva maquinaria la cual en la actualidad cuenta con una capacidad de diseño de 30 t/h, pero su producción real de alimento balanceado llega a un promedio de 29 t/h, regulándose algunos parámetros de máquina.

A continuación, en la **Fig. N° 3.3** se muestra el organigrama operacional de la planta de alimentos.

Figura N° 3.3. ORGANIGRAMA DE LA PLANTA DE ALIMENTOS.



Fuente: *Planta de alimento balanceado.1*

En la siguiente tabla N° 3.1 se muestra la distribución del puesto de trabajo de cada trabajador en planta.

Tabla N° 3.1. Número de trabajadores por área

Puesto de trabajo	N° Personal turno A	N° Personal turno B
Área Administrativa		
Oficina	5	-
Laboratorio	1	-
Producción		
Abastecimiento	1	1
Premix	1	
Molienda y mezclado	1	1
Peletizado	1	1
Blandos	1	1
Caldero	1	1
Mantenimiento		
Electricista	1	-
Mecánico	1	-
Limpieza	1	-
Transporte	1	-

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de la empresa.*

✓ **Descripción de los horarios de trabajo del personal en planta.**

Actualmente las operaciones de producción se realizan en 2 turnos los cuales se describen a continuación:

- **Turno A.** El inicio de las operaciones empieza desde las 5:00 am, para los operadores de producción y su culminación de labores de producción termina a la 1:00 pm realizándose los relevos correspondientes con el segundo turno.
- **Turno B.** Para el siguiente turno de producción después de haber realizado el relevo correspondiente inicia sus operaciones de control a la 1:00 pm, y la culminación de sus labores termina a las 9:00 pm realizando el apagado general de todas las maquinas.

Para el personal administrativo, mantenimiento, movilidad interna realiza un horario compartido en donde el primer ingreso a la planta es a las 7:30 am. y termina a la 1:00 pm. El segundo horario es de 3:00 pm. hasta las 6:30 pm.

3.1.2. Sistema de producción.

El alimento balanceado es un producto que se debe trabajar en forma continua. Por lo tanto, cualquier falla en alguna etapa del proceso afectara a las demás ya que todas las etapas son dependientes una de otras.

➤ Descripción del producto

- Alimento Balanceado.

Alimento formulado específicamente de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los animales. Lo importante de la producción de alimento balanceado es lograr un producto altamente nutritivo y fácilmente digestible, siendo los insumos principales para su elaboración, la harina de pescado, la soya, el maíz, el trigo, las vitaminas, el aceite de pescado, la melaza y otros.

La característica principal del alimento balanceado es permitir al animal aprovechar todos los nutrientes que se encuentran en la formulación garantizando un desarrollo genético adecuado.

El alimento balanceado sale en forma de peletz, el cual su tamaño varía de 6 a 4 mm según la etapa de desarrollo del animal.

Los tipos de alimento que se producen en la planta de alimentos balanceados se detallan a continuación.

1.- Alimento pollo- carne.

Alimento que será destinado para los pollos que serán sacrificados

- **Súper pre-inicio.** Es el alimento para la primera etapa de crecimiento del pollo desde el primer (1) día hasta el séptimo (7) día de edad.
- **Pre inicio.** Suministrado como único alimento a pollos de engorde desde el primer (1) día de edad hasta que el pollito haya consumido 1.2 kilogramos de alimento.
- **Inicio carne.** Es el alimento que el pollo consume desde el primer (1) día de edad hasta que el pollito haya consumido 1,2 kilogramos de alimento.
- **Engorde 1.** Es el primer alimento que ayuda al engorde del pollo y se consume desde el día veinticuatro (24) de edad hasta el sacrificio.
- **Engorde 2.** Es el complemento del engorde 1 y también se consume desde el día veinticuatro (24) de edad hasta el sacrificio.
- **Finalizador.** Es un alimento completo para ser suministrado a voluntad y como único alimento a pollos de engorde durante la última semana de edad, antes del sacrificio.

2.- Alimento Reproductoras.

Alimento destinado para futuras ponedoras y se clasifican en:

- **Pre inicio reproductoras.** Alimento de arranque para impulsar un crecimiento uniforme de las parvadas. Se recomienda su uso en las primeras dos semanas de vida.
- **Inicio reproductoras** Alimento balanceado con coccidiostato para un crecimiento óptimo de las futuras ponedoras, el cual debe suministrarse desde la tercera semana de edad y hasta las 6 semanas de vida.
- **Crecimiento reproductoras.** Alimento de arranque para impulsar el desarrollo de las gallinas ponedoras.

Se recomienda su uso en las primeras dos semanas de vida:

- **Postura fase 1.** Alimento balanceado para ponedoras de huevo comercial con más de 20 semanas en producción, con balance de energía, aminoácidos, calcio y fósforo que permitirán obtener niveles satisfactorios luego de haber alcanzado el pico de postura.
- **Postura fase 2.** Alimento especialmente diseñado para aves en postura expuestas a las condiciones ambientales y con un bajo nivel de infraestructura y manejo, para complementar su alimentación.
- **Reproductora prepostura.** Es el alimento ideal para preparar el ave para su producción de huevos, ya que sus niveles de proteína, energía y calcio, están perfectamente balanceados
- **Reproductora macho.** Es un alimento completo para ser suministrado a machos reproductores de pollo de engorde a razón de 130 g. Animal, desde el apareamiento a las 22 semanas, hasta el final de la producción.

3.- Alimento Abuela

Es el alimento destinado para los pollos ponedoras de huevo fértil para la futura reproducción de las aves. Entre ellos mencionamos:

- Abuela Fase I.
- Abuela Fase II
- Abuela crecimiento
- Prepostura Abuelas

➤ **Producción por tipo de alimento periodo junio 2012-mayo 2013.**

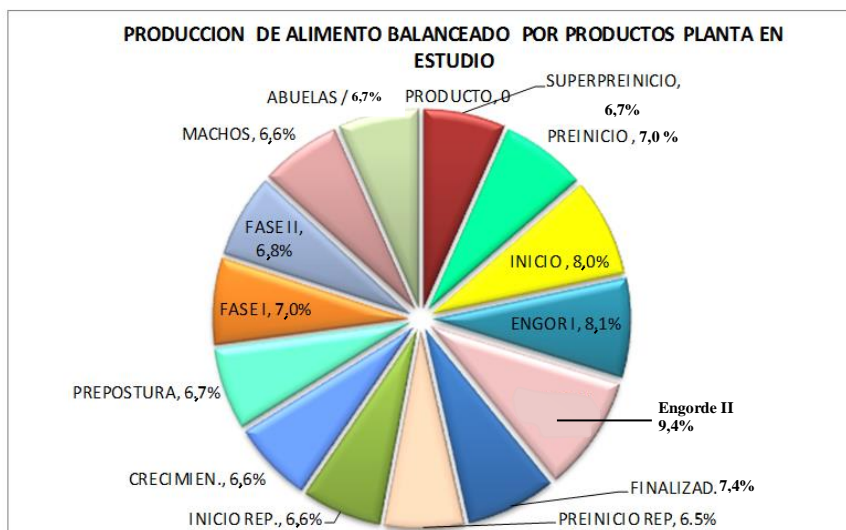
En la tabla N° 3.2 se muestra el detalle de producción por tipo de alimento que se produce en la planta de alimentos.

Tabla N.º 3.2 Producción junio 2012- mayo 2013

Tipo de Alimento	Producción (ton)
Súper Pre Inicio	1 376,93
Pre inicio carne	4 036,12
Inicio carne	13 769,21
Engorde I	20 612,14
Engorde II	22 544,65
Finalizador	10 794,10
Pre inicio reproductoras	638,87
Inicio reproductoras	550,17
Postura Fase I	4 076,11
Postura Fase II	2 712,96
Reproductora Prepostura	1 229,64
Reproductoras machos	1 391,89
Reproductoras crecimiento	1 475,72
Abuela Crecimiento	604,24
Prepostura Abuelas	581
Fase I Abuelas	581
Fase II Abuelas	581
Total	87 555,77

Fuente. *Planta de alimento balanceado*

Grafica N° 3.1. Producción por tipo de alimento junio 2012- mayo 2013



Fuente. *Planta de alimentos balanceados*

a. Sub Productos.

Los subproductos que se pueden extraer del proceso de alimento balanceado, es el residuo que se obtiene en la limpieza de las maquinas después de haber terminado la producción; estos residuos pueden emplearse para la alimentación en granjas del sector porcino por su alta cantidad de nutrientes.

b. Desechos

- Bolsas de macro ingredientes.
- Polvos particulados.
- Baldes metálicos de grasa.

c. Desperdicios

- Barrido de los derrames (soya, maíz, polvillo, etc.)
- Bidones de formol.
- Tanques de grasa de las maquinas.
- Residuos de la limpieza de máquina.

Tabla N° 3.3 Detalle de desperdicios obtenidos en planta

Descripción	Cantidad anual
Barrido de los derrames	1 680 kg
Bidones de formol 900 litros	12
Tanques de lubricantes de máquinas 150 kg	10
Residuos de limpieza de maquina	4 500 kg

Fuente. *Planta de alimentos balanceados*

3.1.3. Capacidad de planta.

En la actualidad la planta de alimento balanceado cuenta con una capacidad de diseño de 30 t/h, pero su capacidad real puede llegar a 29,2 t/h dando como resultado la elaboración de una producción proyectada de 467 toneladas de alimento balanceado al día. Los niveles de producción se han ido incrementando tal como se muestra en la **tabla N° 3.4.**

Tabla N° 3.4. Capacidad de diseño de planta en periodos anteriores

Año	Capacidad máxima de alimento Peletizado
1986	10 t/h
2004	20 t/h
2010	30 t/h

Fuente. *Planta de alimentos balanceado en estudio.*

3.1.4. Análisis de producción según el tipo de alimento periodo junio 2012-mayo 2013

En la **tabla N° 3.5** se muestra indicadores por cada tipo de alimento balanceado, donde se muestra la identificación de los tiempos de procesos con fallas (mecánicas, eléctricas, operación) y los costos de horas de parada.

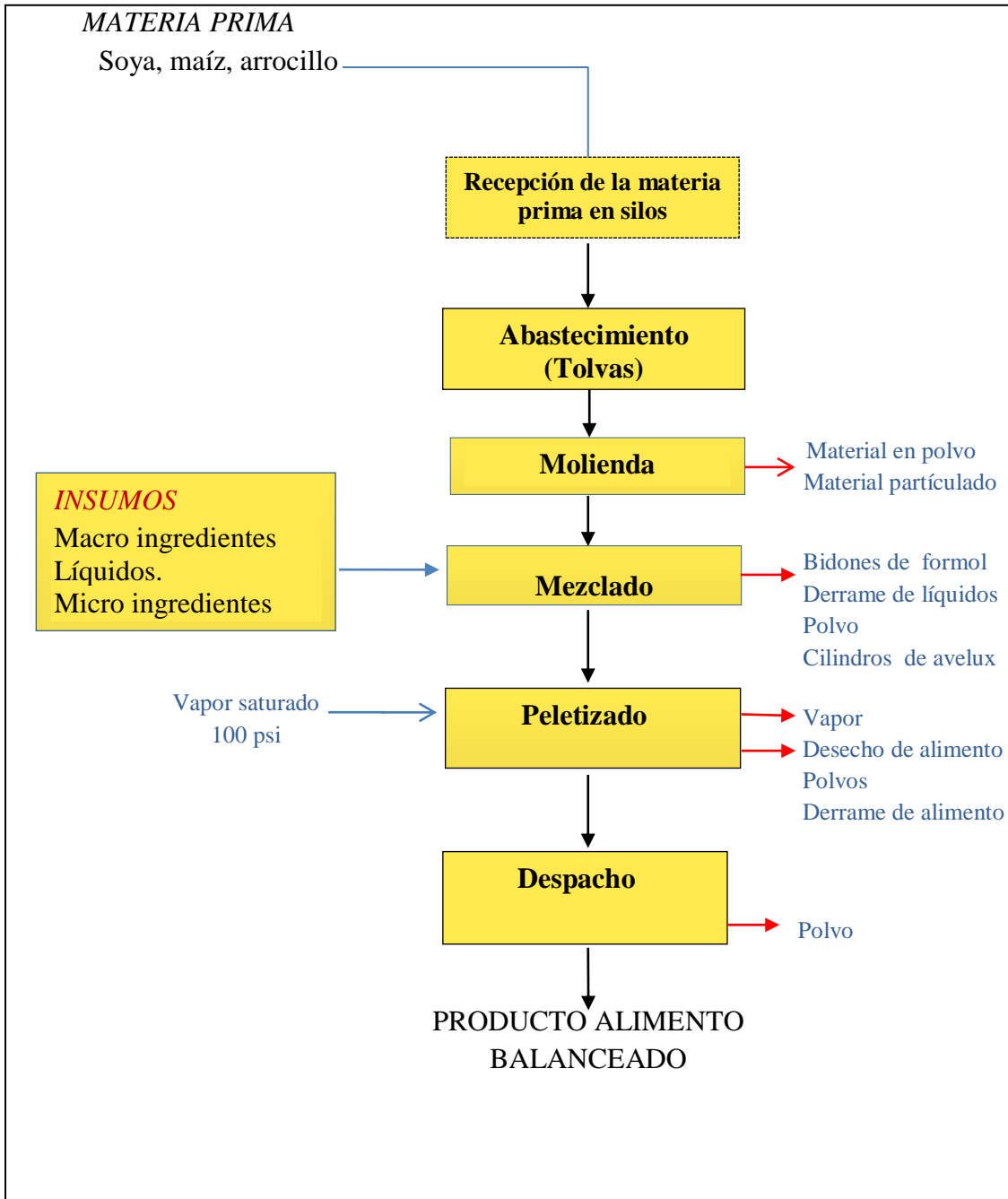
Tipo de alimento	Producción Prevista (ton)	Producción Real (ton)	Tiempo estimado de producción	Tiempo de inactividad del proceso	Tiempo real de producción	Razón - causa			Costo de horas de inactividad S/.
						F.M	F.E	F.O	
Súper Pre Inicio	1439,19	1 376,93	48h 18'48"	26 h 17' 7"	74h 25' 55"	5 h 9'	5 h 40'48"	15 h 55' 48"	2659,41
Pre inicio carne	4378,47	4 036,12	141h 37'12"	25 h 10' 7"	166 h 47' 14"	5 h 58'12"	4 h 28'28"	15 h 1'48"	2547,47
Inicio carne	14791,51	13 769,21	483 h 7'48"	55 h 40' 31"	538 h 47' 36 "	8 h	8 h 2'24"	39 h 5'24"	5532,56
Engorde I	22150,97	20 612,14	723 h 13'58"	62 h 3' 45"	785 h 17' 43"	6 h 54'	10 h 32'24"	45 h 6'	6278,83
Engorde II	24424,21	22 544,65	791 h 2' 25"	116 h 44' 17"	907 h 46'+43"	14 h 37'12"	17 h 27'36"	84h 10'48"	11811,39
Finalizador	11693,86	10 794,10	378 h 44'25"	62 h 37' 39"	440 h 48 ' 10"	7 h 54'	10 h 25'48"	45 h 6'	6278,83
Pre inicio reproductoras	650,88	638,87	22 h 25'	8 h 35' 24"	30 h 35' 39"	1h 11'24"	1 h 23'24"	6 h 36"	870,23
Inicio reproductoras	582,57	550,17	19 h 18'16"	8 h 35' 24"	27 h 53 ' 40"	1h 11'24"	1 h 23'24"	6 h 36"	870,23
Postura Fase I	4555,3	4 076,11	143 h 1'17"	12 h 17' 13"	155 h 18' 18"	1h 46'48"	2 h 5'24"	9 h 1'12"	1243,37
Postura Fase II	3075,95	2 712,96	95 h 11'30"	8 h 35' 24"	103 h 46' 55"	1 h 11'24"	1 h 23'24"	6 h 36"	870,23
Reproductora Prepostura	1364,64	1 229,64	43 h 8'43"	8 h 35' 24"	51 h 44' 7"	1 h 11'24"	1 h 23'24"	6 h 36"	870,23
Reproductoras machos	1479,37	1 391,89	48 h 50'18"	8 h 35' 24"	57 h 25 ' 12 "	1 h 11'24"	1 h 23'24"	6 h 36"	870,23
Reproductoras crecimiento	1562,96	1 475,72	51h46'47"	12 h 17' 13"	64 h 3' 45"	1 h 46'24"	2 h 5'24"	9 h 1'12"	1243,37
Abuela Crecimiento	647,15	604,24	21 h 12'5"	2 h 42' 21"	23 h 54' 26 "	1h '24'	16'48"	1 h 12'	273,21
Prepostura Abuelas	622,26	581,00	20h 23'10"	3 h 49' 21"	24 h 12' 31"	1 h20'12"	29'24"	2 h 6'	385,16
Fase I Abuelas	622,26	581,00	20 h 23'10"	3 h 26' 26"	23 h 49' 19"	2 h 21'36"	25'12"	1 h 48'	347,84
Fase II Abuelas	622,26	581,00	20 h 23'10"	4 h 53' 46"	25 h 16' 56"	35'24"	1 h14'24"	3 h 36"	497,10

Fuente. Planta de alimentos balanceados.

3.1.5. Análisis para el proceso de producción.

En el siguiente diagrama de flujo se identifican las operaciones de trabajo (recepción de materia prima, almacenamiento en tolvas, despacho) y los procesos (molienda, mezclado, peletizado).

Figura N° 3.4. Diagrama de flujo planta de alimento balanceado en estudio



Fuente. *Elaboración. Propia.*

3.1.6. Formulaciones empleadas para cada tipo de alimento balanceado.

A continuación, en las siguientes tablas se detalla las formulaciones con las cantidades requeridas de materia prima para la elaboración de cada tipo de alimento.

Tabla N° 3.6. Producto: Abuelas Crecimiento **Tabla N.º 3.7** Producto: Prepostura Abuelas.

Grupo	Insumo	Peso/Batch (kg)
Macro	Maíz importado	63,52
	Maíz nacional	
	Sorgo	1 039,95
	subproducto de trigo	390,00
	Polvillo de arroz	312,00
	afrecho de cerveza	
	Arrocillo	390,00
	Pasta de soya	314,50
	Carbonato de calcio	40,00
	Fosfato	9,50
Líquidos	Formol	2,60 L
Micro	Maíz Importado	15,00
	Maiz nacional	
	Sal comun	10,62
	Minerales carne (vitability	2,60
	Minerales reprod (Custom Pak)	
	Cloruro de Colina 60 %	0,99
	Metionina	0,02
	Vitaminas Carne (vitability 146	0,99
	Vitaminas rep. (custom pak)	
	Bacikern	1,56
	Ronozyme VP	0,32
	Optiphos 2000	0,26
	Mico fix plus MTV	
	Dresquin	0,39
	Luctazalm	5,20
	Sulfato de Lysina	
Optimen Sey 3000		
Betaine PDS 96		
		2 600,00

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Grupo	Insumo		Peso/Batch kg
Macro	Maíz	importado	671,62
		nacional	
	Sorgo		750
	subproducto de trigo		289,4
	Polvillo de arroz		299,8
	afrecho de cerveza		4,983
	Arrocillo		
	Pasta de soya		376,81
	Carbonato de calcio		57,06
	Fosfato		9,96
Líquidos	Formol		2,54 L
Micro	Maíz Importado		15
	Maíz nacional		
	Sal común		5,37
	Minerales carne (vitability		
	Minerales reprod (Custom Pak)		2,5
	Cloruro de Colina 60 %		1,25
	Metionina		2,345
	Vitaminas Carne (vitability 146		
	Vitaminas rep. (custom pak)		1,56
	Bacikern		1,5
	Ronozyme VP		0,16
	Optiphos 2000		0,25
	Mico fix plus MTV		2,5
	Dresquin		0,37
	Luctazalm		5
	Sulfato de Lysina		
Optimen Sey 3000			
Betaine PDS 96			
			2 500,00

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Tabla N.º 3.8 Producto: Fase I Abuelas

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz importado	616,20
	Maíz nacional	
	Sorgo	749,70
	subproducto de trigo	216,55
	Polvillo de arroz	300,18
	afrecho de cerveza	
	Arrocillo	7,48
	Pasta de soya	390,38
	Carbonato de calcio	154,49
	Fosfato	19,37
Líquidos	Formol	2,47 L
Micro	Maíz Importado	15,00
	Maíz nacional	
	Sal común	5,66
	Minerales carne (vitability)	-----
	Minerales reprod (Custom Pak)	3,00
	Cloruro de Colina 60 %	0,95
	Metionina	4,66
	Vitaminas Carne (vitability 146	
	Vitaminas reprod. (custom pack)	1,25
	Bacikern	1,50
	Ronozyme VP	0,39
	Optiphos 2000	0,25
	Mico fix plus MTV	2,50
	Dresquin	0,38
	Luctazalm	5,00
	Sulfato de Lysina	0,51
	Optimen Sey 3000	0,16
Betaine PDS 96	2,00	
		2 500,00

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Tabla N° 3.9 Producto: Fase Abuelas II

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz importado	
	Maíz nacional	1 186,86
	Sorgo	
	subproducto de trigo	336,03
	Polvillo de arroz	300,08
	afrecho de cerveza	25,69
	Arrocillo	
	Pasta de soya	413,53
	Carbonato de calcio	192,21
	Fosfato	4,28
Líquidos	Formol	2,48 L
Micro	Maíz Importado	-----
	Maíz nacional	15,00
	Sal común	7,52
	Minerales carne (vitability)	
	Minerales reprod. (Custom Pak)	2,50
	Cloruro de Colina 60 %	0,95
	Metionina	2,60
	Vitaminas Carne (vitability 146	
	Vitaminas reprod. (custom pak)	1,25
	Bacikern	
	Ronozyme VP	
	Optiphos 2000	0,25
	Mico fix plus MTV	1,25
	Dresquin	0,38
	Luctazalm	5,00
	Sulfato de Lysina	
	Optimen Sey 3000	0,17
Betaine PDS 96	2,00	
		2 500,00

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Tabla N.º 3.10. Producto Rep. Inicio

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg	
Macro	Maíz Nacional	58	
	Maíz importado		
	Sorgo	810,036	
	subproducto de trigo	264,5	
	Polvillo de arroz	405	
	Arrocillo	540	
	Pasta de soya	517,5	
	Carbonato de calcio	32	
	Fosfato Bicalcico-Fosbic	18	
	Novasil Plus	6,75	
	Levadura de cerveza	27	
	Líquidos	Formol	2,7 L
	Micro	Minerales carne (vitability)	2,7
Sal común		7,631	
Vitaminas Carne (vitability) 146		1,62	
Cloruro de Colina 60 %		0,81	
Metionina		2,805	
Zinc Bacitracina 10%		1,62	
Ronozyme VP		0,518	
Optiphos 2000		0,405	
Dresquin		0,405	
		2 700,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.11. Producto Rep. Preinicio

Grupo	Insumo	Peso/Batch Kg	
Macro	Maíz Nacional	887	
	Maíz importado		
	Sorgo	81,036	
	subproducto de trigo	264,5	
	Polvillo de arroz	505	
	Arrocillo	440	
	Pasta de soya	417,5	
	Carbonato de calcio	32	
	Fosfato Bicalcico-Fosbic	18	
	Novasil Plus	6,75	
	Levadura de cerveza	27	
	Líquidos	Formol	2,7 L
	Micro	Minerales carne (vitability)	2,7
Sal común		7,631	
Vitaminas Carne (vitability) 146		1,62	
Cloruro de Colina 60 %		0,81	
Metionina		2,805	
Zinc Bacitracina 10%		1,62	
Ronozyme VP		0,518	
Optiphos 2000		0,405	
Dresquin		0,405	
		2 700,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.12. Producto Rep. Macho

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg	
Macro	Maíz importado	313	
	Sorgo	1 379,79	
	subproducto de trigo	81	
	Polvillo de arroz	552	
	Levadura de cerveza	21	
	Pasta de soya	314	
	optimin SeY 3000	0,185	
	carbonato de calcio	49	
	Fosfato Bicalcico	31	
	Líquidos	Formol	2,8 L
	Micro	Minerales reprod.	2,76
Sulfato de cobre		1,38	
Sal común		8,58	
Vitamina Carne		1,38	
Cloruro de colina		1,049	
DL Metionina		1,052	
Ronozyme VP			
Optiphos 2000		0,028	
	2 760,00		

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.13. Producto Rep. Crecimiento

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz importado	120
	Sorgo	668,334
	subproducto de trigo	536
	Polvillo de arroz	480
	Arrocillo	360
	Pasta de soya	158
	carbonato de calcio	50
	Fosfato Bicalcico	10,5
	L-Lysina sulfato	1,474
	Novasil Plus	3
	Líquidos	Formol
Micro	Minerales carne	2,4
	Sal común	4,988
	Vitamina Carne	0,912
	Cloruro de colina	0,912
	DL Metionina	0,682
	Ronozyme VP	0,158
	Optiphos 2000	0,24
		2 400,00

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.14. Producto Rep. Fase I

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg	
Macro	Maíz Importado América	458,5	
	Sorgo	944,861	
	subproducto de trigo	119	
	Polvillo de arroz	324	
	Arrocillo	270	
	Pasta de soya	368	
	Optimin Se Y 3000	0,181	
	Carbonato de calcio	165	
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	25,5	
	Betaine PDS 96	2,16	
	Novasil plus	3,375	
	Líquidos	Formol	2,7 L
	Micro	Minerales Reprod.	2,7
Sal común		6,251	
Vitaminas Reprod.		1,35	
Cloruro de Colina 60 %		1,026	
Metionina		2,733	
Zinc Bacitracina		1,62	
Ronozyme VP		0,368	
Optiphos 2000		0,27	
Dresquin		0,405	
		2 700,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.15. Producto Rep. Prepostura

Grupo	Insumo	Peso/Batch
Macro	Sorgo	944,641
	subproducto de trigo	424,5
	Polvillo de arroz	405
	Arrocillo	507,5
	afrecho de cerveza	17
	Pasta de soya	295
	Carbonato de calcio	80
	Fosfato Bicalcico-Fosbic	8,5
	Líquidos	Formol
Micro	Minerales Reprod.	2,7 lt
	Sal común	8,103
	Vitaminas Reprod.	1,35
	Cloruro de Colina 60 %	1,35
	Metionina	0,981
	Ronozyme VP	
	Optiphos 2000	0,27
Dresquin	0,405	
	2 700,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.16. Producto Súper pre inicio

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg	
Macro	Maíz Nacional Importado	1 317,4	
	Arrocillo	600	
	Pasta de soya	682,5	
	Harina de Pescado	150	
	Optimin Se Y 3000	0,201	
	Carbonato de calcio	15,5	
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	36,5	
	Betaine PDS 96	4,5	
	L-Lysina Sulfato	6,698	
	Fibosel	0,3	
	Novasil Plus	7,5	
	Levadura de cerveza	30	
	Butirex C4	6	
	Líquidos	Aceite crudo de soya	24,5 L
Micro	Delac	60	
	minerales Carne	3,6	
	Sulfato de cobre	1,5	
	Sal común	6,629	
	Vitaminas carne	2,25	
	Cloruro de Colina 60 %	0,9	
	Metionina	5,85	
	L-Treonina	0,607	
	Gromax	1,5	
	Zinc Bacitracina 10 %	3	
	Ronozyme VP	0,9	
	Ronozyme A	0,9	
	Optiphos 2000	0,225	
	Dresquin	0,45	
	Violeta de Genciana	0,09	
	Clara de huevo Deshidratada	30	
		3 000,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.17. Producto Reproductora fase II.

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg	
Macro	Maíz Nacional	326	
	Maíz Importado	326	
	Sorgo	931,56	
	subproducto de trigo	213	
	Polvillo de arroz	405	
	Arrocillo	270	
	Pasta de soya	317,5	
	Optimin Se Y 3000	0,181	
	Carbonato de calcio	211,5	
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	4,5	
	Betaine PDS 96	2,16	
	Líquidos	Formol	2,7 L
Micro	Minerales Reprod.	2,7	
	Sulfato de cobre	1,35	
	Sal común	5,902	
	Vitaminas Reprod.	1,35	
	Cloruro de Colina 60 %	1,026	
	Metionina	2,576	
	Ronozyme VP	0,318	
	Optiphos 2000	0,27	
	Dresquin	0,405	
		2 700,00	

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.18. Producto Pre Inicio carne

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz Nacional	1 022,149
	Importado	
	Polvillo de arroz	138
	Arrocillo	690
	Pasta de soya	715,5
	Harina de soya integral	55
	Carbonato de calcio	24,5
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	36
	L-Lysina Sulfato	9,249
	Fibosel	0,276
	Novasil Plus	6,9
	Levadura de cerveza	13,8
	Butirex C4	5,52
	Líquidos	Aceite crudo de soya
Micro	minerales Carne	2,76
	Sulfato de cobre	1,38
	Sal comun	9,104
	Vitaminas carne	1,656
	Cloruro de Colina 60 %	0,828
	Metionina	6,3
	L-Treonina	0,712
	Gromax	1,38
	Zinc Bacitracina 10 %	2,76
	Ronozyme VP	0,771
	Ronozyme A	0,828
	Optiphos 2000	0,414
	Dresquin	0,414
		2 760,00

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Tabla N.° 3.19. Producto: Carne inicio

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz Nacional	1 330,79
	Importado	
	Arrocillo	600
	Pasta de soya	728
	Soya harina integral	60
	Harina de Pescado	90
	Carbonato de calcio	15
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	45,5
	Betaine PDS 96	3
	L-Lysina Sulfato	8,923
	Fibosel	0,3
	Novasil Plus	7,5
	Levadura de cerveza	30
	Butirex C4	6
Líquidos	Aceite crudo de soya	15 L
Micro	Delac	30
	minerales Carne	3,6
	Sulfato de cobre	1,5
	Sal comun	7,618
	Vitaminas carne	2,1
	Cloruro de Colina 60 %	0,75
	Metionina	6,557
	L-Treonina	1,054
	Gromax	1,5
	Zinc Bacitracina 10 %	3
	Ronozyme VP	0,9
	Ronozyme A	0,644
	Optiphos 2000	0,225
	Dresquin 66	0,45
Violeta de Genciana	0,09	
	3 000,00	

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

Tabla N° 3.20. Producto Engorde I

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz Nacional Importado	644,5
	Sorgo	473,5
	Polvillo de arroz	276
	Arrocillo	689,775
	Pasta de soya	575,5
	Carbonato de calcio	30
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	4,5
	L-Lysina Sulfato	11,668
	Novafill 20 %	3,062
Líquidos	Aceite crudo de soya	22,1 L
Micro	minerales Carne	2,76
	Sulfato de cobre	1,38
	Sal común	8,957
	Vitaminas carne	1,104
	Cloruro de Colina 60 %	0,69
	Metionina	5,983
	L-Treonina	2,383
	Saligran	1,518
	3 Nitro (Roxarsone)	0,621
	Zinc Bacitracina	1,656
	Ronozyme VP	0,576
	Ronozyme A	0,828
	Optiphos 2000	0,414
	Dresquin	0,414
	Violeta de genciana	0,11
		2 760,00

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.21. Producto Engorde II

Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz Nacional Importado	407
	Sorgo	640,5
	Polvillo de arroz	276
	Arrocillo	689,33
	Pasta de soya	642
	Carbonato de calcio	27
	Fosfato Bicalcico - Fosbic	10
	L-Lysina Sulfato	11,54
	Novasil Plus	3,45
Líquidos	Novafill 20 %	1,68
	Aceite crudo de soya	22,1 L
	minerales Carne	2,76
Micro	Sulfato de cobre	1,38
	Sal común	8,78
	Vitaminas carne	1,10
	Cloruro de Colina 60 %	0,69
	Metionina	6,61
	L-Treonina	1,87
	Saligran	1,52
	3 Nitro (Roxarsone)	0,62
	Zinc Bacitracina	0,06
	Ronozyme VP	1,66
	Ronozyme A	0,64
	Optiphos 2000	0,83
	Dresquin	0,41
	Violeta de genciana	0,41

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

Tabla N° 3.22. Producto Finalizador

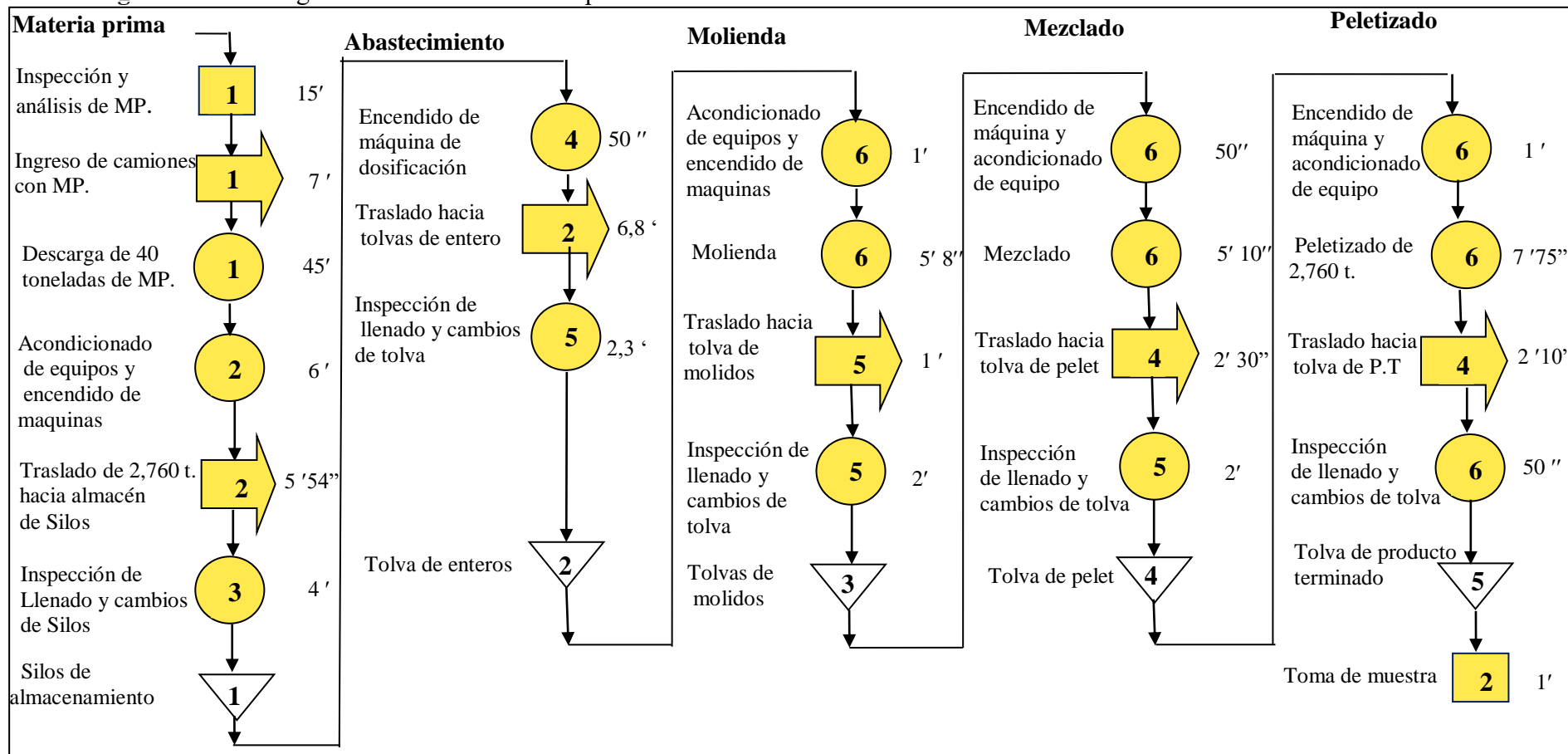
Grupo	Insumo	Peso/Batch kg
Macro	Maíz Nacional Importado	297,5
	Sorgo	828,13
	Polvillo de arroz	331
	Arrocillo	690
	Pasta de soya	528
	Carbonato de calcio	27,5
	L-Lysina Sulfato	11,94
	Novafill 20 %	0,352
Líquidos	Aceite crudo de soya	22,1 L
Micro	minerales Carne	2,21
	Sulfato de cobre	1,38
	Sal común	8,69
	Vitaminas carne	0,69
	Cloruro de Colina 60 %	0,69
	Metionina	5,70
	L-Treonina	2,35
	Ronozyme VP	0,53
	Ronozyme A	0,83
	Optiphos 2000	0,41
		2 760,00

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

3.1.7. Diagrama de análisis del proceso del alimento balanceado.

En el diagrama DAP se muestra la secuencia del procesamiento en la elaboración del alimento balanceado donde se tomó una muestra del batch que tiene más incidencia en el proceso.

Figura N° 3.5. Diagrama de actividades de la planta de alimentos balanceado

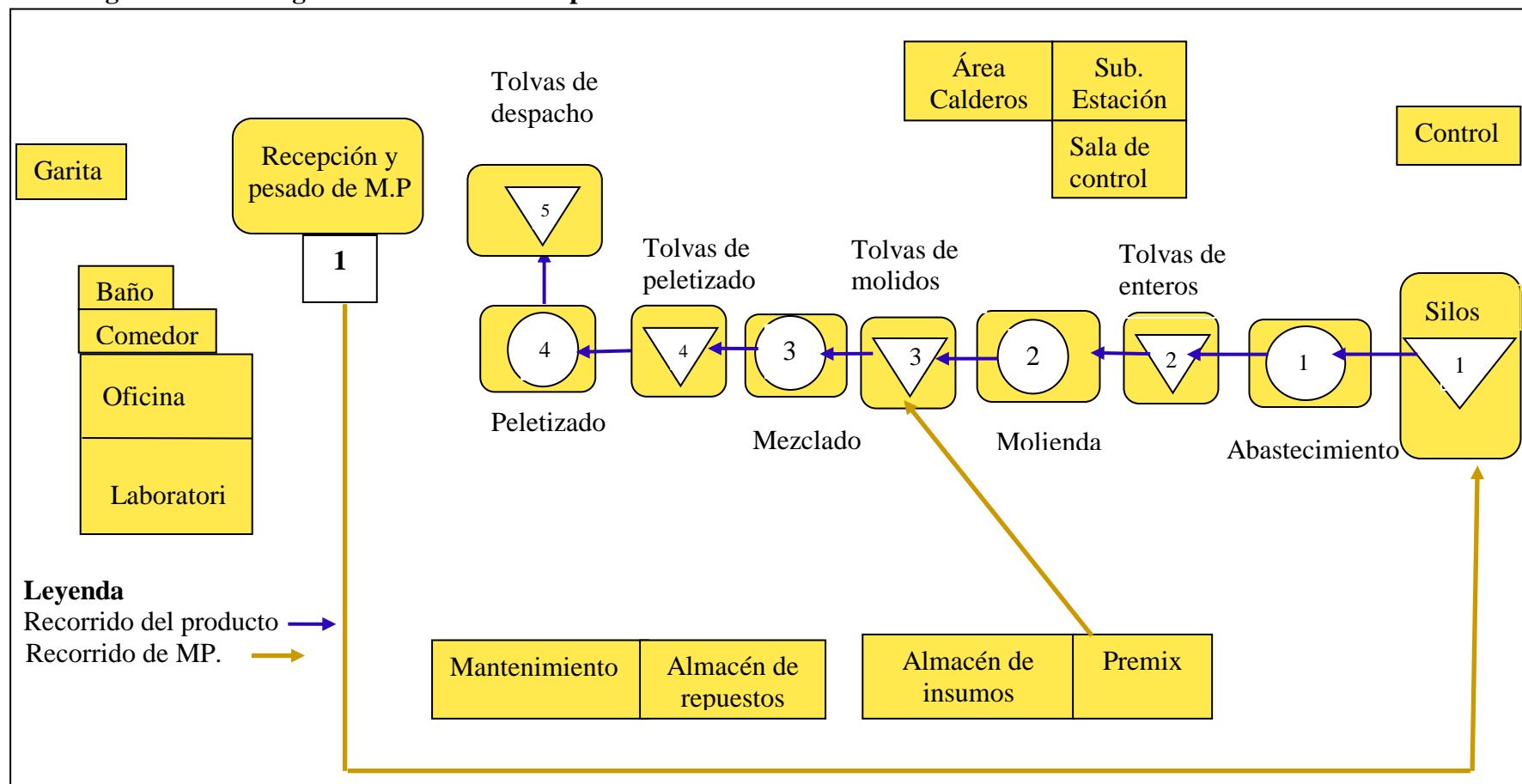


Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.1.8. Diagrama de recorrido del proceso de alimento balanceado.

En la figura N° 3.6. Se muestra la trayectoria del producto en cada una de sus fases del proceso productivo.

Figura N° 3.6. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente. *Elaboración propia*

3.1.9. Situación actual de silos y tolvas en el procesamiento.

A. Silos de almacenamiento.

Actualmente la planta de alimento balanceado cuenta con 6 silos de almacenamiento de maíz, soya, ñelen, cuya capacidad de almacenamiento es de 2 000 toneladas cada una. Para el desarrollo de las actividades del llenado de materia en silos, se cuenta con un dosificador tipo sinfín instalado en la parte subterránea del piso, el cual se encuentra cubierto con una rejilla para la descarga directa de la materia prima de los camiones, luego la materia es transportada a través de elevadores, para después distribuir por los ductos hacia el silo correspondiente.

Cuando el nivel de llenado llega a su punto límite, la operación para seleccionar otro silo se realiza de forma manual por medios mecánicos; la falta de sensores de nivel de llenado hace que los operadores controlen su nivel de silo por medio de un cronometro.

En la siguiente tabla N° 3.23. Se muestra el detalle de tiempo de inactividad total ocasionadas por las constantes fallas.

Tabla N° 3.23. Diagnóstico de fallas por saturación en los silos durante el periodo junio 2012-mayo 2013

Es	Número de Incidencias	Tiempo de inactividad	Acción preventiva
Junio	-----	-----	-----
Julio	-----	-----	-----
Agosto	2	3 h 9' 36"	Liberar conductos de dosificación, cambio de canguilones.
Septiembre	1	1 h 9'	Liberar conductos de silo de almacenamiento.
Octubre	1	1 h 11' 24"	Retirar alimento acumulado por sobre carga de material en el elevador.
Noviembre	-----	-----	-----
Diciembre	-----	-----	-----
Enero	2	3 h 31' 48"	Cambio de chumaceras de elevador por la saturación de llenado
Febrero	-----	-----	-----
Marzo	-----	-----	-----
Abril	5	4 h 15'	Cambio de canguilones, por saturación constante del elevador.
Mayo	3	5 h 30'	Cambio de la faja del elevador.

Fuente: Planta de Alimento Balanceado.

B. Tolva de entero

La planta de alimento balanceado cuenta con 8 tolvas de almacenamiento de enteros y tienen una capacidad de 20 toneladas cada tolva, para el transporte de material de los silos hacia las tolvas de enteros se realiza por medio de transportadores helicoidales que extraen el material, y lo conducen hacia el transportador de paletas, luego el material es transportado por el elevador hacia los conductos de la tolva seleccionada; su sistema de control de nivel de llenado se monitorea por cronometro y por un sensor tipo boya.

La selección de tolva para la distribución del material se realiza de forma manual a través de sistemas de transmisión mecánica. (Ver figura 3.7)

A continuación, en la tabla N° 3.24. Se muestra el resumen de inactividad en las tolvas de molienda ocasionadas por los constantes sobrellenados.

Tabla N° 3.24. Diagnóstico de falla por saturación de tolva Molienda (Entero) en el periodo junio 2012-mayo 2013.

Mes	Número de Incidencias	Tiempo de inactividad	Acción preventiva
Junio	4	9 h 15'	Retirar material mezclado en tolva, liberar conductos
Julio	2	2 h 58'48"	Liberar conductos de tolva.
Agosto	3	4 h 44' 24"	Liberar conductos y cambio de canguilones rotos.
Septiembre	1	1 h 43'12"	Lubricar engranajes de cambios de tolva, liberar conductos de tolva
Octubre	1	1 h 46' 48"	Liberar sinfín transportador del elevador.
Noviembre	2	5 h 17'24"	Liberar conductos de tolva por sobrellenado.
Diciembre	1	3 h 51'	Cambio de canguilones rotos.
Enero	4	5 h 17'24"	Liberar conductos de elevador, cambio de canguilones
Febrero	2	5 h 30'36"	Cambiar chumacera de elevador por ruptura
Marzo	1	2 h 43' 12"	Liberar conductos de tolva.
Abril	6	6 h 22'48"	Empalmar faja de elevador por ruptura por atasco.
Mayo	6	7 h 34'12"	Liberar conductos, y cambiar canguilones rotos del elevador

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado.*

C. Tolva de Molidos.

Se cuenta con 14 tolvas con una capacidad de almacenamiento de 20 toneladas cada una; las cuales almacenan temporalmente la materia que proviene desde la tolva de enteros, para el transporte del material se realizó a través de sistemas helicoidales que llevan el producto hacia el proceso de molienda, luego el producto molido es transportado por sistemas helicoidales hacia el elevador que se encargara de llevar el material hacia los conductos de caída de la tolva seleccionada.

El control de nivel de llenado es monitoreado por cronometro y por visualización directa del operador. Para la seleccion de tolva, los cambios se ejecutan de forma manual por sistemas mecánicos. (Ver figura 3.7)

En la siguiente tabla N° 3.25. Se muestra el detalle de tiempo de interrupciones ocasionadas por los sobrellenados constantes en los ductos de las tolvas.

Tabla N° 3.25. Diagnóstico de falla por saturación de tolva de molidos en el periodo junio 2012-mayo 2013

Mes	Número de Incidencias	Tiempo de inactividad	Acción preventiva
Junio	5	9 h 15'	Retirar alimento por mezcla de insumos en las tolvas. Desatorar ductos de caída de tolva
Julio	3	2 h 58'48"	Destrabar dosificadores de llenado de tolva, conductos.
Agosto	4	7 h 53'24"	Cambiar canguilones dañados.
Septiembre	2	2 h 52' 12"	Liberar conductos del elevador.
Octubre	2	2 h 58' 12"	Retirar alimento mezclado por equivocación de tolva
Noviembre	3	5 h 17' 24"	Liberar conductos de caída del elevador.
Diciembre	2	3 h 51'	Destrabar sinfín transportador del elevador, liberar conductos.
Enero	6	8 h 49'12"	Cambio de canguilones y liberar conductos.
Febrero	4	5 h 30'36"	Liberar conductos de caída a tolvas, retirar material mezclado
Marzo	2	2 h 43'12"	Liberar conductos de caída a tolva
Abril	7	10 h 37'48"	Liberar conductos de caída de tolva, cambiar chumacera del transportador del elevador.
Mayo	8	12 h 37'12"	Cambiar faja del elevador por ruptura.

Fuente: Planta de Alimento Balanceado

D. Tolva de Peletizado.

Las 2 tolvas de peletizado de 15 toneladas cada una es donde se almacena el material que proviene de las tolvas de mezclado, en donde el procesamiento de mezclado es transportado a través de un sistema helicoidal que lleva el producto hacia el elevador que distribuirá el material por los conductos de las tolvas de peletizado.

La materia prima que sale de la etapa de peletizado será transportada a través de un sistema helicoidal, el cual descargara la materia hacia el elevador y posteriormente distribuirla por los conductos de caída hacia las tolvas de despacho.

El actual sistema de control de nivel de las tolvas de despacho es monitoreado por cronometro, y la operación para realizar los cambios de selección de tolva se realiza de forma manual.

En la tabla N° 3.26. Se muestra el detalle de tiempo inactividad ocasionadas por el sobrellenado de conductos, y tolvas.

Tabla N° 3.26. Diagnóstico de falla por saturación de tolva peletizado en el periodo junio 2012-mayo 2013

Mes	Número de Incidencias	Tiempo de inactividad	Acción preventiva
Junio	2	1 h 48'36"	Liberar conductos de tolva.
Julio	-----	-----	-----
Agosto	1	1 h 34'48"	Liberar conductos y retirar material de tolva.
Septiembre	-----	-----	-----
Octubre	-----	-----	-----
Noviembre	1	1 h 35' 24"	Retirar materia de tolva y liberar conductos
Diciembre	-----	-----	-----
Enero	-----	-----	-----
Febrero	-----	-----	-----
Marzo	-----	-----	-----
Abril	1	2 h 7'48"	Liberar conductos de caída
Mayo	2	2 h 31'12"	Retirar material de tolva

Fuente: *Planta de Alimento Balanceado*

E. Tolva de despacho

Para el despacho del producto terminado se cuenta con 6 tolvas de almacenamiento las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

- Tolva 1 capacidad de 30 toneladas es usada para los alimentos finalizador, inicio, pre inicio, superpreinicio.
- Tolva 2 capacidad de 30 toneladas es usada para los alimentos engorde I, engorde II.
- Tova 3-4-5-6, capacidad de 15 toneladas cada una, son empleadas para los alimentos de pre inicio reproductoras, inicio reproductoras, crecimiento reproductoras, postura fase I, postura fase II reproductora prepostura, reproductora macho, alimento abuela.

En la tabla N° 3.27. Se muestra el tiempo de inactividad ocasionada por el sobrellenado de tolvas, ductos en la etapa final del proceso.

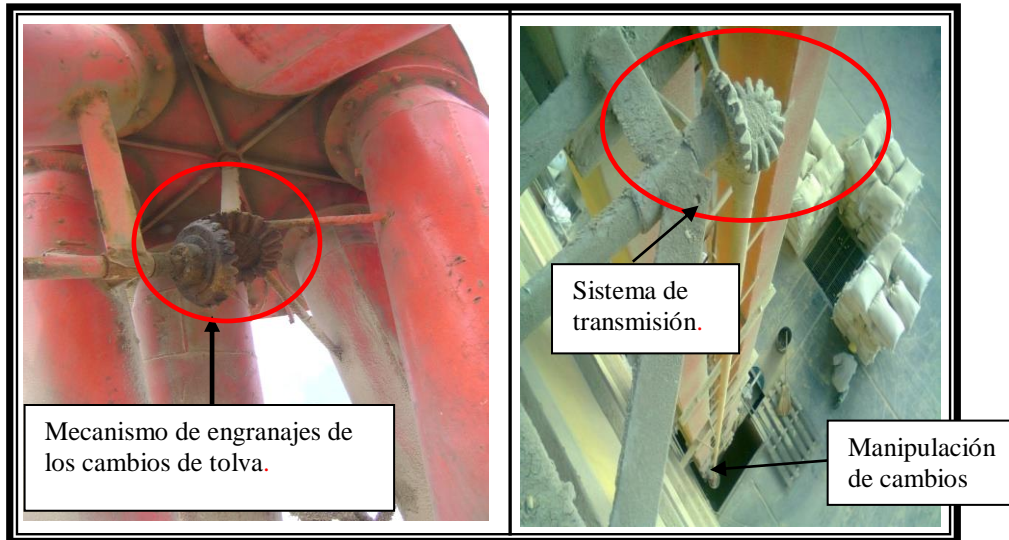
Tabla N° 3.27. Diagnóstico de falla por saturación de tolva despacho en el periodo junio 2012-mayo 2013.

Mes	Número de Incidencias	Tiempo de inactividad	Acción preventiva
Junio	4	16 h 15'	Destruir ducto de caída tolva, empalmar faja de elevador.
Julio	2	5 h 57'	Retirar alimento de tolva, desatorar ductos de elevador.
Agosto	3	14 h 12'	Destruir elevador, por sobrellenado de tolva.
Setiembre	4	5 h 44'24"	Liberar conductos y transportadores.
Octubre	2	5 h 55'48"	Liberar conductos de caída y tolva de llenado.
Noviembre	1	9 h 31'48"	Cambio de polín, chumacera, cadena
Diciembre	2	7 h 42'	Empalmar faja de elevador por ruptura.
Enero	3	17 h 38'24"	Retirar alimento de tolvas por mezclado.
Febrero	4	11 h 1' 30"	Retirar alimento de tolva, desatorar ductos de elevador.
Marzo	2	5 h 26'24"	Liberar conductos de caída de tolva, cambio de chumacera.
Abril	2	19 h 7'48"	Liberar tolvas de ensaque,
Mayo	3	22h 42' 36"	Liberar conductos de caída, empalmar faja de elevador

Fuente: Planta de Alimento Balanceado.

A continuación, en la figura N° 3.7. Se observa el sistema de transmisión actual que se emplea para realizar los cambios de tolva.

Figura N° 3.7. Sistema de transmisión para selección de tolva.



Fuente. *Planta de Alimentos balanceados*

A continuación, en la figura N° 3.8. Se muestra la escalera que utiliza el operador para visualizar el llenado de las tolvas.

Figura N.º 3.8. Escalera de acceso a plataforma de tolvas.



Fuente. *Planta de Alimentos balanceados*

➤ **Consecuencias por exceso de materia en tolvas.**

Figura 3.9 Saturación de maquina

Figura 3.10 Saturación de elevador



Fuente. Planta de alimentos Balanceados

Figura 3.11. Caída de faja

Figura. 3.12 Polín desalineado



Fuente. Planta de alimento balanceado.

Figura 3.13. Desgaste de componentes

Figura 3.14. Rotura de chumacera



Fuente. Planta de alimentos balanceados

3.1.10. Datos de producción junio 2012 – mayo 2013.

La generación de mermas de materia prima, muestra un margen de pérdida ya establecido, que es a consecuencia de la reducción de volumen en el almacenamiento dentro de los silos por falta de ventilación. El resto de mermas antes de la mejora es a consecuencia de los siguientes factores:

- Derrames de alimento por alguna anomalía en el proceso.
- Limpieza de maquinas
- Barridos de las áreas del proceso
- Falsa señal de los sensores en el control de llenado.
- Fugas de los ductos de caída
- Factores ambientales
- Descalibración de balanzas
- Pérdida de densidad en el proceso.

Tabla N.º 3.28. Variables del proceso junio 2012 – mayo 2013

MESES	PRODUCCION EN TONELADAS	COSTO DE ENERGIA ELECTRICA S/.	COSTO DE CARBON MINERAL S/.	TONELADAS MP	COSTO DE MATERIA PRIMA S/.	COSTO MANO DE OBRA S/.	COSTO AGUA M ³ S/.	COSTO HORAS EXTRAS	MERMA (ton) PT+ MP
Junio	6 857,92	13 237,25	14 991,6	779 651	7413193,7	18 070,0	780	831,79	879.91
Julio	7 823,71	8 825,76	13 782,6	831 142	7750830,9	18 070,0	734	281,01	856.91
Agosto	7 125,55	12 820,09	15 233,4	789 386	7277288,7	18 070,0	815,67	729,32	888.91
Septiembre	6 852,20	11 544, 23	15 475,2	785 504	6776693,4	18 070,0	820	433,26	853.91
Octubre	6 877,43	11 338,23	14 024,4	849 387	7155708,5	18 070,0	754	479,58	837.91
Noviembre	6 993,27	12 623,55	15 717	797 914	7012062,7	18 070,0	812,32	415,63	870.91
Diciembre	7 216,75	13 878,17	16 926	780 076	6945234,7	18 070,0	814,96	635,18	949.91
Enero	8 014,60	15 151,03	16 684,2	850 712	7869901,2	18 070,0	750,62	1027,62	889.91
Febrero	7 014,53	11 451,90	17 409,60	807 275	7189049,0	18 070,0	825,21	830,51	876.91
Marzo	7 667,51	10 527,35	15 717,00	816 034	7750250,7	18 070,0	810,32	366,57	865.91
Abril	7 250,92	7 831,32	18 860,40	807 518	7362401,4	18 070,0	754,34	1280,83	893.91
Mayo	7 861,38	9 369,93	15 475,20	836 362	8053470,9	18 070,0	716	999,15	871.91
Total	87 555,77	138 598,80	190 296,6	97 309,61	88 556 085,86	216 840	9 387,44	8 310,52	10 536,92

Fuente. Planta de alimento balanceado

En la tabla N° 3.28. De acuerdo a los registros de producción la situación actual del proceso, nos muestra un registro de los costos de horas extra de los trabajadores debido a constantes fallas en las líneas de producción, que es muy frecuente en las tolvas y silos.

Las horas extras tal como se detalla anteriormente son usadas para cubrir las horas no productivas que se generan por las interrupciones del ciclo productivo ocasionada por los siguientes factores:

- Fallas mecánicas que se produzcan debido alguna anomalía en los sistemas mecánicos en cualquier etapa del proceso.
- Falla eléctrica ocasionadas por algún inconveniente en los sistemas de control de las máquinas.
- Falla de operación que se generan por algún inconveniente que el operador pueda causar en la realización de sus actividades para controlar las máquinas y equipos.

3.1.11. Índice de ventas junio 2012 – mayo 2013

La Empresa Avícola en estudio, muestra que sus ventas anuales están basadas en la venta de pollo carne, pollo bebe, huevo fértil, expandiendo su mercado hasta el Ecuador), etc. A continuación, se muestra el registro de las ventas en la tabla N° 3.29.

Tabla N° 3.29. Detalles de los ingresos por ventas junio 2012-mayo 2013

Productos	Peso	S/. /kg	Costo Unitario	Volumen de venta (und.)	S/. /día	S/. /Año
Pollo carne	2,58 kg	4,57	11,79	22 000	S/. 259 393	S/. 89 231 261
Pollo bebe	46 gr	-	1,12	3 000	S/.3 360	S/.1 155 840
Huevo fértil	-	-	5	30 000	S/.150 000	S/.51 600 000
					TOTAL	S/.141 987 101

Fuente: Planta de alimento balanceado en estudio.

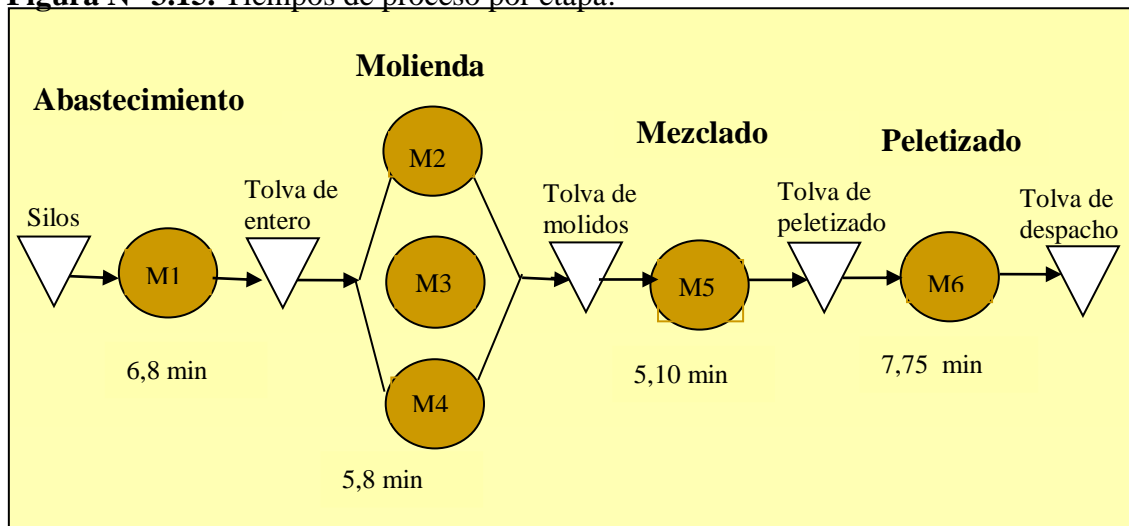
Como se puede observar en la tabla N° 3.29 el ingreso por volumen de ventas es de S/.141 987 101, el mayor ingreso es generado por el producto pollo carne, lo cual para la planta de alimentos balanceados es de suma prioridad entregar el alimento balanceado en los tiempos previstos ya que se generan pérdidas económicas muy significativas.

3.1.12. Producción antes de la mejora junio 2012-mayo 2013

La producción actual en la planta de alimento balanceado del periodo junio 2012-mayo 2013, está relacionada con el nivel de ventas que se generan.

A continuación, en la figura 3.15 se muestra los tiempos empleados en cada estación de trabajo para la elaboración de un batch de 2 760 toneladas de alimento balanceado. En donde se observa que en la fase de peletizado se emplea el mayor tiempo de procesamiento de 7,75 min, el cual vendría ser el tiempo de ciclo y el cuello de botella de la línea de producción.

Figura N° 3.15. Tiempos de proceso por etapa.



Fuente: *Elaboración propia*

➤ Producción:

Con respecto a la producción de alimento balanceado en el periodo de evaluación, se utilizaron 97 309,61 t/año de materia prima, para producir 87 555,77 t / año.

Entrada de (MP) = 97 309,61 t /año

Salida de (PT) = 87 555,77 t/año

Datos

Tiempo base: 60 min/hora.

Tiempo de ciclo: 7,75 min

$$\text{Producción} = \frac{T_b}{T_c} = \frac{60}{7,75} = 7,74 \text{ batch/hora}$$

Como se puede observar según el cálculo el ritmo de producción se puede decir que por cada hora de operación se podrá producir 7,74 batch de 2,760 toneladas.

➤ **Datos de producción antes de la implementación del sistema semiautomático.**

Tabla N° 3.30. Cuadro de gasto anual de mantenimiento.

Gastos de mantenimiento	Precio total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos	S/21 804
Materiales para mantenimiento de sistemas eléctricos	S/1 690
Lubricantes para maquinas	S/7 600
Total	S/31 094

En la tabla N°3.30 se muestra los gastos realizados para el mantenimiento de las máquinas. (Datos tomados del anexo 4 tabla 7.5)

❖ **Resumen del análisis de horas y costos de producción.**

- Operadores de producción = 11
- Operarios de Mantenimiento = 3
- Operario de transporte = 1

Tabla N° 3.31 Resumen total de horas de trabajo por área.

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	27 456,00	7 488,00	2 496,00

En la tabla N°3.31. Se muestra el total de horas empleadas para la producción en un horario normal. (Datos tomados del anexo 5 tabla 7.6)

Tabla N° 3.32. Resumen total de horas al 25 %

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	365,94	336,26	181,56

En la tabla N°3.32. Se muestra la las horas extras al 25%, las cuales abarcan desde las 6:00 pm- 11pm. (Datos tomados del anexo 5 tabla 7.7)

Tabla N° 3.33. Resumen total de horas al 100 %

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	312,16	75,5	71,05

Se muestra en la tabla N°3.33. La acumulación de horas al 100 % que se generan a partir de las 12:00 pm – 6:00 am (Datos tomados del anexo 5 tabla 7.8)

Tabla N° 3.34. Resumen del total de horas trabajadas

Anual	Produccion	Mantenimiento	Transporte
Total	28 134,10	7 899,76	2 748,64

En la tabla N°3.34. Se muestra las horas utilizadas para la culminación de la producción. (Datos tomados del anexo 5 tabla 7.9)

Tabla N° 3.35. Resumen total del costo de trabajo.

Anual	Costo de producción.	Costo de mantenimiento	Costo de Transporte	Costo total	Desfase de costo	Costo Normal
Total	S/.158 254,3	S/.49 717,2	S/.17 179	S/.225 150,5	S/.8 310,5	S/.216 840

En la tabla N°3.35. Se muestra el costo anual de horas de trabajo de los operarios en la producción. (Datos tomados del anexo 6 tabla 7.11)

3.1.13. Capacidad de planta antes de la mejora junio 2012- mayo 2013

➤ **Capacidad de diseño (teórica, proyectada).**

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{30 \text{ t}}{\text{h}}$$

La capacidad de diseño de la planta, es la capacidad máxima teórica que se puede obtener bajo condiciones ideales, tomando en cuenta que la capacidad de la maquina es de 30 t/h

➤ **Capacidad efectiva o real.**

$$\text{Capacidad real} = \frac{29,2 \text{ t}}{\text{h}}$$

La capacidad real de la planta es la producción que la empresa espera alcanzar a través de la combinación de su producto, programación y estándares de calidad, siendo esta de 29,2 t/h

➤ **Capacidad utilizada.**

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{28,5 \text{ t}}{\text{h}}$$

La capacidad utilizada o empleada es la producción actual siendo esta de 28,5 t /h

➤ **Capacidad ociosa.**

$$\text{Capacidad ociosa} = 29,2 \text{ t/h} - 28,5 \text{ t/h} = 1 \text{ t/h}$$

La capacidad ociosa representa la cantidad que se está dejando de producir, es decir la diferencia entre la capacidad real y la capacidad utilizada, siendo esta de 1 t /h

➤ **Utilización**

$$\text{Utilización} = \frac{28,5 \text{ t/h}}{29,2 \text{ t/h}} \times 100 = 97 \%$$

La utilización representa la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada siendo esta de 97%.

3.1.14. Productividad: De materia prima, de la mano de obra, económica, energía.

➤ **Productividad de Materia Prima:**

$$P_{\text{materia prima}} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad materia prima}} = \frac{87\,555,77 \text{ t}}{97\,309,61 \text{ t}} \times 100 = 89,98\%$$

La productividad respecto a la materia prima muestra la relación entre la cantidad de materia prima empleada de 97 309,61 toneladas y la cantidad de producción obtenida 87 555,77 toneladas de alimento balanceado, obteniéndose como resultado el 89,98%.

➤ **Productividad de mano de obra:**

$$P_{\text{mano de obra}} = \frac{87\,555,77 \text{ t/año}}{15 \text{ operarios}} = 5\,837,05 \text{ t / operario al año}$$

La productividad respecto a la mano de obra, muestra la relación de la producción anual de alimento balanceado y el total de operarios que intervienen para obtener dicha producción, dando como resultado 5 837,05 t / operario al año.

➤ **Productividad económica:**

$$P_{\text{economica}} = \frac{87\,555\,770 \text{ kg /año}}{S/. 88\,556\,085,86 / \text{año}} = S/. 0,988 / \text{kg}$$

La productividad económica respecto al capital muestra la relación entre la producción actual y los costos de materia prima, donde se obtiene que para producir un kilogramo de alimento balanceado se emplea S/.0,99.

➤ **Productividad energía** = $\frac{\text{Consumo Eléctrico}}{\text{Horas de trabajo}} = \frac{2\,101\,105,76 \text{ kW}}{5\,422,5\text{h}} = 388 \text{ kW / h}$

La productividad de energía anual que se utilizó para la producción en el periodo de evaluación del proyecto fue de 388 kW/h

3.1.15. Indicadores de Productividad junio 2012- mayo 2013.

a) Eficiencia física

- Datos de producción:

Salida útil de PT = 87 555,77 t/año.

Entrada de MP = 97 309,61 t /año.

$$\text{Eficiencia física (Ef.)} = \frac{87\,555,77 \text{ t/año}}{97\,309,61 \text{ t/año}} \times 100 = 89,98 \%$$

La eficiencia física representa el porcentaje que está siendo aprovechado de las materias primas, esto quiere decir que por los 97 309,61 t /año de materia prima se logró producir 87 555,77 t /año de alimento balanceado, lo que representa un 89,98 % de la eficiencia física.

b) Eficiencia económica

La eficiencia económica muestra la relación entre los ingresos generados por las ventas y las inversiones como los gastos de producción directos y el consumo de suministros.

Datos de producción:

Energía	S/. 138 598,80
Carbón mineral	S/. 190 296,6
Materia prima	S/. 88 556 085,86
Mano de obra	S/. 216 840,00
Mano de obra Hora extra	S/. 8 310,52
Consumo de agua para caldero	S/. 9 387,44

Costo (Inversiones) = S/. 89 119 519,22

Ingreso por ventas = S/. 141 987 101,1

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. } 141\,987\,101,1}{\text{S/. } 89\,119\,519,22} = 1,59$$

El resultado muestra que por cada S/. 1,00 invertido se obtendrá una ganancia de S/.0, 59.

c) Eficiencia de línea

Σ Tiempos de proceso = (6,8+5,8+5,10+7,75) = 25,5 min (ver Figura N.º 3.15)

Numero de fases del proceso (**n**): = n = 4

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{25,5 \text{ min}}{(4 \times 7,75 \text{ min})} \times 100 = 82\%$$

El valor de 82 % representa el porcentaje de tiempo proceso en las maquinas.

3.1.16. Otros Indicadores junio 2012- mayo 2013

➤ Indicadores de mantenimiento.

i. Disponibilidad de máquinas.

Datos de funcionamiento de maquina anual:

- Horas totales: 5 422,5
- Horas por avería o fallas: 430,5

$$\text{Disponibilidad de máquinas} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

$$\text{Disponibilidad de maquina} = \frac{5\,422,5 - 430,5}{5\,422,5} = 0,92 = 92\%$$

Según el resultado nos muestra un índice de disponibilidad de máquina de un 92 % en todo el año.

ii. Índice de mantenimiento correctivo

Datos:

- Horas dedicadas al mantenimiento correctivo: 430,5
- Horas totales dedicadas a mantenimiento: 5 422,5

$$\text{IMC} = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas al mantenimiento}} \times 100$$

$$\text{IMC} = \frac{430,5}{5\,422,5} = 0,08 = 8\%$$

Como se puede observar el cálculo nos muestra que el mantenimiento correctivo representa un 8 % del tiempo utilizado en el mantenimiento total.

➤ Análisis de costos de mantenimiento

A continuación, en la tabla N° 3.36. Se muestran los costos utilizados en el área de mantenimiento del primer periodo en evaluación.

Tabla N.º 3.36. Datos de mantenimiento junio 2012- mayo 2013

Costo de mantenimiento	
Materiales y repuestos	S/. 31 094
Mano de obra	S/.49 717,19
Capacitación	S/.3000
Total	S/.83 511,19

Fuente. Planta de alimento balanceado

3.1.17. Análisis de las actividades de producción periodo de junio 2012- mayo 2013.

Todos los factores que a continuación se detalla hacen que la planta de alimentos balanceados no trabaje eficientemente, y mantenga indicadores de productividad bajos.

Para la identificación de las problemáticas en el sistema productivo se tuvo que monitorear todas las estaciones de trabajo por día con la finalidad de observar directamente las anomalías.

➤ Abastecimiento.

En el grafico 3.2. Se muestra las secuencias de actividades que realiza el operador de abastecimiento durante una hora de producción

Gráfico N.º 3.2. Diagrama de las actividades del operador de abastecimiento.

Tiempo (min)	Recorrido	▼	→	○	□	▭	Descripción
8	20 m						Inspección de nivel de llenado de tolvas y silos.
3	5 m						Abrir compuertas de silos
1	12 m						Realizar cambios para la distribución de llenado en tolvas
1	3 m.						Seleccionar cambios del elevador de descarga.
1							Encendido de máquinas.
8							Controlar los mandos de funcionamiento de las maquinas
20	9 m						Vertir la materia prima compactada por el trasportador al interior del silo.
5	20 m						Controla y verifica el tiempo de llenado de tolvas
5	20 m						Controla el tiempo y verifica el llenado de Silos
2	12 m						Realizar cambios de tolva
3	5 m.						Realizar cambios de Silo
57							

Fuente: *Elaboración propia*

❖ Causas que representan una problemática en el área de abastecimiento:

En esta área se obtuvieron las siguientes observaciones de trabajo.

- Exceso de confianza y fatiga por el operador al realizar labores repetitivas en monitorear el nivel de llenado y al realizar los cambios para seleccionar la tolva.
- Se encontró que el mecanismo para realizar los cambios de selección de tolva y silos se encuentran muy distantes de la sala de control del operador.
- El operador cada hora tiene que subir a las tolvas y silos para verificar el llenado; si el llenado está casi al límite tiene que bajar rápidamente y realizar los cambios de tolva; en algunas ocasiones los cambios se atascan y dificultan la ejecución.
- También se observó que el operador realiza otras actividades externas en el proceso y en algunas ocasiones se descuida del tiempo llenado.
- La compactación de la materia almacenada en silos, hace que el operador tenga que remover la materia desde el interior del silo para que el flujo de descarga sea continuo.
- Para el control de abastecimiento de materia prima, el operador tendrá que verificar el tiempo de llenado a través de su cronómetro, en donde muchas ocasiones por las actividades que realiza en el proceso productivo descuida los tiempos y se generan atascos de material en los conductos, lo que ocasiona retrasos en el proceso.
- Los atascos constantes generan ruptura y desgaste de los canguilones, y ocasionan una secuencia de inconvenientes tales como: (desgaste de ejes de polín, desgaste de faja, desalineamiento de polín, ruptura de cadena de transmisión del polín; estos inconvenientes generan cuellos de botella en la producción.
- También se pudo observar la inactividad del proceso ocasionadas por la mezcla de materia prima, esto se debe a una mala operación cuando se realizan los cambios de selección de tolva, estos inconvenientes ocasionan retrasos de producción debido a que se tiene que sacar la materia prima afectada de la tolva.

➤ **Molienda y mezclado**

A continuación, se puede observar en el gráfico N° 3.3. Las secuencias de operaciones que realiza el operador de molienda y mezclado durante una hora de producción

Gráfico N° 3.3. Diagrama de las actividades del operador de molienda y mezclado.

Tiempo (min)	Recorrido	▼	→	○	□	▭	Descripción
8	12 m						Inspección de nivel de llenado de tolvas de entero y molidos
5	7 m						Regular las compuertas de caída de materia a los molinos
1	4 m						Realizar cambios para la distribución de llenado en tolvas de molidos
1	3 m						Seleccionar cambios del elevador de descarga.
1							Encendido de máquina de molienda por computadora.
5	3 m						Verifica cantidad de insumos para el mezclado
1							Encendido de máquina de mezclado por computadora.
2	4m						Vierte la premezcla en la tolva de mezclado
30							Operar los mandos de control de la maquina molienda y mezclado
1							Controla el llenado de tolvas de molido y prepelet
1	5 m						Realizar cambios de tolvas de molidos
1							Realiza los cambios de tolva de peletizado
57							

Fuente. *Elaboración propia.*

❖ **Causas que representen una problemática en el área de molienda y mezclado:**

- El operador controla el llenado de las tolvas de molienda y las tolvas de peletizado desde la sala de control.
- Para el control de llenado de tolva de molienda y mezclado cuando está por llegar a su punto límite, el operador tiene que salir de la sala de máquinas y subir a la plataforma de tolvas que se encuentran a una altura de 7 m, y verificar el nivel.
- Cuando el operador realiza otras actividades (suministro de insumos, verificación de alguna falla en los controles.) descuida el proceso de llenado de tolvas y se generan atascos de los conductos por saturación de material.
- La descoordinación de los tiempos de llenado o la falla de los controles de nivel tipo boya ocasionan atascos de materia en los conductos y sistemas de dosificación.
- Cuando ocurre una maniobra improvisada en el control de llenado, la dificultad que se presentan al realizar los cambios de selección de tolva es el distanciamiento para la manipulación de los cambios, la cual a veces se llegan atascarse al no realizar el cambio en el tiempo cronometrado.
- La saturación de materia prima en las tolvas de mezclado y molienda generan desgaste de los componentes mecánicos ocasionando ruptura de los mismos y la parada de máquina.
- Para el control de llenado de tolvas se realiza de forma cronometrada por los mismos operarios, en donde muchas veces una descoordinación en los tiempos de abastecimiento, genera atascos de materia en las líneas de proceso.
- Los constantes atascos que se generan traen como consecuencia (desgaste de ejes de los polines, ruptura de chumaceras, ruptura de canguilones, caída de fajas, ruptura de transportadores sinfín), lo que generan incremento en gastos de mantenimiento.
- La mezcla de la materia prima ocasionada de forma errónea en las tolvas genera un retraso en la producción, debido a que se necesita retirar el material mezclado de las tolvas con personal externo.

➤ **Peletizado.**

Como se puede observar en el gráfico N° 3.4. Los tiempos que utiliza el operador de peletizado en la realización de sus actividades durante una hora de producción

Gráfico N° 3.4. Diagrama de análisis de los tiempos del operador de peletizado.

Tiempo (min)	Recorrido	▼	→	○	□	▭	Descripción
1	8 m.						Inspección de cambios de tolva
3	7 m.						Inspección de presiones de temperatura
5	7 m						Abrir válvulas de entrada de vapor al sistema de peletizado
1	4 m						Seleccionar cambios del elevador de descarga.
1							Encendido de maquinas por computadora
35							Opera los mandos de control de la maquina
2							Controla y verifica el tiempo de llenado de tolvas
1	20 m						Realizar cambios de tolva
3	5 m						Inspecciona la calidad del alimento balanceado
52							

Fuente. *Elaboración propia.*

❖ **Causas que representan una problemática en el área de peletizado:**

- El control de llenado de tolvas de producto terminado se realiza a través de tiempos cronometrados por el operador, muchas veces los tiempos se han visto afectados por alguna falla improvisada de la maquina a consecuencia de las caídas de presión del caldero, o una mala maniobra en la operación, lo que ocasiona una descoordinación en el control de tiempo de llenado.
- El control del proceso de peletizado se realiza desde la sala de control que se encuentra en el primer nivel, y también desde su misma plataforma de máquinas en el 2do nivel a través de los paneles de control.
- El recorrido que realiza el operador para efectuar los cambios de selección de tolva desde la plataforma de máquinas, es de 28 m hasta el área de despacho, y para ejecutar los cambios desde la sala de control de máquinas es de 12 m.

3.1.18. Análisis del tiempo de inactividad de la producción periodo de junio 2012- mayo 2013.

En el análisis realizado en la planta de alimentos balanceados se pudo encontrar perdidas en soles muy significativas que se visualizaron en gastos por acumulación de horas extras de los trabajadores, en donde el monto asciende a **S/8 310,52** al año. (Ver tabla 3.28).

A continuación, la tabla N.º 3.37. Se muestran la producción total en evaluación con su respectiva generación de horas de inactividad.

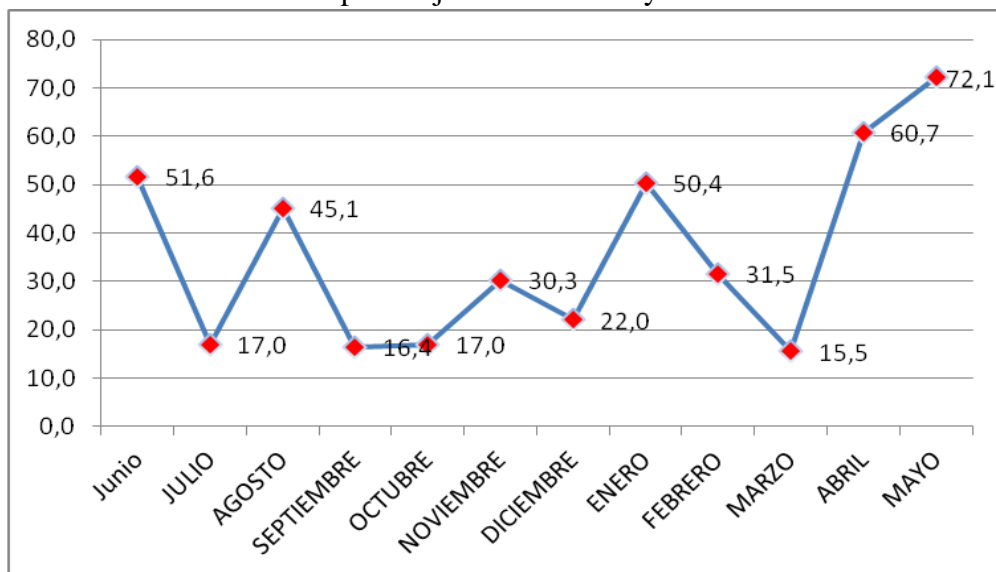
Tabla N° 3.37. Producción total con tiempo de horas de parada
Junio 2012 – mayo 2013.

MES	PRODUCCION	HORAS DE INACTIVIDAD	CONVERSION
JUNIO	6 857,9	52,6	51 h 36'
JULIO	7 823,7	17	17 h
AGOSTO	7 125,6	45,1	45 h 6'
SEPTIEMBRE	6 852,2	16,41	16 h 24'
OCTUBRE	6 877,4	16,95	17 h
NOVIEMBRE	6 993,3	30,25	30 h 18'
DICIEMBRE	7 216,8	22	22 h
ENERO	8 014,6	50,41	50 h 24'
FEBRERO	7 014,5	31,50	31 h 30'
MARZO	7 667,5	15,55	15 h 30'
ABRIL	7 250,9	60,73	60 h 43'
MAYO	7 861,4	72,1	72 h 6'
Total	87 555,8	430,54	

Fuente. Planta de alimentos balanceado.

En el grafico 3.5 se muestra los picos de los meses que generaron mayor índice de horas de inactividad en la producción del alimento balanceado.

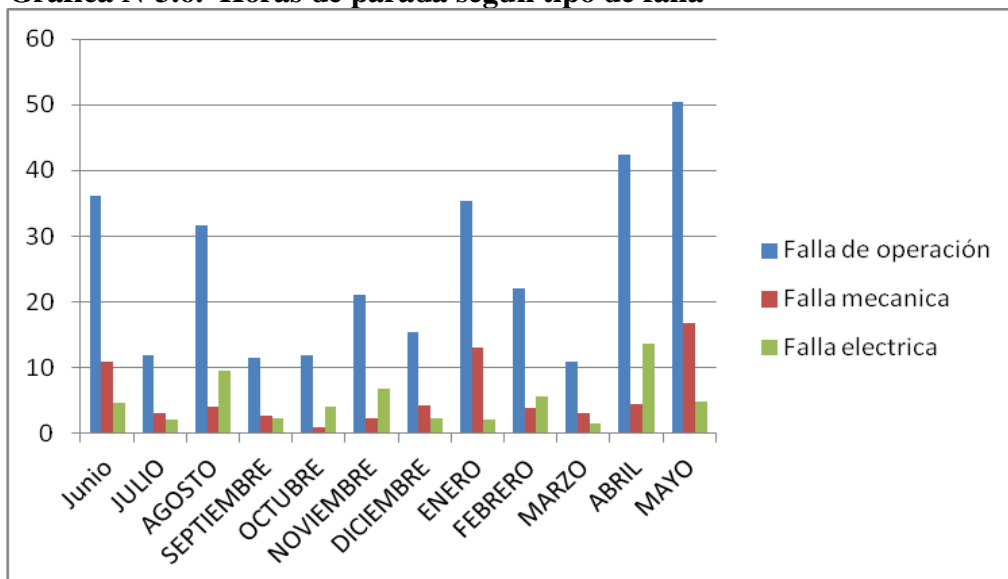
Grafica N° 3.5. Horas de parada junio 2012 – mayo 2013



Fuente. Planta alimento balanceado en estudio.

Las horas de inactividad de producción se vieron reflejadas según el grado de inconveniencia que se haya producido en el momento de la elaboración del alimento balanceado, tal como se puede observar en la gráfica N° 3.6. La distribución de horas de inactividad según el tipo de falla.

Grafica N°3.6. Horas de parada según tipo de falla



Fuente. Planta de alimentos balanceado

3.1.19. Identificación de problemas que afectan al sistema productivo

1.- Problema de producción 1:

Las deficiencias en el control manual para realizar la selección de tolvas, silos de almacenamiento, cuando llegan a su punto límite de llenado, traen como consecuencia la generación de cuellos de botellas en el proceso, retrasos en la entrega del producto, incremento de horas extras de trabajo.

Estas situaciones son generadas debido a lo siguiente:

- El operador tiene una secuencia de actividades que ejecuta en el desarrollo del proceso, por lo que es muy constante una alteración en el monitoreo y control del proceso. (Ver gráfico 3.2, 3.3, 3.4)
- El sistema mecánico que se utiliza para realizar la selección de tolva, se encuentra muy distante de la sala de control, y también es muy inadecuado para su manejo (Ver figura 3.7)
- En algunas ocasiones, cuando se presenta situaciones de trabamientos por la acumulación de material en los conductos de las tolvas, el operador tiene que integrarse en los trabajos para la liberación de los ductos.

2.-Problema de producción 2:

Deficiencia en el dispositivo de control de nivel de tolvas cuando se encuentra en su punto límite de llenado.

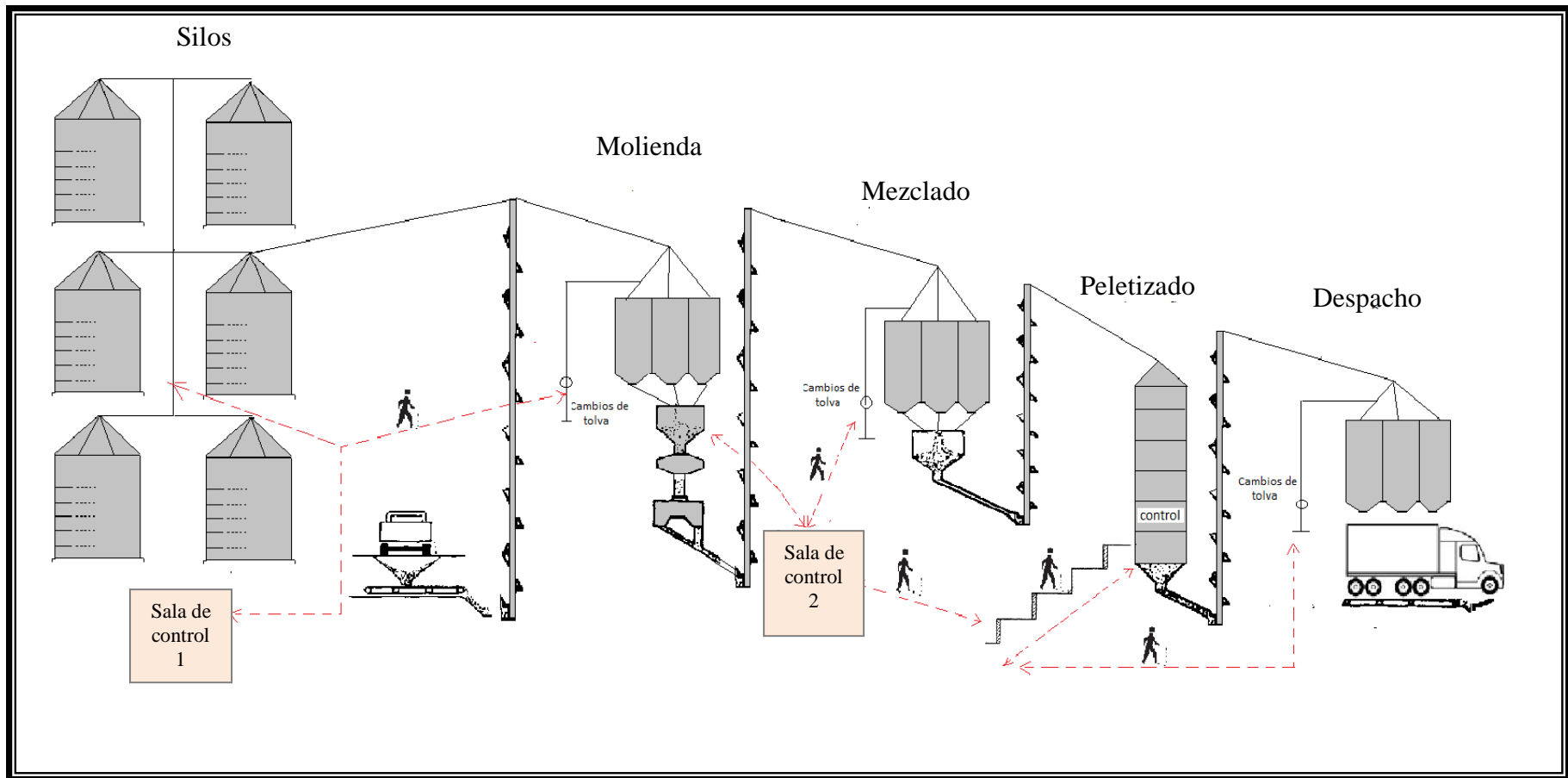
Las situaciones que se generan son debido a lo siguiente:

- El control de nivel tipo boya, durante la producción generan fallas al no medir con exactitud el llenado de materia prima.
- La falla de los controles de nivel tipo boya ocasiona frecuentes sobrellenado de las tolvas, conductos, consecuencia del desgaste de sus contactos eléctricos, mecanismos, los cuales generan una falsa señal que indica que la tolva está llena.

➤ Descripción de los recorridos del operador en el proceso.

Para un mejor análisis y comprensión de la problemática del sistema productivo a continuación en la figura N.º 3.16. Se muestra los recorridos constantes que tiene que realizar cada operador en el proceso desde la sala de control hacia las tolvas y silos que se encuentran desde puntos distantes para ejecutar el cambio de tolva y monitoreo del llenado.

Figura N° 3.16. Proceso productivo periodo Junio2012- mayo 2013.



Fuente. Elaboración propia.

3.1.20. Propuesta del sistema de control Semiautomático.

A. **Propuesta 1.** Realizar un diseño semiautomático para el control de los cambios de selección de tolva, silos desde la sala de control del operador.

➤ **Descripción de la propuesta 1.**

La propuesta planteada está respaldada por investigaciones que han demostrado que el implemento de nuevos sistemas de control automatizados incrementa la productividad.

El desarrollo del diseño de control semiautomático en la planta de alimentos balanceados, demostrara que se tendrá una mayor eficiencia en el manejo de los cambios de selección de tolva y silos, ya que se realizaran desde la sala de control, de manera que se eliminaran los recorridos del operador, y se obtendrá un mejor manejo en las operaciones del proceso.

Por lo tanto, la finalidad del diseño es obtener un mejor control en los cambios de tolva y silo, disminuir la fatiga en el trabajo por labores repetitivas, evitar accidentes en el desarrollo de las actividades, trabajar con mayor eficiencia.

B. **Propuesta 2.** Cambiar los sensores de boya de control de llenado por sensores electrónicos que cumplan las características técnicas del proceso.

➤ **Descripción de la propuesta**

En la actualidad la tecnología en sensores ha ido evolucionando en los últimos años, tal es el caso que la precisión de detección es cada vez más exacta, esto ha llevado a muchas industrias a implementar nuevos sensores para aumentar su productividad en sus sistemas de producción.

Para el mejoramiento en el sistema de control de llenado de tolvas de la planta de alimentos balanceados, se implementaría sensores rotativos que realizaran el censado de la materia cuando llegue al punto límite, lo que permitirá obtener una mayor precisión, y a la vez evitara que el operador realice la acción de subir a las tolvas para el monitoreo visual.

La finalidad de implementar los sensores, es aumentar la eficiencia en el control de llenado y disminuir las paradas de producción que se generan a consecuencia de las fallas constantes en la emisión de señal.

3.1.21. Desarrollo de las propuestas para la mejora en los sistemas de producción

La planta de alimentos balanceados tiene como objetivo principal de sus operaciones satisfacer las necesidades de su cliente interno que son las granjas avícolas, entregando el alimento balanceado en los tiempos programados

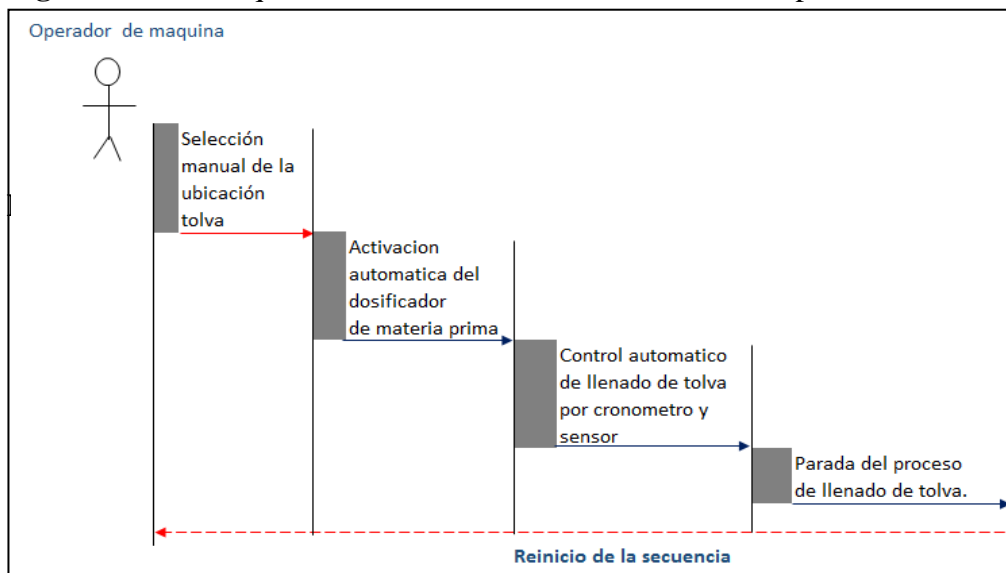
Durante la inspección del proceso productivo en la planta de alimento balanceado, se pudo observar interrupciones constantes en la producción, que se producen por el sobrellenado de tolvas cuando no se realiza los cambios en el tiempo cronometrado, generando pérdidas de horas hombre y sobrecostos.

3.1.22. Diseño e implementación del sistema de control semiautomático en tolvas de almacenamiento.

El objetivo del proyecto; es reducir los tiempos de inactividad en el proceso ocasionadas cuando la tolva se encuentran en su punto límite de llenado y no se realizan los cambios en el tiempo establecido.

En la figura N°3.17. Se muestra la secuencia de operación del sistema semiautomático a implementar; en donde la secuencia de funcionamiento se inicia cuando el operador ejecuta la selección de tolva, luego en secuencia se activa el dosificador de materia prima, después el producto cae en la tolva y el nivel de llenado es controlado por el cronometro del controlador, una vez llegue a su tiempo límite de llenado se desactiva el dosificador de materia. Si el tiempo de llenado se altera a consecuencia de falta de materia, el nivel es controlado por el sensor.

Figura N°3.17. Esquema de funcionamiento del sistema a implementarse.

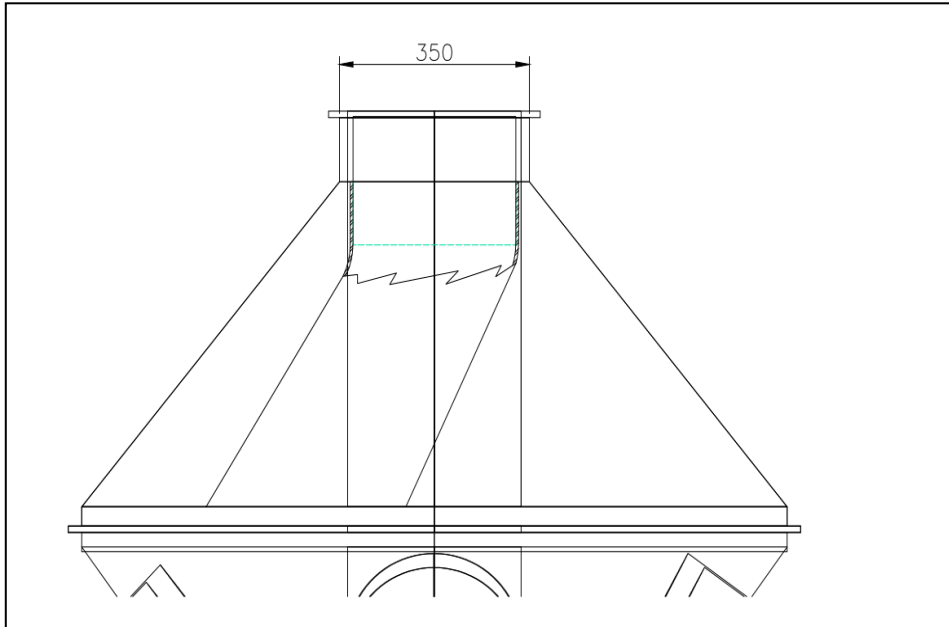


Fuente. Elaboración propia

➤ **Representación del diseño y montaje de la estructura móvil**

En la figura N° 3.18. Se muestra la vista interna del conducto móvil de la estructura y el embocinado del brazo mecánico en dimensiones milimétricas, el cual realizara el desplazamiento de posición para la distribución de la materia en tolvas.

Figura N°3.18. Representación de la vista frontal del brazo móvil interno.

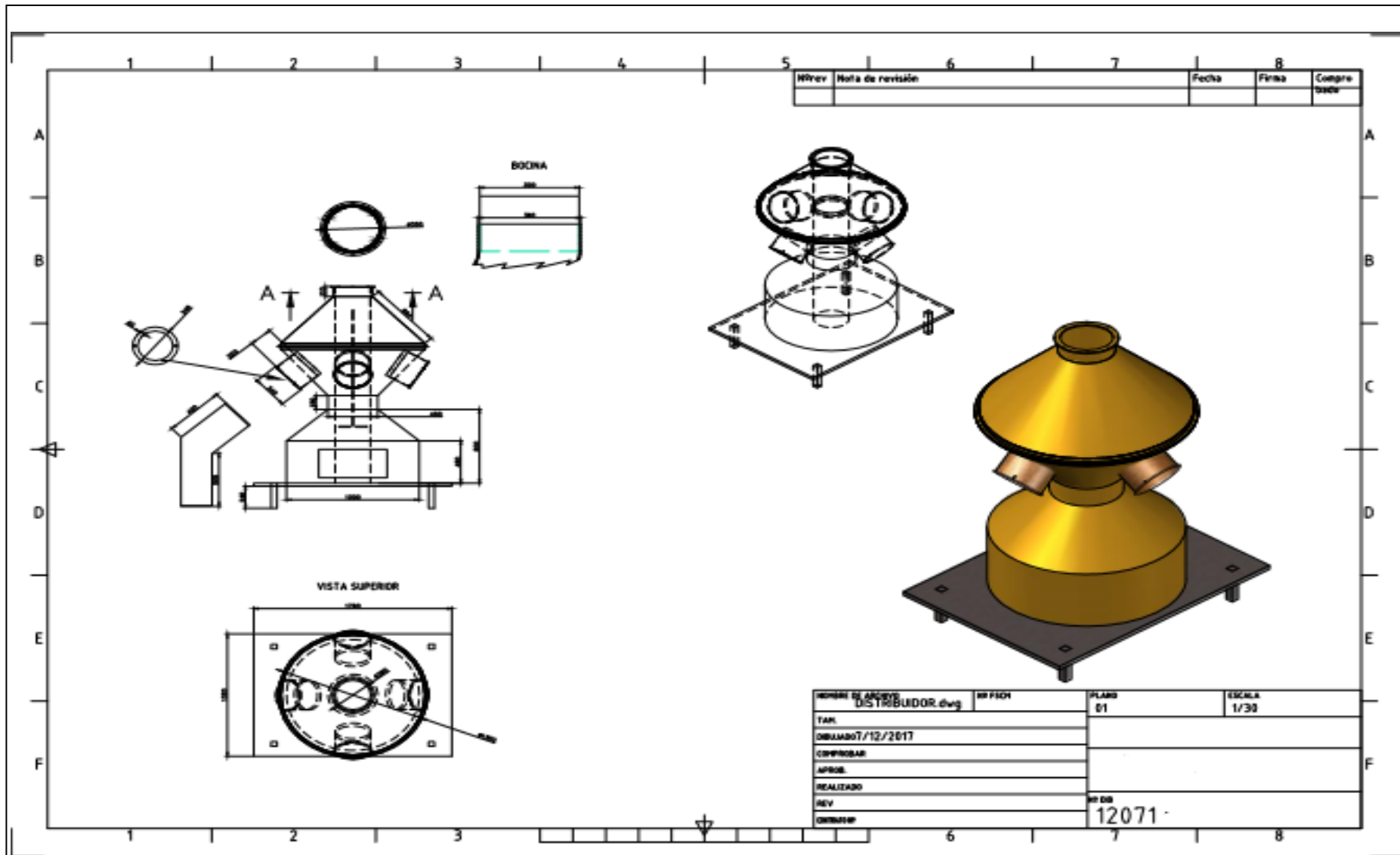


Fuente. Elaboración propia

La estructura del sistema de distribución será elaborada teniendo como referencia las dimensiones del diseño actual, las cuales servirán para la fabricación de la nueva estructura.

A continuación, en la figura 3.19 se muestra el diseño a implementar.

Figura N° 3.19. Diseño de estructura para el sistema de distribución de llenado de tolva.



Fuente. Elaboración propia

➤ Montaje de la estructura metálica del sistema

El proceso de montaje de la estructura se realizará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el programa de montaje y a la experiencia del equipo de montadores, dentro de las cuales deberá estar garantizada la resistencia, estabilidad, la seguridad de la estructura y la seguridad del personal que realizará las maniobras

- Pasos para el montaje de la estructura:

- Traslado de las piezas del taller a la obra.
- Descarga de las piezas y materiales complementarios en la obra.
- Montaje, presentación, alineación y fijación provisional de las piezas.
- Fijación definitiva de los elementos.
- Control de calidad.
- Normativas de seguridad (Formatos de seguridad IPER)

A continuación, en la figura 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, se muestra el diseño elaborado y su respectivo montaje en las tolvas.

Figura N° 3.20. Estructura del sistema



Figura N° 3.21. Montaje de la estructura



Fuente. *Planta de alimento balanceado*

Figura. 3.22. Sistema externo



Figura 3. 23. Posicionamiento de llenado



Fuente. *Planta de alimento balanceado*

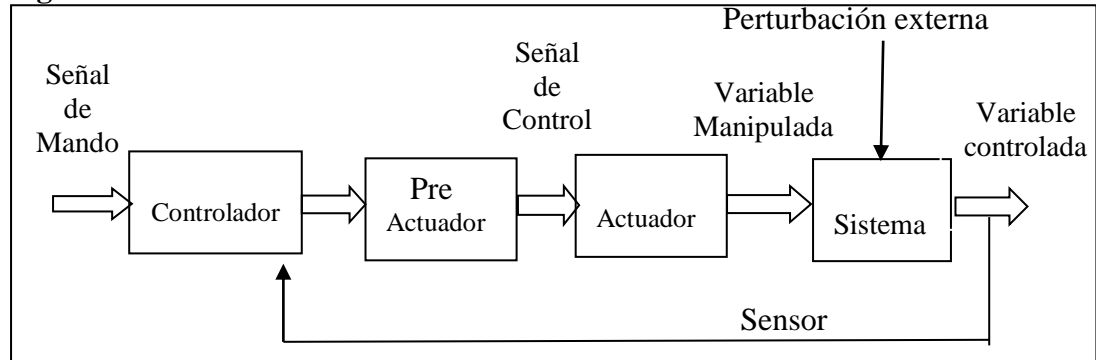
➤ **Selección del tipo de control.**

El tipo de control que se utilizara para la implementación del nuevo sistema es el control On- Off.

➤ **Sistema de control de lazo cerrado.**

Para el sistema a desarrollar, se utilizará un sistema de control de lazo cerrado, cuyas características se detallan en la figura N° 3.24.

Figura N°3.24. Sistema de control Lazo Cerrado



Fuente. Elaboración propia

➤ **Pre actuador:**

Es el dispositivo que activara al actuador (motoreductor), para el proyecto el dispositivo a utilizar es el contactor de apertura y cierre del circuito.

1. Calculo de la corriente Nominal del motor

$$Hp: 0,746 \text{ kW} \quad Hp = \frac{P}{0,746 \text{ kW}} \quad Hp: \frac{1,1 \text{ kW}}{0,746 \text{ kW}} \quad Hp = 1,5$$

$$Hp: 746 \text{ W} \quad In = \frac{Hp \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times \text{Cos } \varphi} \quad In = \frac{1,5 \times 746}{1,73 \times 220 \text{ V} \times 0,80 \times 0,80} \quad In = 4,6$$

2. Selección del disyuntor del motor.

La selección del disyuntor del motor se realiza en funcion de la corriente nominal del motor.

$$ID \geq In \quad ID \geq 4,16$$

3. Selección del contactor Electromagnetico

Se selecciona a base de la corriente nominal del motor


$$Ik \geq 4,16$$

Elegimos el contactor de 4,16 con bobina de 220 v/60 hz

- Guardamotor

Dispositivo de protección que será utilizado para proteger el motor contra una sobrecarga eléctrica, cortocircuito. Para el sistema de control se emplea el modelo cuyas características se especifican en la tabla N° 3.38.

Tabla N° 3.38. Datos técnicos del guardamotor.


Voltaje de bobina 220 V			
Voltaje de alimentación fase 440 V. Max.			
Indicación de disparo			
MS 116 con disparo térmico			
Rango de ajuste, InA...A	Tipo	Código de Pedido	Peso 1 Ud/Kg
1.00...1.60	MS116-1.6	1SAM 250 000 R 1006	0.268
1.60...2.50	MS116-2.5	1SAM 250 000 R 1007	0.268
2.50...4.00	MS116-4	1SAM 250 000 R 1008	0.268
4.00...6.30	MS116-6.3	1SAM 250 000 R 1009	0.268

Fuente. Promelsa.

- Contactor

Dispositivo de apertura y cierre que permite la activación de los contactos de un circuito eléctrico del motor. Se detalla los parámetros en la tabla N° 3.39.

Tabla N° 3.39. Datos técnicos del contactor ABB

Tipo	AF09-30-01-11	
Contacto auxiliar	NO-NC	
Corriente AC3	9 A	
Bobinas	100-250 V	
Contactor types		AF09 AF12 AF16 AF26 AF30
Standards		UL 508, CSA, C22,2 N°14
Rated operational voltage Ue max.		600 V
Nema Size		0 0 1
Mema continuous amp rating thermal current		9A 18 A 27 A
NEMA máximo H.P rating 1 Phase 60 Hz 115 VAC		1/3 hp 1 hp 2hp
230 VAC		1hp 2hp 3hp
NEMA Máximo H.P 1 Phase 60 Hz 230 VAC		1-1/2 hp 3hp 7-1/2 hp
230 VAC		1-1/2 hp 4hp 7-1/2 hp
460 VAC		2 hp 5 hp 10 hp
575 VAC		2 hp 5hp 10 hp

Fuente. Promelsa.

➤ **Actuador (Moto reductor).**

Dispositivo que realizara la función de ejercer la fuerza motriz al sistema de transmisión (motoreductor).

Datos para la selección del motoreductor.

- Peso =15 kgf
- Distancia=0,4 m.
- 1 kgf = 9,8 N

1. Conversión Kgf a N y cálculo del torque

$$\begin{array}{l} 1 \text{ Kgf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 9,8 \text{ N} \\ 15 \text{ kgf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \end{array} \qquad X = \frac{15 \text{ Kgf} \times 9,8 \text{ N}}{1 \text{ N}}$$

$$X = 147 \text{ N}$$

Calculo del torque:

$$\begin{aligned} T &= f.d. \text{ Sen } \varphi \\ T &= 147 \text{ N} \times \text{Sen } 90^\circ \times 0,4 \text{ m} \\ T &= 58,8 \text{ Nm.} \end{aligned}$$

2. Calculo de la Potencia del motor.

- Trabajo $W = \text{kg-m}$
- Carga $Q = 15 \text{ kg}$
- Distancia $d = 3,77$
- Potencia $P = \text{kg m /s}$
- Radio $r = 0.60 \text{ m}$
- L. circunferencia $= 2\pi r \quad L = 3,77 \text{ m}$
- Tiempo $t = 2 \text{ s.}$
- 1 HP $= 746 \text{ W}$

$$W = \frac{Q \times d}{t} \qquad P = \frac{W}{t} \qquad \text{Hp} = 75 \text{ Kg m/s}$$

$$\text{HP} = \frac{Q \times d}{t} \qquad \text{HP} = \frac{15 \text{ Kg} \times 3,77 \text{ m}}{75 \text{ kg m/s} \times 2 \text{ s/}} \qquad \text{HP} = 1,5$$

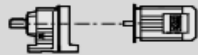

3. Conversión de HP a Watt.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ HP} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 746 \text{ W} \\ 1,5 \text{ HP} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \end{array} \qquad X = \frac{1,5 \text{ HP} \times 746 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 1119 \text{ W}$$

$$X = 1,125 \text{ kW}$$

A continuación, en la tabla N° 3.40. Nos muestra que el torque nominal es de $T_{nom} = 60 \text{ N.m}$ es mayor al $T_{max} = 58.8 \text{ N.m}$, por lo tanto, cumple con los requerimientos.


Tabla N°3.40. Datos técnicos para la selección del motoreductor

P_m [kW]	n_a [1/min]	M_a [Nm]	i	$F_{Ra}^{(1)}$ [N]	SEW f_B		m [kg]	
1,1	120	88	11,88	2230	1,45			
	140	75	10,13	2160	1,65			
	151	70	9,41	2070	1,75	R 27	DRE 90M4	21 256
	174	60	8,16	2000	1,90	RF 27	DT 90M4	21 257
	186	56	7,63	1980	2,00			

Fuente. Catalogo Sew Eurodrive

Para estos requerimientos, según el catalogo del fabricante se selecciona un motoreductor de la serie R27 DRE 90M4 donde sus principales características se muestran en la tabla N° 3.41.

Tabla N° 3.41. Motoreductor SEW

	Numero de polos	4
	Potencia	1,1 kW
	Velocidad de Salida	32 rpm
	Torque	60 Nm
	Reducción	1: 8,16
	Masa	21 kg

Fuente. Promelsa.

➤ **Variable manipulada:**

Condición que va actuar sobre la variable controlada, para este proyecto la variable manipulada es la selección de tolva, y el control del nivel de llenado.

➤ **Variable Controlada:**

Para este proyecto la variable de control es el nivel de llenado y el cambio de tolva.

➤ Selección del sistema de transmisión por cadenas

Para el proyecto se escogió la transmisión por cadena para tener una mayor exactitud al momento de que el motorreductor determine la ubicación de la tolva.

A continuación, se detallan los pasos para la selección del sistema de transmisión:

1. Potencia de diseño

- Factor de servicio de la maquina $C_1=1,0$ (Ver tabla 7.26 Anexo 12)
- Factor de hileras múltiples 1 Hilera $FH= 1,0$ (Ver tabla 7.27 Anexo 12)
- Potencia de motor= $1,1$ HP

$$PD = \frac{C_1 \times HP}{FH} \quad PD = \frac{1,0 \times 1,1}{1,0} = 1,1 \text{ HP}$$

2. Relación de transmisión

- Velocidad del moto reductor (rueda conducida): $\eta_1=174$ rpm
- Velocidad deseada: $\eta_2=60$ rpm

$$i = \frac{174}{60} = 2,9$$

3. Selección del tipo de cadena

Teniendo los valores de la potencia de diseño y el número de revoluciones de la rueda conducida, seleccionamos la cadena del número 40 haciendo uso del catálogo, (ver grafico 7.1 del Anexo 12)

4. Selección del paso de la cadena

En el catálogo con el número del tipo de cadena N° 40 se busca el número de paso, la cual es de $\frac{1}{2}$ pulgada. (Ver Figura 7.1 Anexo 12).

5. Selección del número de dientes

Se halla el número de dientes según el catalogo (ver tabla N° 7.28 Anexo 12)
Con los datos obtenidos en tabla se realiza los cálculos siguientes.

- Cálculo de Z1 (Rueda conductora).

Interpolación de los valores para hallar el número de dientes Z1

$$A= 100 \quad a=0,82 \quad B= 174 \quad b=X \quad C=200 \quad c=1,53$$

$$\frac{b-a}{B-A} = \frac{c-a}{C-A} \quad \frac{X-0,82}{174-100} = \frac{1,53-0,82}{200-100} \quad X=1,35$$

El valor de 1,35 supera al valor de la potencia de diseño por lo tanto según el catalogo el valor de $Z1 = 20$ dientes y su lubricación=Tipo A

- Calculo Z2 (Rueda conducida).

$$i = \frac{Z2}{Z1} \quad Z2 = i \times Z1 \quad Z2 = 2,9 \times 20 \quad Z2 = 58 \text{ dientes.}$$

6. Calculo del número| revoluciones reales de la rueda conducida η_{2R}

$$\frac{\eta_1}{\eta_{2R}} = \frac{Z2}{Z1} \Leftrightarrow \frac{174}{\eta_{2R}} = \frac{58}{20} \Leftrightarrow \eta_{2R} = \frac{174 \times 20}{58} = 60 \text{ rpm}$$

7. Calculo de los diámetros de la Catarina

$$D1 = \frac{P}{\text{Sen} \left(\frac{180}{Z1} \right)} \quad D2 = \frac{P}{\text{Sen} \left(\frac{180}{Z2} \right)} = D1 = 3,13''$$

$$D1 = \frac{0,5}{\text{Sen} \left(\frac{180}{20} \right)} \quad D2 = \frac{0,5}{\text{Sen} \left(\frac{180}{58} \right)} = D2 = 9,3''$$

8. Distancia entre centros mínimos

$$C_{min} = D2 + \frac{D1}{2} \Leftrightarrow C_{min} = 9,3'' + \frac{3,13}{2} = 10,865''$$

$$C_{min} = 10,865$$

$$N^\circ \text{ Pasos} = 0,5''$$

$$C_{min} = 10,865'' \times 0,5'' = 5,43'' \text{ Pasos}$$

Calculo del factor A para hallar los factores B, C, D. en el catalogo

$$A = \frac{D2 - D1}{2e} \quad A = \frac{9,3 - 3,13}{2 \times 5,43} = \frac{6,17}{10,87} = 0,5676 \quad e = C_{min}$$

Según el catalogo se selecciona el inmediato superior (ver tabla 7.29 anexo 12)

$$A=0,5700 \quad B=1,6433 \quad C=0,3069 \quad D=0,6931$$

9. Calculo de la longitud de cadena

$$N = \frac{Be + C Z1 + D Z2}{P} \quad N = \frac{1,6433 \times 5,43 + 0,3069 \times 20 + 0,6931 \times 58}{0,5}$$

$$N = 64,2 \text{ pasos}$$

Para que el sistema de la cadena sea eficiente se selecciona un número impar superior al resultado. $N=65$ pasos.

10. Distancia entre Centros corregidos

$$E = (N - C \cdot Z1 - D \cdot Z2) \times \frac{P}{B}$$

$$E = 65 - ((0,3069 \times 20) - (0,6931 \times 58)) \times \frac{0,5}{1,6433} = E = 5,6782''$$

11. Calculo del Angulo de contacto

$$\theta_1 = 180 - 2 \text{ Sen}^{-1} \frac{(D2 - D1)}{2e} \quad \theta_1 = 180 - 2 \text{ arcsen} (0,55893)$$

$$\theta_1 = 180 - 68 \quad \theta_1 = 112^\circ$$

$$\theta_2 = 180 + 2 \text{ Sen}^{-1} \frac{(D2 - D1)}{2e} = \quad \theta_2 = 180 + 2 \text{ arcsen} (0,55893)$$

$$\theta_2 = 180 + 68 = 248^\circ$$

12. Velocidad del sistema

$$N = \frac{Z1 \times p \times n1}{12}$$

$$N = \frac{20 \times 0,5'' \times 174 \text{ rpm}}{12} = 145 \text{ pies/min}$$

Se halla la fuerza permitida

$$F = \frac{3300 \times PD}{N} \quad F = \frac{3300 \times 1,1 \text{ HP}}{145 \text{ pies/min}} \quad F = 25 \text{ lbf}$$

Tabla N° 3.42. Sistema de Transmisión de cadenas

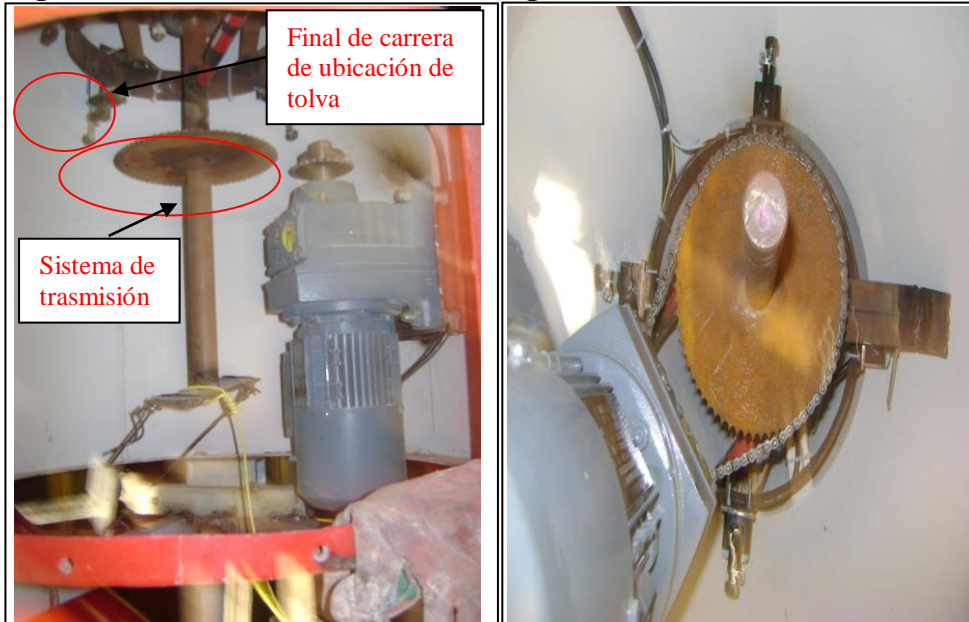
	Polea mayor n° de dientes	58
	Polea menor n° de dientes	20
	Diámetro polea menor	3,13''
	Diámetro polea mayor	9,13''
	Velocidad del sistema	145 pies/min

Fuente. Elaboración propia

✓ **Implementación del sistema de transmisión.**

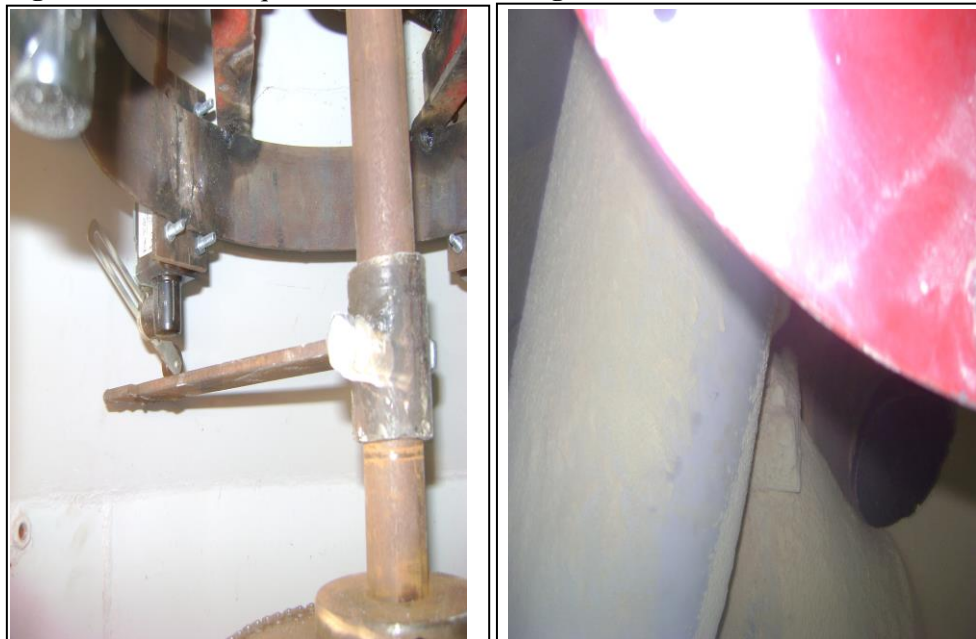
En las Figuras N° 3.25. ,3.26, 3.27, 3.28. Se muestra los componentes y el funcionamiento del sistema de transmisión, en donde el motoreductor y el sistema de transmisión realizan la función de ubicar la posición requerida de tolva, una vez que se encuentra la ubicación seleccionada por el operador , a través del final de carrera que indica el número de tolva, se desactiva el motoreductor y quedara en la posición seleccionada.

Figura N° 3.25. Sistema de transmisión **Figura N°3.26.** Ubicación dde tolva



Fuente.Planta de alimento balanceado

Figura. N° 3.27. Búsqueda de la ubicación **Figura N° 3.28.** Punto de llenado



Fuente.Planta de alimento balanceado

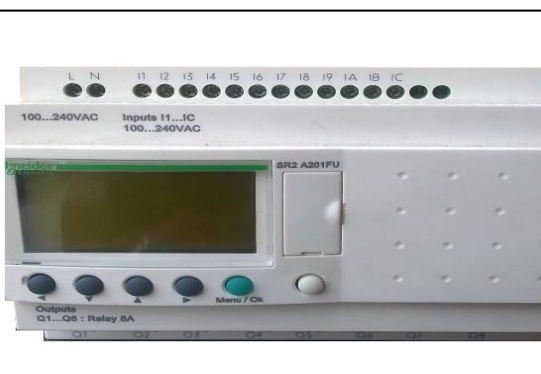
➤ **Controlador**

Dispositivo que realizara la interpretación de las señales de entrada y salida, las cuales serán procesadas a través de su lenguaje de programación

- **Dispositivo Zelio**

De acuerdo al sistema de control de lazo cerrado mostrado en la figura N°3.17. se selecciona como dispositivo de control para la interpretación de señales al Zeliosoft, el cual se encargará de transformar las señales de mando a secuencias lógicas de programación que permitirán la activación de los periféricos de control de los actuadores. Las principales características del dispositivo a utilizar se detallan en la tabla N° 3.43.

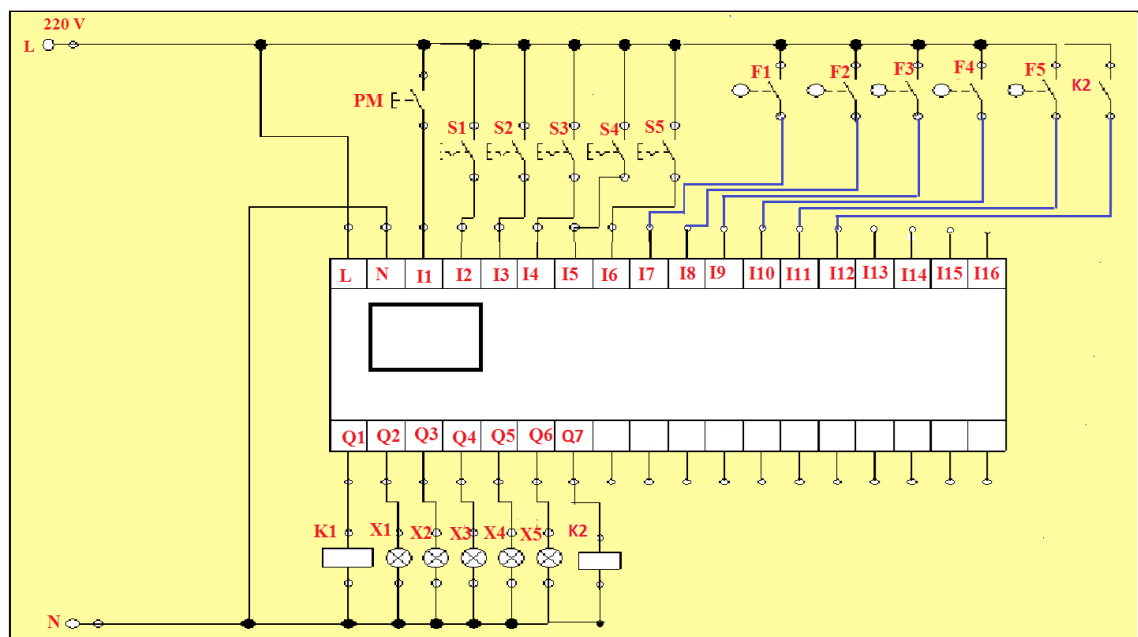
Tabla N°3.43. Características del dispositivo Zelio



Producto	10 E/S		20 E/S	
Referencias	SR1-A101FU	SR1-B101FU	SR1-A201FU	SR1-B201FU
Reloj Semanal	NO	SI	NO	SI
Alimentación	100/240 V (min. 85 V / max. 264 V)			
Corriente nominal de entrada	<46 mA a 115 V < 36 mA a 240 V)			
Entradas TON Nb Corriente nominal	6		12	
Tension Nominal	11/13 mA a 50/60 Hz 100/240 V			
Salidas Reles Nb Tension	4		8	
	5...150 V... /24...250V			

Fuente. Catalogo Schneider Electric.

Figura N° 3.29. Representación del sistema de conexión eléctrica del dispositivo de programación de secuencias Zelio.



Fuente. *Elaboración Propia.*

En la Fig.3.29. Se muestra la conexión eléctrica para el control semiautomático que será aplicada para cada una de las etapas del proceso, en donde podemos describir lo siguiente:

- La alimentación que trabaja el dispositivo Zelio es de 220 V.
- PM= Pulsador de marcha que activará la entrada I1 la cual dará inicio el encendido del motor del distribuidor.
- PP= Pulsador de parada de emergencia.
- S1-S2-S3-S4-S5= Son los contactos del selector de la ubicación de llenado de tolva.
- F1-F2-F3-F4-F5= Son los contactos de los finales de carrera que indicaran la posición exacta donde se llenara la tolva.
- K1= es la bobina del contactor que activara el encendido y apagado del motor.
- K2 = Es la bobina que activa la secuencia de dosificado.
- X1-X2-X3-X4-X5=Son los indicadores donde se ubica la posición del llenado.

✓ **Señal de Mando (Entradas de señal de voltaje)**

Son las señales que serán interpretadas por el controlador para la activación de secuencias de control. Las señales de mando son:

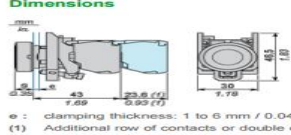

- Señal de activación de la compuerta de tolva para el inicio del dosificado.
- Señal de selección de tolva para el llenado de la materia prima.
- Señal de entrada del censado de nivel límite de llenado.

- **Pulsadores Rasantes**

Dispositivo que permitirá emitir la señal de activación al controlador, el cual pondrá en funcionamiento el motoreductor del sistema que ejecuta la función de ubicación de la tolva.

Para la implementación en el proyecto se selecciona los pulsadores cuyas características se muestran en la tabla N° 3.44.

Tabla N° 3.44. Pulsadores datos técnicos.


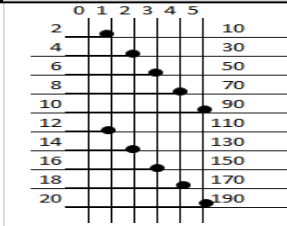
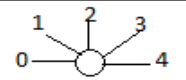
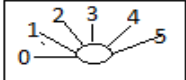
	
Height	47 mm
Wdth	30 mm
Depth	52 mm
Terminals description ISO n ° 1	(13-14) NO (15-16) NC
Product weight	0.08 kg
Resistance to high pressure washer	7000000 Pa at 55 °C, distance: 0.1 m
short circuit protection	10 A cartridge fuse type gG

Fuente: Promelsa

- **Selector de posición**

Dispositivo que permite realizar la selección de posición de la tolva requerida a través de su señal que se emitirá al controlador. Para el proyecto se utilizó el selector cuyas características de operación se muestra en la tabla N° 3.45.

Tabla N° 3.45. Selector de posición.


Corriente 20-25 A				
Tensión: 110-220-440-660				
IP 65				
Code N°	Function	Escutch Plate	Stages	
C098	1 pole 4 step		2	
C099	2 polo 4 step		4	
C100	3 pole 4 step		6	
C101	4 polo 4 step		8	
C102	1 pole 5 step		3	
C103	2 polo 5 step		5	
C104	3 pole 5 step		8	

Fuente. Promelsa.

- Sensor rotativo

Dispositivo que permitirá realizar el censado del nivel de materia prima de la tolva cuando llegue a su punto límite, el cual mandará señal al controlador para que deshabilite el dosificador. Las características del sensor seleccionado se muestran en la tabla N° 3.46.

Tabla N° 3.46. Sensor Rotativo para gráneles.


	
Señal de salida Tiempo de respuesta	Binaria
Cambio de capacidad del relé	Desde el punto de detección hasta la señal de conmutación de salida de 20°, que corresponde a 3,5 s. EN 61058: 250 V AC 5E4, 6(2) A; L 1054: 125...250 V 30 V DC, 8 A; Carga mínima 300 mW (5 V/5 mA)
Función	Detección de estado de llenado
Monitorización de rotación automática (opcional)	Detección de bloqueo o fallo de la unidad de movimiento.
Tensión de alimentación	20...28 V DC
Tensión de alimentación	24 V AC; 115 V AC; 230 V AC
Consumo	máx. 3,5 VA
Entrada de cable	2 × prensaestopas M20 × 1,5 (opcional: 1 × prensaestopas M20 × 1,5 e indicador luminoso de estado)
Condiciones de trabajo	
Carga mecánica	Máx. 60 N
Carga sobre cable	Máx. 1500 N
Presión de trabajo (abs.)	0,5...2,5 bar
Temp. ambiente	-20...+60 °C
Grado de protección	IP 66
Resistencia a golpes	según EN 60068-2-27: 30g
Resistencia a vibraciones	según EN 60068-2-64: 0,01g ² /Hz
Temp. de proceso	-20...+80 °C
Densidad de producto	≥80 g/l
Tamaño de grano	≤50 mm

Fuente. *Promelsa.*

- **Final de carrera o sensor de posición.**

Para señalar la ubicación requerida de tolva se consideró el dispositivo final de carrera, el cual servirá para mandar una señal de desactivación al controlador y poner en stop al motoreductor cuando se llegue al punto seleccionado, las características técnicas se muestran en la tabla N° 3.47.

Tabla N° 3.47. Dispositivo final de carrera.

		
Position switches standard		
Enclosures		
Plastic	✓	✓
Metal	✓	..
Dimensions (W x H x D) in mm	31 x 68 x 33	50 x 53 x 33
Degree of protection	IP 65 IP66 IP67	IP 66/ IP67
Standards	Mounting and operating points acc too EN 50047	operating points acc. To EN 50047
Approvals	CE, UL, CSA, CCC	
contact blocks		
2 slow-action contacts	1NO+1NC,2NC	
2 Snap-action contacts	1NO+1NC	
*Short stroke	1NO+1NC	
*with 2 x 2 mm contac gap	1NO+1NC	
3 slo-action contacts	1NO+1NC,2NC,2NO+1NC	
*with make-before-break	1NO+2NC	
3 snap- action contacta	1NO+2NC	
2 x (2 or 3 contacts)	...	
Special fetures		
Led Status display	✓	
Increased Corrosion protection	✓	
Explosion protección (Atex)	..	
Asisate integreated	✓	
Electrical specifications		
Insulation voltage Ui	400 V	
Conventional Thermal Current <i>lthe</i>	6 A/10 A (3-/2- pole)	

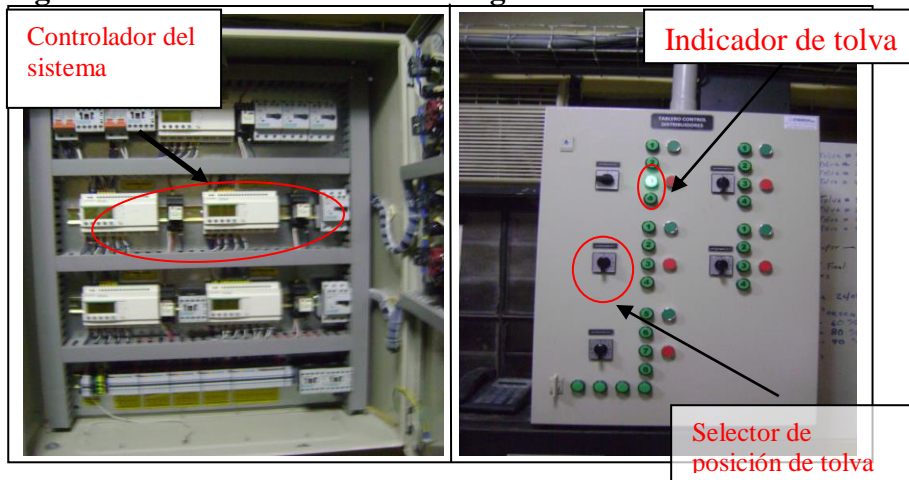
Fuente. *Promelsa*

✓ Implementación del sistema de control semiautomático

La implementación y puesta en marcha del sistema de control se realizó, teniendo en cuenta los parámetros técnicos del diseño. La secuencia de funcionamiento es la siguiente:

- Primero se seleccionará la tolva requerida a través del selector.
- Se activará el pulsador de marcha para dar encendido del motoreductor.
- Los finales de carrera desactivarán al motor de acuerdo a la tolva que se seleccionó y a través de un foco piloto se indicará la posición.

Figura.Nº3.30.Conexión eléctrica **Figura.Nº3.31.**Mando de control



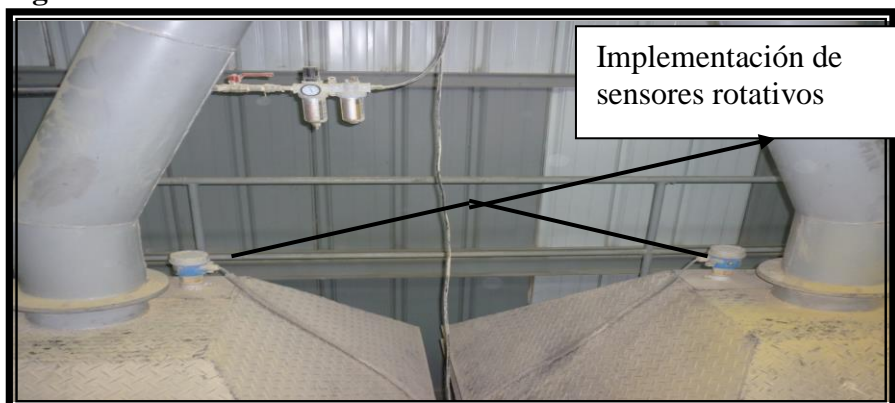
Fuente. *Planta de alimento balanceado*

✓ Implementación de los sensores rotativos para el control de llenado

La implementación de los sensores rotativos estará enlazados al mando de control del sistema de distribución de tolva. La función de sensor consistirá en detectar la presencia de material, y realizará la activación y desactivación del circuito eléctrico del sistema de dosificado.

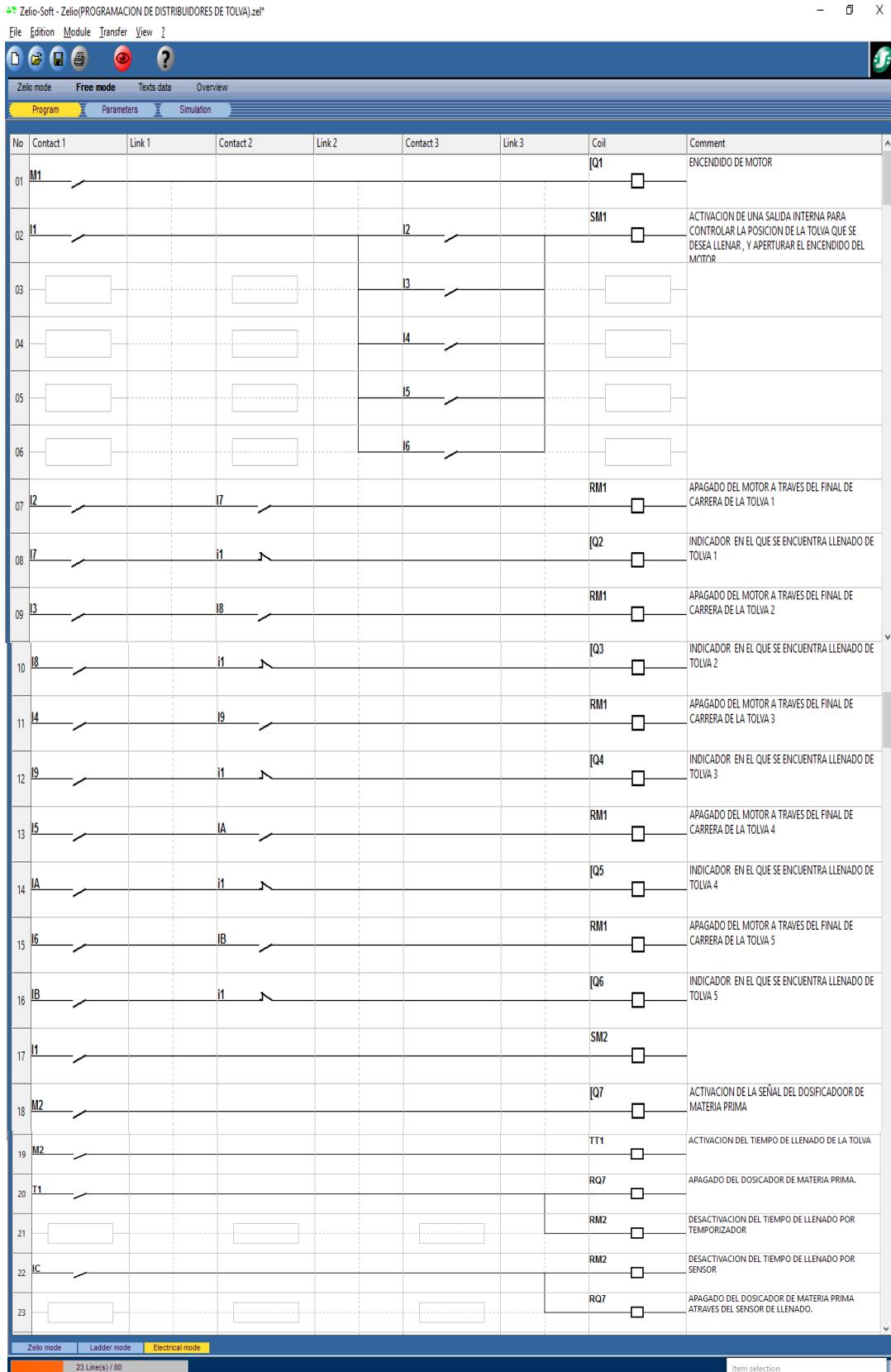
A continuación, en la figura N° 3.32. Se muestra la implementación de los sensores en las tolvas.

Figura N°3.32. Instalación de sensores rotativos



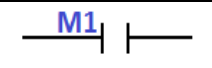
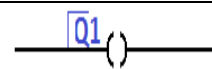
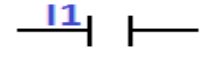
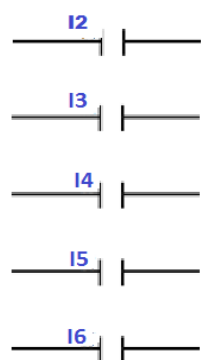
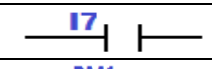
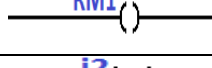
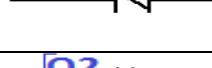
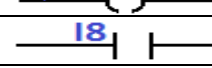
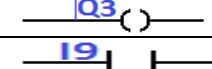
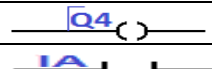
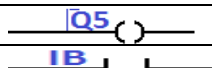
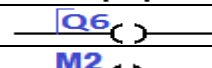

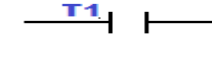
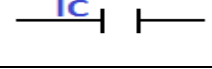
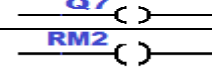
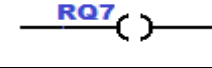
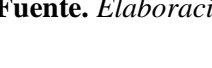




Fuente. *Planta de alimentos balanceados.*

Figura N° 3.33. Desarrollo de la programación del control semiautomático del cambio de tolvas.



Fuente. Elaboración Propia.

Tabla N° 3.48. Descripción de las variables de programación del dispositivo.

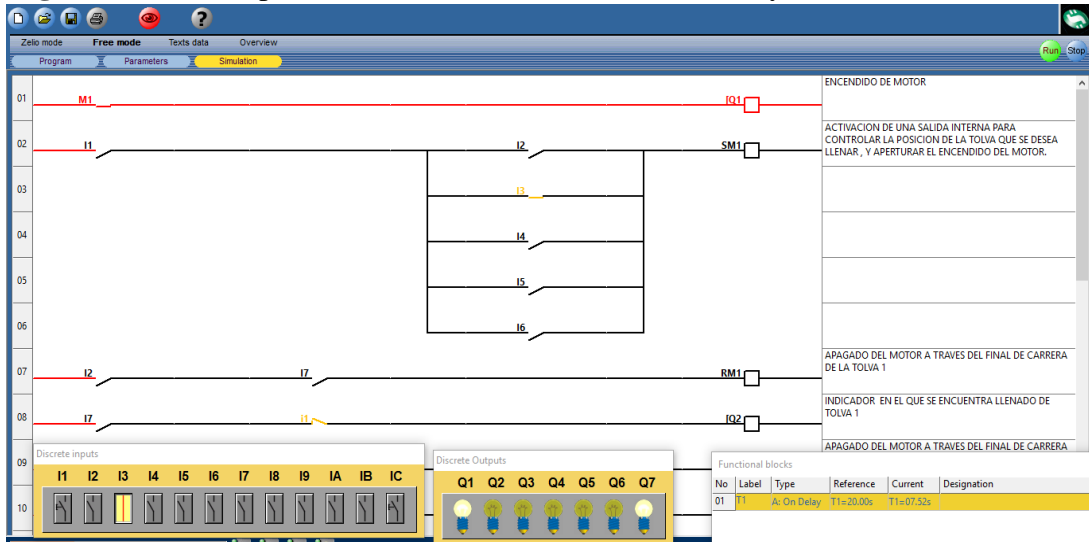
	M1 Es una entrada no física del dispositivo que permite la activación de la salida Q1.
	Es la salida de señal que activa al dispositivo periférico del contactor que controla el motor.
	Es la entrada de señal que activara el motor que realizara los cambios de ubicación donde se realizará el llenado de tolva.
	Las I2, I3, I4, I5, I6 representan las entradas del selector que determinaran la ubicación exacta donde se está descargando el producto.
	Es la entrada del final de carrera de la ubicación de la tolva 1.
	RM1 es la salida imaginaria que permitirá resetear o apagar el motor cuando llegue a su punto de ubicación seleccionado.
	Es una entrada que permite desactivar la activación de marcha del accionamiento de la salida de motor.
	Q2 es la salida que señala la ubicación de llenado de tolva 1.
	Es la entrada del final de carrera de la ubicación de la tolva 2.
	Q3 es la salida que señala la ubicación de llenado de tolva 2.
	Es la entrada del final de carrera de la ubicación de la tolva 3.
	Q4 es la salida que señala la ubicación de llenado de tolva 3.
	Es la entrada del final de carrera de la ubicación de la tolva 4.
	Q5 es la salida que señala la ubicación de llenado de tolva 4.
	Es la entrada del final de carrera de la ubicación de la tolva 5.
	Q6 es la salida que señala la ubicación de llenado de tolva 5.
	M2 Es una entrada no física que activa la salida Q7.
	TT1 es temporizador que controla el tiempo de llenado.
	Es la señal del temporizador que desactiva el dosificado de llenado de materia prima en tolva.
	Es la entrada de señal del sensor que desactiva el dosificado de materia prima
	Es la salida que habilita el dosificado de tolva.
	Es la señal que desactiva el tiempo de llenado de tolva
	Señal de salida que desactiva el dosificado de materia prima en tolva.

Fuente. *Elaboración Propia.*

✓ **Funcionamiento de la programación de secuencias del dispositivo Zelio.**

En la Figura N° 3.34. Se puede observar que la entrada I1 activa a la puesta en marcha del Q1 que corresponde a la salida de activación del motor, del mismo modo se selecciona la I3 que es la entrada del selector de ubicación de tolva 1 y Q7 que activa el dosificado y tiempo de llenado de materia prima en tolva.

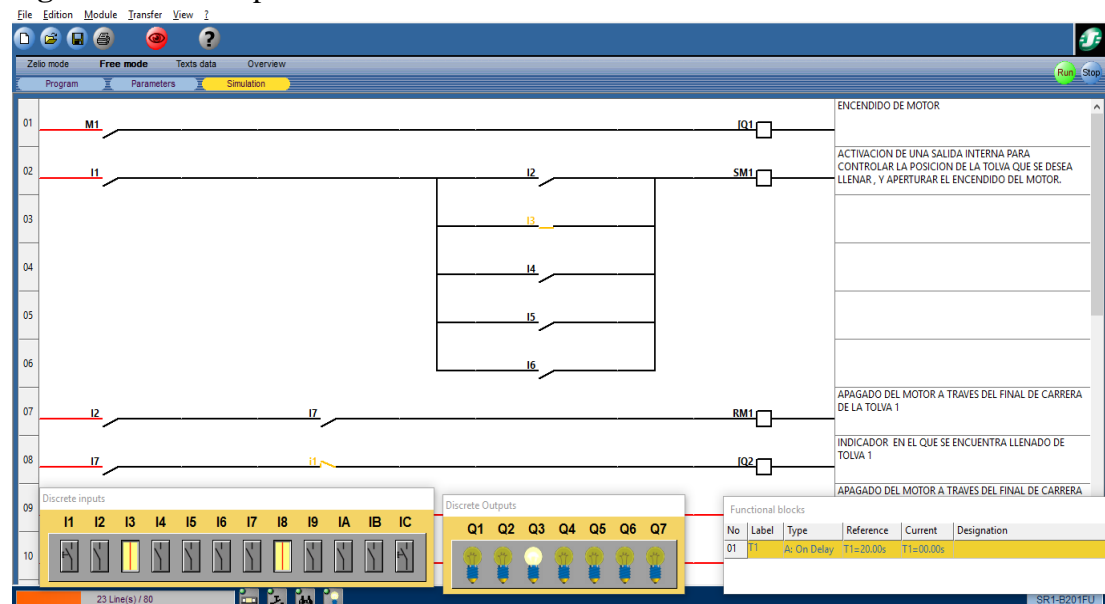
Figura N°3.34|. Representación de la activación del motor y selección de tolva.



Fuente. Elaboración propia.

En la Figura N° 3.35. Se puede observar que I8 que corresponde a la entrada del final de carrera activa una señal para indicar la ubicación de la tolva I3 seleccionada desactivando la salida Q1 que representa al motor, también se desactiva a Q7 cuando llega a su tiempo límite de llenado o por medio del sensor de control de llenado.

Figura N°3.35. Representación del indicador de la ubicación del llenado de tolva



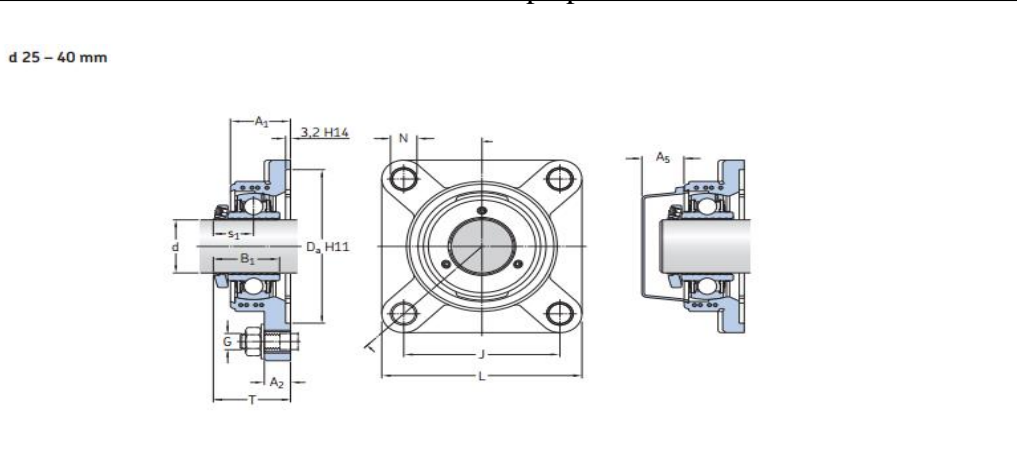
Fuente. Elaboración propia.

➤ **Materiales complementarios para el montaje del sistema de control.**

- Chumacera tipo pared

Para el proyecto se utilizará este tipo de chumacera porque es la que mejor se adhiere a la plataforma del sistema de transmisión, en la tabla N°3.49. Se muestra las características requeridas para la selección del dispositivo.

Tabla N°3.49. Selección de chumacera tipo pared SKF



Dimensiones


d	A1	A2	B1 ¹	Da	J	L	N	G	S1 ¹	T	As
25	31	15	33,2	74,6	70	95	12,3	M10	21,2	40,2	18
30	33	15,3	37	93,7	82,5	108	12,3	M10	23,2	43,2	20
35	35	17	39,5	106,4	92	118	14,8	M12	24,5	45,5	22
40	39	17	42,9	115,9	101,5	130	14,8	M12	26,2	50,2	23,5

Fuente. Catalogo SKF.

- Tablero de distribución

Para acoplar los componentes eléctricos de control se considera el tablero con características mostradas en la tabla 3.50.

Tabla N° 3.50. Tablero para sobreponer



	Grado de protección				IP65		
	Método de fijación				Adosado en pared		
	Color				RAL 7035		
	Temperatura				5°C hasta +40°C		
Codigo	Dimensiones del tablero (mm)			Cerraduras	Placa Base (mm)		Material
	Alto (H)	Ancho (W)	Prof.(D)		W1	H1	
213 420 k	400	300	200	1	250	340	4011235
215 730 k	700	500	280	2	450	640	4011236

Fuente. Promelsa.

- Cables eléctricos.

Para tener referencia del consumo electrico, se realiza el siguiente calculo para hallar la caida de tension y seleccionar los componentes adecuados.

$$S = \frac{0,0309 \times \sum I \times L \times \text{Cos } \varphi \times 100}{\% \Delta V \times V}$$

S : Seccion del conductor en mm²

∑I : Sumatoria de las corrientes en amperios

L; Longitud de la instalacion en metros

Cos φ : Factor de Potencia

% ΔV : Caida de tension maxima (3 % x V)

V : Tension de linea en voltios.

Se toma como referencia el conductor que se obtuvo en el calculo por capacidadde corriente : conductor N° 14 AWG, Tipo NLT Seccion 2,08 mm²



$$\% \Delta V = \frac{0,0309 \times 4,16 \times 16 \times 0,80 \times 100}{2,08 \times 220}$$

Tipo

$$\% \Delta V = 0,360 \% < 3\% \text{ ok.}$$

Por lo tanto, el conductor seleccionado para instalar el motor es el N° 14 AWG, tipo NLT. El conductor de proteccion (PE) tambien sera del mismo calibre. En la tabla N° 3.51. se muestra los datos tecnicos tomados del (anexo 13 tabla 7.33).

Tabla N° 3.51. Datos técnicos para selección de cables

Cable NLT 4 x 14		
	Sección Nominal	4 x 14 awg
	Sección Nominal	4 x 2,08 mm
	N° Hilos	39
	Diámetro de hilo	0,8 mm
	espesor de cubierta	1,1 mm
	Capacidad de corriente	15 A
Cable NLT 3 x 18 awg		
	Sección Nominal	3 x 18 awg
	Sección Nominal	3 x 0,82
	N° Hilos	24
	Diámetro de hilo	0,204
	espesor de cubierta	1,1 mm
	Capacidad de corriente	7A

Fuente. Indeco.

3.1.23. Beneficios del sistema de control semiautomático

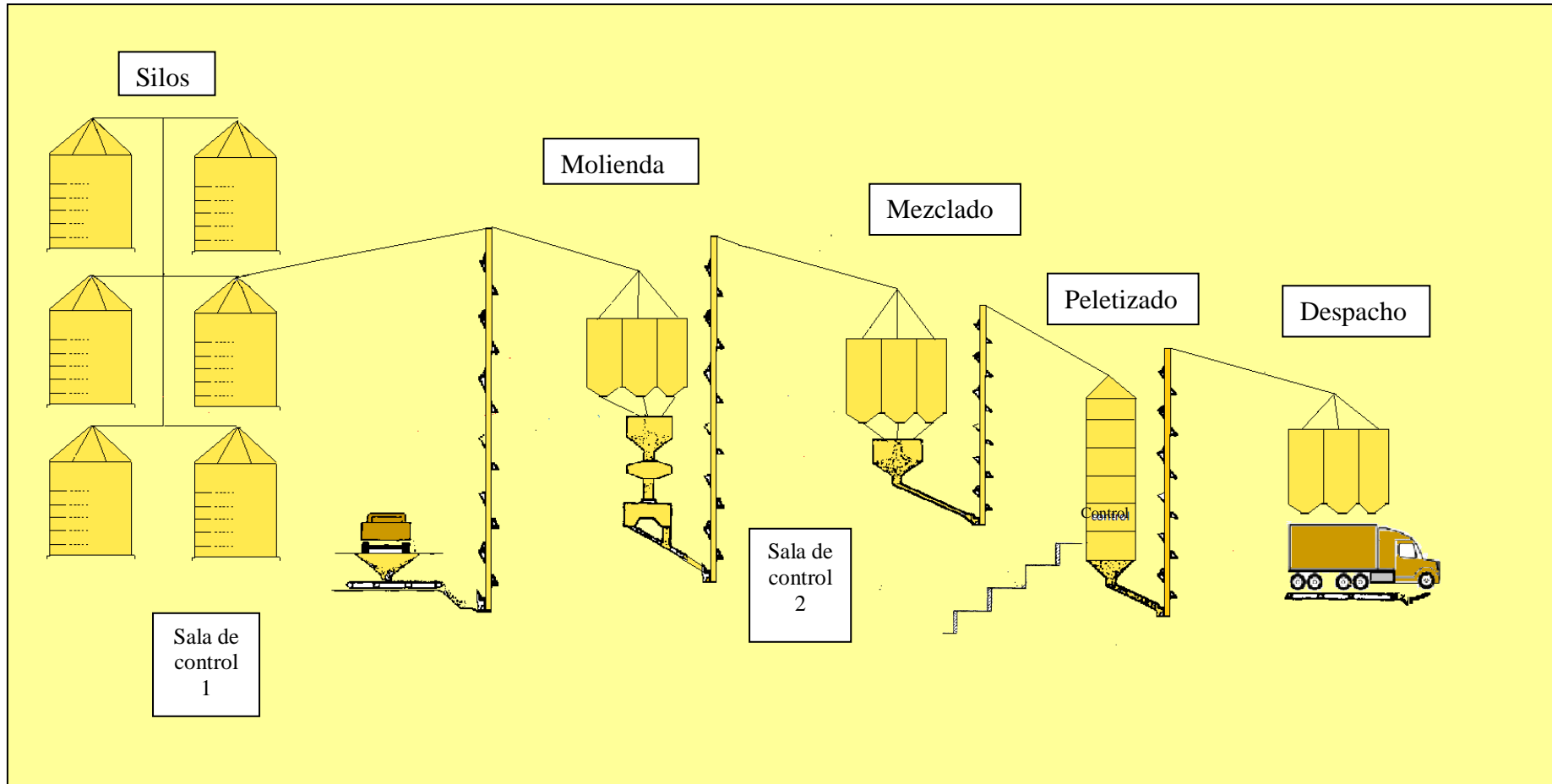
Con la implementación del sistema de control semiautomático se obtuvieron algunas mejoras en lo que respecta a la producción, y se pudo comprobar que el diseño e implementación de un sistema semiautomático en los procesos incrementa la productividad.

Con el sistema implementado y puesto en funcionamiento se obtuvieron las siguientes mejoras:

- ✓ Se mejoró el flujo de proceso productivo.
- ✓ Se disminuyó el tiempo de ciclo.
- ✓ La productividad aumento con la disminución de horas extras.
- ✓ Disminuyo la fatiga generada por la realización de labores repetitivas
- ✓ Mejoro el control de las operaciones.
- ✓ Se disminuyó el tiempo de inactividad del proceso.

En la figura 3.36. Se muestra que los recorridos que realizaba el operador para el monitoreo del llenado y cambio de tolva, se eliminaron con la implementación del sistema de control semiautomático, ahora serán manipulados desde la sala de control.

Figura N° 3.36. Representación de la mejora del sistema productivo.



Fuente. Elaboración propia

3.1.24. Resultados con la implementación del sistema de control semiautomático periodo diciembre 2013- noviembre 2014

Tabla 3.52. Registro de producción de la planta de alimentos balanceados periodo diciembre 2013- noviembre 2014.

MESES	PRODUCCION EN TONELADAS	COSTO DE ENERGIA ELECTRICA S/.	COSTO CARBON MINERAL S/.	TONELADAS M. P	COSTO MATERIA PRIMA S/.	COSTO MANO DE OBRA S/.	COSTO AGUA M ³ S/.	COSTO HORAS EXTRAS S/.	MERMA (t) PT +MP
Diciembre	7 698 ,74	14 699,36	16 442,4	7 891,46	8 703 951,1	18 070,0	859,03	61,00	-879.91
Enero	7 290,12	8 129,83	15 116,4	8 406,38	7 750 830,9	18 070,0	845	538,31	-806.91
Febrero	7 483,02	13 313,32	16 707,6	7 988,82	7 277 288,66	18 070,0	856,67	260,61	-838.91
Marzo	7 557,17	12 591,53	16 972,8	7 950,02	6 776 693,4	18 070,0	788,6	314,57	-803.91
Abril	7 301,39	11 899,80	15 381,6	8 588,82	7 155 708,5	18 070,0	825,4	342,13	-787.91
Mayo	7 463,63	13 322,18	17 238	8 074,12	7 012 062,7	18 070,0	847,32	243,99	-820.91
Junio	7 298,49	13 875,11	18 564	7 895,72	6 945 234,66	18 070,0	834,96	225,01	-899.91
Julio	7 347,08	13 731,60	18 298,8	8 602,02	7 869 901,2	18 070,0	780,62	215,02	-839.91
Agosto	7 488,59	12 089.81	19 094,4	8 167,72	7 189 049,0	18 070,0	825,21	317,74	-826.91
setiembre	7 135,65	9 682.71	17 238	8 255,32	7 750 250,7	18 070,0	846,32	389,90	-815.91
Octubre	7 554,91	8 069.65	20 685,6	8 170,13	7 362 401,4	18 070,0	785,54	374,36	-843.91
Noviembre	7 893,35	9 308,74	16 972,8	8 458,57	8 053 470,9	18 070,0	784,4	299,78	-821.91
Total	89 512,14	140 713,62	208 712,4	98 449,1	89 846 843,26	216 840,00	9 879,07	3 582,41	-9 936,88

Fuente. Planta de alimento balanceado

3.1.25. Índice de ventas diciembre 2013- noviembre 2014.

Las ventas aumentaron en la zona norte del país tal como se muestra en la Tabla N° 3.53.

Tabla N° 3.53. Detalle de ventas diciembre 2013- noviembre 2014

Productos	Peso	soles/Kg	Costo Unitario	Volumen de venta (unidades)	Soles /día	S/. /Año
Pollo carne	2,58	4,84	12 487,2	24 000	299 692,8	103 094 323
Pollo bebe	46 g	-	1,4	2 500	3 500	1 204 000
Huevo fértil	-	-	4	32 000	128 000	44 032 000
TOTAL					148 330 323	

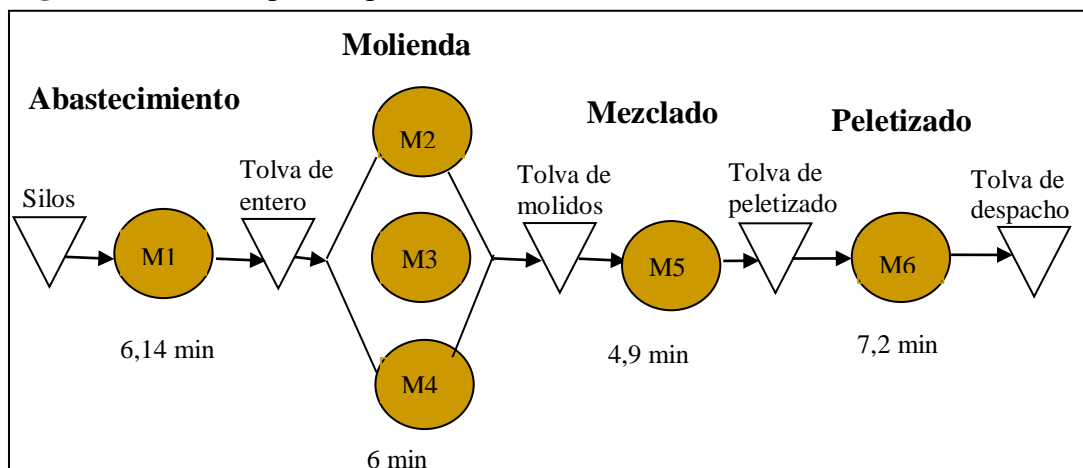
3.1.26. Producción diciembre 2013- noviembre 2014.

Para realizar el análisis del tiempo de ciclo se representa la línea de producción de proceso con los tiempos que fueron obtenidos por las mediciones cronométricas para un batch de 2,760 toneladas.

El esquema de la **Figura N° 3.37.** Se observa la variación de los tiempos de operación según el análisis de los datos recolectados del proceso, se demuestra que la etapa de peletizado utiliza el mayor tiempo (7,2 min)

$$\text{Tiempo de ciclo} = T_c = 7,2 \text{ min}$$

Figura N° 3.37. Etapas del procesamiento del alimento balanceado



Fuente: *Elaboración propia*

Producción (P)

$$P = \frac{60 \text{ min/hora}}{7,2 \text{ min}} = 8,3 \text{ batch/hora}$$

Según el cálculo el ritmo de producción se obtiene que por cada hora de operación se podrá producir 8,3 batch de 2 760 toneladas.

➤ **Datos de producción con la implementación del sistema Dic 2013 - Nov 2014**

Tabla N°3.54. Gasto anual de mantenimiento diciembre 2013-noviembre 2014

Gastos de mantenimiento	Precio total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos	S/.18 050
Materiales para mantenimiento sistemas eléctricos	S/.1 690
Lubricantes para maquinas	S/.6 400
Total	S/.26 140

En la tabla N°3.54 se muestra los gastos de material necesario para el mantenimiento de las máquinas. (Datos tomados del anexo7 tabla 7.12)

❖ **Personal de Producción.**

- Operadores de producción = 11
- Operarios de Mantenimiento = 3
- Operario de transporte = 1

Tabla N°3.55. Horario normal de 8 horas del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	27 456,00	7 488,00	2 496,00

En la tabla N°3.55. Se muestra el total de horas empleadas para la producción en un horario normal. (Datos tomados del anexo 8 tabla 7.13)

Tabla N°3.56. Horas extras al 25 % del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	62,10	146	180

En la tabla N°3.56. se muestra la acumulación de horas extras al 25%, las cuales abarcan desde las 6:00 pm- 11pm (Datos tomados del anexo 8 tabla 7.14)

Tabla N°3.57. Horas extras al 100 % del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	68,11	111,1	81

Se muestra en la tabla N°3.57. La acumulación de horas al 100 % que se generan a partir de las 12:00 pm – 6:00 am (Datos tomados del anexo 8 tabla 7.15)

Tabla N°3.58. Total de horas empleadas para la producción

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	27 586,22	7 745,41	2 757,01

Se muestra en la tabla N°3.58. El total de horas utilizadas para la culminación de la producción. (Datos tomados del anexo 8 tabla 7.16)

Tabla N° 3.59. Costo total de horas de trabajo de los operadores

Anual	Costo de producción	Costo de Mantenimiento.	Costo de transporte	Costo Total	Desfase de costo	Costo Normal
Total	S/.155 172,47	S/.48 408,83	S/.17 231,31	S/.220 812,61	S/.3 582,41	S/.216 840

En la tabla N°3.59. se muestra el costo anual de horas de los operarios en la producción. (Datos tomados del anexo 9 tabla 7.18).

3.1.27. Capacidad de planta diciembre 2013- noviembre 2014.

- Capacidad de diseño (teórica, proyectada).

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{30 \text{ t}}{\text{h}}$$

La planta de alimento balanceado mantiene su capacidad de diseño de 30 t/h; según la ficha técnica de las maquinas instaladas; pero en el proceso real no llega alcanzar toda su capacidad.

- Capacidad efectiva o real.

$$\text{Capacidad real} = \frac{29,2 \text{ t}}{\text{h}}$$

La capacidad real que es empleada por la planta de alimentos para poder alcanzar los parámetros requeridos de su producto, programación y estándares de calidad es de 29,2 t/h

- Capacidad utilizada.

Esta representa la utilización real del sistema de producción en un determinado período de tiempo.

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{28,9 \text{ t}}{\text{h}}$$

- Capacidad ociosa.

$$\text{Capacidad ociosa} = 29,2 \text{ t/h} - 28,9 \text{ t/h} = 0,3 \text{ t/h}$$

- Utilización

$$\text{Utilización} = \frac{28,9 \text{ t/h}}{29,2 \text{ t/h}} \times 100 = 99\%$$

La utilización representa la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada siendo esta 99 %.

3.1.28. Productividad diciembre 2013- noviembre 2014.

A. Productividad: De materia prima, de la mano de obra, económica

Productividad de Materia Prima:

$$P_{\text{materia prima}} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad materia prima}} = \frac{89\,512,14 \text{ t}}{98\,449,1\text{t}} \times 100 = 90,9\%$$

La productividad respecto a la materia prima muestra la relación que existe entre la producción obtenida y la cantidad de materia, obteniéndose como resultado el 90,9%

Productividad de mano de obra:

$$P_{\text{mano de obra}} = \frac{89\,512,14 \text{ t/año}}{15 \text{ operarios}} = 5\,967,48 \text{ t / operario al año}$$

La productividad respecto a la mano de obra, muestra la relación de la producción anual de alimento balanceado de 89 512,14 toneladas y el total de 15 operarios que intervienen en la producción, dando como resultado 5 967,48 t / operario al año.

Productividad económica:

$$P_{\text{economica}} = \frac{89\,512\,140 \text{ kg/año}}{\text{S/. } 89\,846\,843,26/\text{ año}} = \text{S/. } 0,996/\text{ kg}$$

La productividad económica respecto al capital muestra la relación entre la producción actual y los costos de insumos para la elaboración del producto, cuyo resultado nos muestra que se necesitaron S/. 0,996 para producir un kilogramo de alimento balanceado.

Productividad energía

$$\frac{\text{Consumo de energía}}{\text{Horas de producción}} = \frac{2\,120\,474,49 \text{ kW}}{5\,122,22 \text{ h}} = 414 \text{ kW/h}$$

La productividad de energía en la planta no muestra que por cada hora de producción utiliza 414 kW/h.

3.1.29. Indicadores de productividad diciembre 2013- noviembre 2014.

➤ EFICIENCIA FÍSICA

- Datos de producción:

Salida útil de P.T = 89 512,14 t/Año.

Entrada de MP = 98 449,1 t/año.

$$\text{Eficiencia física (Ef)} = \frac{89\,512,18\text{ t}}{98\,449,05\text{ t}} \times 100 = 90,9\%$$

Según el cálculo de eficiencia física se obtiene un 90,9 % que es el aprovechamiento de materia prima que se utiliza en el proceso productivo.

➤ EFICIENCIA ECONÓMICA

- Datos de producción:

{	Energía	S/. 140 713,62
	Carbón mineral	S/. 208 712,4
	Materia prima	S/. 89 846 843,26
	Mano de obra	S/. 216 840
	Mano de obra Hora extra	S/. 3 582,41
	Consumo de agua para caldero	S/. 9 879,07
	<hr/>	
	Costo de inversión	= S/. 90 426 570,76

Ventas (Ingresos) = S/. 148 330 323/Año.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. } 148\,330\,323}{\text{S/. } 90\,426\,570,76} = 1,64$$

El resultado nos indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de 0,64 soles.

➤ EFICIENCIA DE LINEA

$$\Sigma \text{ Tiempos de proceso} = (6,14+6+4,9+7,2) = 24,24 \text{ min}$$

Numero de fases del proceso (**n**): N° fases = n = 4

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{24,24 \text{ min}}{(4 \times 7,2 \text{ min})} \times 100 = 84\%$$

El valor de 84 % representa el porcentaje de tiempo de proceso en las maquinas

3.1.30. Otros Indicadores diciembre 2013- noviembre 2014.

➤ **Indicadores de mantenimiento.**

- **Disponibilidad de máquinas.**

Datos de funcionamiento de maquina anual:

- Horas totales: 5 122,22
- Horas por avería o fallas: 130,22 (ver anexo 3 Tabla 7.3)
- Disponibilidad de máquinas = $\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por avería}}{\text{Horas totales}}$
 - Disponibilidad de maquina = $\frac{5\ 122,22 - 130,22}{5\ 122,22} = 0,97 = 97\%$

Según el resultado nos muestra un índice de disponibilidad de máquina de un 97% en todo el año.

- **Índice de mantenimiento correctivo.**

Datos:

Horas dedicadas al mantenimiento correctivo: 130,11

Horas totales dedicadas a mantenimiento: 5 122,22

$$\text{IMC} = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas al mantenimiento}}$$

$$\text{IMC} = \frac{130,22}{5\ 122,22} = 0,03 = 3\%$$

Como se puede observar el cálculo nos muestra que el mantenimiento correctivo representa un 3 % del tiempo utilizado en el mantenimiento total

➤ **Análisis de costos de mantenimiento**

A continuación, en la tabla 3.60. Se muestran los costos utilizados en el área de mantenimiento del primer periodo después implementado el sistema.

Tabla N° 3.60. Datos de mantenimiento periodo dic.2013- nov. 2014

Costo de mantenimiento	
Materiales e insumos	S/. 26 140,00
Mano de obra	S/.48 408,83
Capacitación	S/.3 000
Total	S/.77 548,83

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos planta.*

3.1.31. Resultados con la implementación del sistema de control semiautomático periodo diciembre 2015- noviembre 2016

Tabla 3.61. Registro de producción de la planta de alimentos balanceados periodo diciembre 2015- noviembre 2016.

MESES	PRODUCCION EN TONELADAS	COSTO DE ENERGIA ELECTRICA S/.	COSTO CARBON MINERAL S/.	TONELADAS M. P	COSTO MATERIA PRIMA S/.	COSTO MANO DE OBRA S/.	COSTO AGUA S/M ³ S/.	COSTO HORAS EXTRAS S/.	MERMA (t) PT +MP
Diciembre	7 734,82	15 434,33	17 100,10	7 927,54	8 052 109,14	18 070,0	901,98	250.57	-697
Enero	7 685,23	8 292,43	15 721,06	8 442,46	8 215 880,75	18 070,0	878,80	274.84	-767
Febrero	7 519,10	13 712,72	17 375,90	8 024,90	7 641 153,09	18 070,0	908,07	269.09	-872
Marzo	7 593,25	13 095,19	17 651,71	7 986,10	7 047 761,14	18 070,0	828,03	207.21	-732
Abril	7 337,47	12 137,80	15 996,86	8 624,90	7 513 493,93	18 070,0	866,67	267.02	-819
Mayo	7 499,71	13 721,85	17 927,52	8 110,20	7 292 545,21	18 070,0	889,69	291.33	-788
Junio	7 334,57	14 152,61	19 306,56	7 931,80	7 292 496,39	18 070,0	868,36	225.42	-792
Julio	7 383,16	14 143,55	19 030,75	8 638,10	8 184 697,25	18 070,0	827,46	235.60	-815
Agosto	7 524,67	12 331,60	19 858,18	8 203,80	7 548 501,45	18 070,0	866,47	185.84	-703
Setiembre	7 171,73	10 166,85	17 927,52	8 291,40	8 060 260,73	18 070,0	888,64	246.61	-734
Octubre	7 590,99	8 311,74	21 513,02	8 206,21	7 730 521,47	18 070,0	824,82	296.88	-776
Noviembre	7 929,45	9 588,02	17 651,71	8 494,65	8 375 609,74	18 070,0	823,62	276.44	-797
Total	90 304,15	145 088,66	217 060,90	98 882,04	92 955 030,29	216 840,00	10 372,60	3 026,9	-9 293

Fuente. Planta de alimento balanceado

3.1.32. Índice de ventas diciembre 2015- noviembre 2016

Las ventas aumentaron tal como se muestra en la tabla N.º 3.62.

Tabla N.º 3.62. Detalle de ventas diciembre 2015- noviembre 2016

Productos	Peso	soles/Kg	Costo Unitario	Volumen de venta (unidades)	Soles /día	S/. /Año
Pollo carne	2,58	5,1	13	24 350	320 397,3	110 216 671
Pollo bebe	46 g	-	1,9	3 100	5 890	2 026 160
Huevo fértil	-	-	3.8	31 840	120 992	41 621 248
TOTAL					153 864 079	

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos planta.*

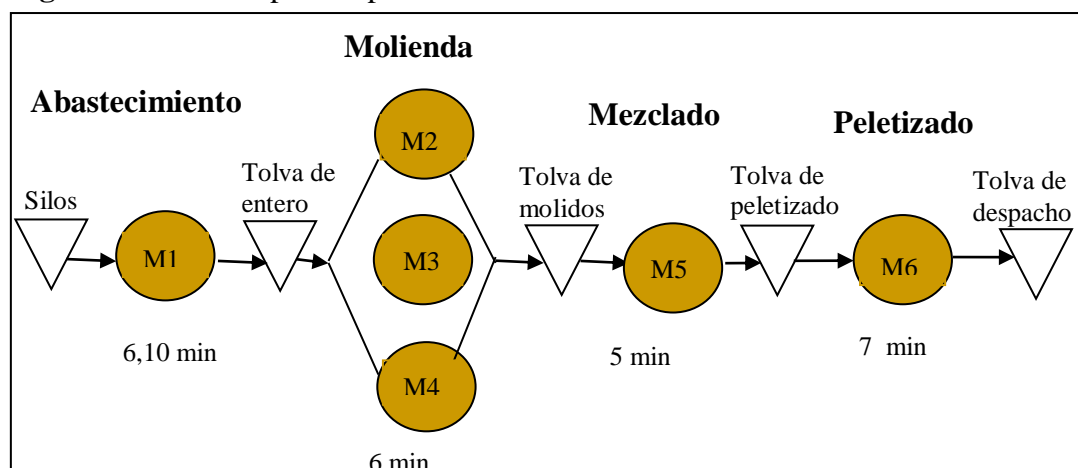
3.1.33. Producción diciembre 2015 - noviembre 2016.

Para realizar el análisis del tiempo de ciclo se representa la línea de producción de proceso con los tiempos que fueron obtenidos por las mediciones cronométricas para un batch de 2,760 toneladas.

En la **Figura N.º 3.38.** Se observa la variación de los tiempos de operación según los datos recolectados del proceso, donde se demuestra la etapa de peletizado utiliza el mayor tiempo (7 min)

$$\text{Tiempo de ciclo} = T_c = 7 \text{ min}$$

Figura N.º 3.38. Etapas del procesamiento del alimento balanceado



Fuente: *Elaboración propia*

Producción (P)

$$P = \frac{60 \text{ min/hora}}{7 \text{ min}} = 8,6 \text{ batch/hora}$$

Como se puede observar según el cálculo el ritmo de producción se puede decir que por cada hora de operación se podrá producir 8,6 batch de 2,760 toneladas.

➤ **Datos de producción diciembre 2015-noviembre 2016**

Tabla N°3.63. Gasto anual de mantenimiento diciembre 2015-noviembre 2016

Gastos de mantenimiento	Precio total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos	S/.19 070
Materiales para mantenimiento sistemas eléctricos	S/.1 740
Lubricantes para maquinas	S/.7 800
Total	S/.28 610

En la tabla N° 3.63 se muestra los gastos realizados para el mantenimiento de las máquinas. (Datos tomados del anexo 10 tabla 7.19)

❖ **Personal de Producción.**

- Operadores de producción = 11
- Operarios de Mantenimiento = 3
- Operario de transporte = 1

Tabla N°3.64. Horario normal de 8 horas del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	27 456	7 488	2 496

En la tabla N°3.64. Se muestra el total de horas empleadas para la producción en un horario normal. (Datos tomados del anexo 10 tabla 7.20)

Tabla N°3.65. Horas extras al 25 % del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	65,7	105	121

En la tabla N°3.65. Se muestra las horas extras al 25%, las cuales abarcan desde las 6:00 pm- 11pm. (Datos tomados del anexo 10 tabla 7.21)

Tabla N°3.66. Horas extras al 100 % del total de operadores

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	55,03	87,5	62,7

Se muestra en la tabla N°3.66. La acumulación de horas al 100 % que se generan a partir de las 12:00 pm – 6:00 am. (Datos tomados del anexo 10 tabla 7.22)

Tabla N°3.67. Total, de horas empleadas para la producción

Anual	Producción	Mantenimiento	Transporte
Total	27 576,11	7,681	2 679,7

Se muestra en la tabla N°3.67. El total de horas utilizadas para la culminación de la producción. (Datos tomados del anexo 10 tabla 7.23)

Tabla N°3.68. Costo total de horas de trabajo de los operadores

Anual	Costo de producción	Costo de Mantenimiento.	Costo de transporte	Costo Total	Desfase de costo	Costo Normal
Total	S/.155 115,6	S/.48 003,1	S/.16 748,1	S/.219 866,9	S/.3 026,9	S/.216 840,0

En la tabla N°3.70.se muestra el costo anual de horas de los operarios en la producción. (Datos tomados del anexo 11 tabla 7.25).

3.1.34. Resume de horas y costos generados por el personal de cada área antes y después de implementado el sistema.

Tabla N° 3.69. Cuadro resumen de horas y costos empleados para la producción.

Horas Producción	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	28 134,10	27 586,22	27 576,11
Costo de Producción	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	S/.158 254,3	S/.155 172,47	S/.155 115,6

En la tabla N°3.69, se muestra la comparación de resultados antes y después de la implementación del nuevo sistema de control.

Tabla N° 3.70. Cuadro resumen de horas y costos en el mantenimiento.

Horas Mantenimiento	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	7 899,76	7 745,41	7 681
Costo de Mantenimiento	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	S/.49 717,2	S/.48 408,83	S/.48 003,1

En la tabla N°3.70, se muestra la comparación de resultados de las horas empleadas para el mantenimiento y sus respectivos costos.

Tabla N° 3.71. Resumen de horas y costos empleados para el transporte.

Horas Transporte	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	2 748,64	2 757,01	2 679,7
Costo de Transporte	Antes	Después	
	Periodo de Evaluación	Periodo 1	Periodo 2
Total	S/.17 179	S/.17 231,31	S/.16 748,1

En la tabla N°3.71 muestra la comparación de resultados de las horas empleadas por el personal de transporte y sus respectivos costos.

3.1.35. Capacidad de planta diciembre 2015 - noviembre 2016.

- Capacidad de diseño (teórica, proyectada).

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{30 \text{ t}}{\text{h}}$$

La planta de alimento balanceado mantiene su capacidad de diseño para 30 t/h; según la ficha técnica de las maquinas instaladas; pero en el proceso real no llega a alcanzar toda su capacidad.

- Capacidad efectiva o real.

$$\text{Capacidad real} = \frac{29,2 \text{ t}}{\text{h}}$$

La capacidad real que es empleada por la planta de alimentos para poder alcanzar los parámetros requeridos de su producto, programación y estándares de calidad es de 29,2 t/h

- Capacidad utilizada.

Esta representa la utilización real del sistema de producción en un determinado período de tiempo.

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{28,9 \text{ t}}{\text{h}}$$

- Capacidad ociosa.

$$\text{Capacidad ociosa} = 29,2 \text{ t/h} - 28,9 \text{ t/h} = 0,3 \text{ t/h}$$

- Utilización

$$\text{Utilización} = \frac{28,9 \text{ t/h}}{29,2 \text{ t/h}} \times 100 = 99\%$$

La utilización representa la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada siendo esta 99 %.

3.1.36. Productividad diciembre 2015 - noviembre 2016.

➤ **Productividad:** De materia prima, de la mano de obra, económica

Productividad de Materia Prima:

$$P_{\text{materia prima}} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad materia prima}} = \frac{90\,304,15\text{t}}{98\,882,04\text{t}} \times 100 = 91,3\%$$

La productividad respecto a la materia prima se muestra con la relación entre la producción obtenida y la cantidad de materia prima empleada, obteniéndose como resultado el 91,3%

Productividad de mano de obra:

$$P_{\text{mano de obra}} = \frac{90\,304,15\text{t}}{15\text{ operarios}} = 6\,020,28\text{ t / operario al año}$$

La productividad respecto a la mano de obra, muestra la relación de la producción anual de alimento balanceado y el total de operarios que intervienen, dando como resultado 5 996,34 t / operario al año.

Productividad económica:

$$P_{\text{economica}} = \frac{90\,304\,150\text{kg/año}}{\text{S/. } 93\,955\,030,29/\text{año}} = \text{S/. } 0,961/\text{kg}$$

La productividad económica muestra la relación entre la producción actual con los costos de insumos necesarios para su elaboración, por lo que se necesitaron S/.0,961 para producir un kilogramo de alimento balanceado.

Productividad energía

$$\frac{\text{Consumo de energía}}{\text{Horas de producción}} = \frac{2\,121\,322,68\text{ kW}}{5\,112,1} = 415\text{ kW/h}$$

La productividad de energía en la planta nos muestra que por cada hora de producción utiliza 415 kW/h.

3.1.37. Indicadores de productividad diciembre 2015 - noviembre 2016.

➤ EFICIENCIA FÍSICA

- Datos de producción:

Salida útil de P.T = = 90 304,15 t/Año.
Entrada de MP = 98 882,04 t/año.

$$\text{Eficiencia física (Ef)} = \frac{90\,304,15\text{ t}}{98\,882,04\text{ t}} \times 100 = 91\%$$

Según el cálculo de eficiencia física se obtiene un 91 % que es el aprovechamiento de los materiales que se utilizan en el proceso productivo.

➤ EFICIENCIA ECONÓMICA

- Datos de producción:

⎧	Energía	S/. 145 088,66	
	Carbón mineral	S/. 217 060,90	
	Materia prima	S/. 92 955 030,29	
	Mano de obra	S/. 216 840	
	Mano de obra Hora extra	S/. 3 026,9	
	Consumo de agua para caldero	S/. 10 372,60	
	Costo de inversión	=	S/. 93 402 330,69

Ventas (Ingresos) = S/. 153 864 079,2/Año.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{S/.153\,864\,079,2}{S/. 93\,402\,330,69} = 1,65$$

El resultado nos indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de 0,65 soles.

➤ EFICIENCIA DE LINEA

$$\Sigma \text{ Tiempos de proceso} = (6,10+6+5+7) = 24,1 \text{ min}$$

Numero de fases del proceso (**n**): N° de fases = n = 4

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{24,1 \text{ min}}{(4 \times 7 \text{ min})} \times 100 = 86\%$$

El valor de 86 % representa el porcentaje de tiempo de proceso en las máquinas.

3.1.38. Otros Indicadores diciembre 2015 - noviembre 2016.

➤ Indicadores de mantenimiento.

- Disponibilidad de máquinas.

Datos de funcionamiento de maquina anual:

- Horas totales: 5 112,1
- Horas por avería o fallas: 120,11 (ver anexo 3 tabla 7.4)
- Disponibilidad de máquinas = $\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por avería}}{\text{Horas totales}}$
- Disponibilidad de maquina = $\frac{5\ 112,1 - 120,1}{5\ 112,1} = 0,98 = 98\%$

Según el resultado nos muestra un índice de disponibilidad de máquina de un 98% en todo el año.

- Índice de mantenimiento correctivo.

Datos:

Horas dedicadas al mantenimiento correctivo: 120,1

Horas totales dedicadas a mantenimiento: 5 112,1

$$\text{IMC} = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas al mantenimiento}} \times 100$$

$$\text{IMC} = \frac{120,1}{5\ 112,1} = 0,02 = 2\%$$

Como se puede observar el cálculo nos muestra que el mantenimiento correctivo representa un 2 % del tiempo utilizado en el mantenimiento total

➤ Análisis de costos de mantenimiento

A continuación, en la tabla 3.72. Se muestran los costos utilizados en el área de mantenimiento del primer periodo en evaluación.

Tabla N.º 3.72. Datos de mantenimiento diciembre 2015- noviembre 2016

Costo de mantenimiento	
Materiales e insumos	S/. 28 610
Mano de obra	S/. 48 003,1
Capacitación	S/.3 000
Total	S/.79 613,1

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos planta.*

3.1.39. Cuadro comparativo de Indicadores (Antes y Después de la Mejora).

Tabla N° 3.73. Cuadro comparativo de indicadores anuales.

	Antes	Periodo 1	Periodo 2
A. Producción			
Capacidad utilizada	28,5 t/h	28,9 t/h	28,9 t/h
Producción	93%	94,5%	95%
Cuellos de Botella	7,75 min	7,2 min	7 min
B. Productividad			
Materia prima	89,98%	90,9%	91,3%
Mano de obra	92%	94,56%	95,02%
Económica	92%	94,53%	95,38%
Energía	388 kW/h	420 kW/h	415 kW/h
C. Indicadores de Productividad			
Eficiencia Física	89,98%	90,9%	91,3%
Eficiencia Económica	1,59	1,64	1,65
Eficiencia de línea	82%	84%	86%
D. Indicadores de mantenimiento			
Disponibilidad de maquinas	92%	97%	98%

Fuente. *Elaboración propia.*

Tal como se muestra en la tabla N.º 3.73. Se muestra los indicadores antes y después de la implementación del sistema de control semiautomático. Estos valores fueron obtenidos según los cálculos realizados anteriormente con los datos recolectados en la planta de alimentos.

3.1.40. Análisis costo Beneficio

- Se determinará qué cambia debido a una mejora de métodos (productividad, calidad, seguridad, etc.)
- Con la implementación del nuevo sistema de control, semiautomático se espera las siguientes mejoras:

➤ **Reducción de horas hombre.**

Tabla N°3.74. Horas extras al 25% Periodo en evaluación

Anual	PRODUCCION	MANTENIMIENTO	TRANSPORTE
Total	365,94	336,25	181,59

Tabla N°3.75. Horas extras al 100 % Periodo en evaluación.

ANUAL	PRODUCCION	MANTENIMIENTO	TRANSPORTE
Total	312,16	75,5	71,05

➤ **Reducción de mermas.**

Tabla N° 3.76. Registro de mermas periodo junio 2012-mayo 2013

MESES	Producción	MERMA (t) PT+ MP
Junio	6 857,9	-879.91
Julio	7 823,7	-856.91
Agosto	7 125,6	-888.91
Septiembre	6 852,2	-853.91
Octubre	6 877,4	-837.91
Noviembre	6 993,3	-870.91
Diciembre	7 216,8	-949.91
Enero	8 014,6	-889.91
Febrero	7 014,5	-876.91
Marzo	7 667,5	-865.91
Abril	7 250,9	-893.91
Mayo	7 861,4	-871.91
Total	87 555,8	-10 536,92

❖ **Inversión en el sistema de control.**

En la tabla N.º 3.77. se detalla el presupuesto de los componentes que se emplearon para la implementación del sistema semiautomático.

Tabla N.º 3.77. Presupuesto para la implementación del nuevo sistema.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	S/. X UNIDAD	S/. PRECIO TOTAL
1	Zelio soft / 220vca,	4		400	1 600
2	Pulsadores NO 230 vca	4		8	32
3	Pulsadores Nc 230 vca	4		8	32
4	Focos de señalización	40		4	160
5	Cable gpt # 18 Indeco	4	100 m	88	352
6	Llave termomagnética	1		14	14
7	Guardamotor	4		90	360
8	Contactador ABB AF09	4		110	440
9	Final de carrera Siemens 2NO-2NC,240vca	24		38	912
10	Tablero para sobreponer 50x40x20	1		354	354
11	Motoreductor ABB	4		1100	4400
12	Cable NMT 4x12	4	100 m	280	1120
13	cable NLT 3x18	5	100 m	90	450
14	Sistema de Transmisión de cadena	4		70	280
15	Estructura de Distribuidor	4		3000	12 000
16	UPS/230 vca	1		250	250
17	Selector de posición	4		60	240
18	Sensor rotativo	4		70	280
19	Mano de obra	4		500	2000
					S/. 25 276

Fuente. Elaboración *propia*

Según los datos tomados de la tabla N.º 3.28 se muestra que para tener una producción de 87 555,77 t/año se realizó teniendo un costo de horas extras de S/.8 310,52/año. Por lo tanto, con el desarrollo e implementación del nuevo sistema de control se proyecta a reducir los costos de horas extras para los siguientes años; y para obtener resultados se empleó un flujo de caja estimado teniendo referencia los 2 periodos transcurridos y se utilizó una tasa de descuento del 5% para obtener el valor presente tal como se puede demostrar en la tabla N.º 3.78.

Tabla N.º 3.78. Beneficio Costo de la implementación del nuevo sistema

Años	0	1	2	3	4	5	Valor Presente
Beneficios		S/. 4 923,2	S/. 5 283,62	S/. 8 100	S/. 8 200	S/. 8 310	S/. 27 201,30
Costes	S/. 25 276	S/. 50	S/. 50	S/. 50	S/. 50	S/. 50	S/. 23 588,55

Fuente. Elaboración *propia*.

La relación beneficio /coste nos muestra un valor de 1,22; Por lo tanto, B/C > 1 indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

3.1.41. Planes de acción para la mejora.

Actividades	Responsable	Cronograma												Acciones	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1. Estudios Preliminares	Producción														Calculo de indicadores, análisis de flujo del proceso balance de materia
2.Recoleccion de Datos de Logística	Logística														Solicitud de los ítems de los insumos.
3.-Tomar los tiempos de operación del peletizado y abastecimiento	Producción														Revisar y controlar los tiempos de operación en cada acción realizada por el operador.
4. Verificar las causas comunes de fallas en el procesamiento.	Mantenimiento														Realizar los mantenimientos a las unidades de control
5. Tomar los tiempos de operación de molienda y mezclado.	Producción														Revisar y controlar los tiempos que realiza el operador.
6. Verificar las fallas más comunes en las tolvas de llenado.	Mantenimiento														Revisar la situación actual de los equipos y maquinas.
7.Medir las distancias entre tableros de control y los cambios de tolva	Mantenimiento														Verificar las posibles anomalías
8.- Toma de tiempos de los procesos llenados.	Producción														Anotar los tiempos del proceso
10. Análisis de los tiempos recolectados.	Producción														Ubicar posibles deficiencias
11. Realizar un diseño para los cambios de tolva.	Mantenimiento														Analizar todas las variables que se puedan mejorar con el diseño
12.Implementar diseño propuesto	Mantenimiento														ejecutar la instalación y puesta en marcha

IV. CONCLUSIONES

- Durante el análisis del sistema de control de silos y tolvas del proceso se encontraron deficiencias en los mecanismos de control, los cuales generaban inactividad en el proceso por las averías constantes. A consecuencia de las fallas presentadas el incremento de horas hombre se vio afectado en 8,62 % que representa un costo de S/. 8 310,52 al año; la producción que se obtuvo fue del 93%, los indicadores obtenidos del proceso fueron: eficiencia física 90%, eficiencia económica 1,59, eficiencia de línea 82%, disponibilidad de maquina 92%.
- El análisis de los nuevos indicadores con la implementación del nuevo sistema registra los siguientes datos:
 - El incremento de la eficiencia física en el periodo actual ha sido de 1,02, % con respecto al periodo de evaluación del proceso, el cual representa en 98 449,1 t/año que se aprovecharon en la producción.
 - El incremento de la eficiencia económica aumento 4 %, con respecto al periodo de evaluación, el cual representa el 1,65.
 - El incremento de la eficiencia de línea aumenta 4% con respecto al periodo de evaluación, el cual representa el tiempo de procesamiento.
 - La disponibilidad de maquina con horas extras tuvo un descenso de 6% con respecto al periodo de evaluación del proceso, lo que representa 5 112,1 h/año de utilización de las maquinas.
 - El incremento de producción ascendió un 10% con respecto al periodo de evaluación del proceso, el cual representa una producción de 90 304,15 t/ anual.
 - La disminución de horas extras fue del 2% con respecto al periodo de evaluación del proceso, el cual representa un costo de S/.3 026,9 al año.
- La viabilidad y rentabilidad del sistema de control muestra un costo beneficio de 1,22 para los próximos 5 años, por lo que podemos decir que por cada S. /1 que invierta la empresa se obtendrá S/.0, 22 de utilidad.

V. RECOMENDACIONES

Realizar la investigación necesaria para seguir incrementando la productividad en los procesos y disminuir los tiempos de inoperatividad. Puesto que según investigaciones la implementación de sistemas automatizados ha logrado tener mayor eficiencia en los procesos productivos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Catalogo Sew eurodrive 2012 “Catalogo para la selección de motoredutores”. Tabla de datos técnicos para la selección de un motoredutor.

<http://pdf.directindustry.es/pdf/sew-eurodrive-283.html> (consultada el 20 de enero del 2012)

Diario el comercio.2013 “Portafolio Economía & Negocios”. El Perú se encuentra entre los 20 mayores productores avícolas del mundo.

<http://elcomercio.pe/economia/negocios/peru-se-encuentra-entre-20-mayores-productores-avicolas-mundo-noticia-1592234> (consultada el 20 de enero del 2014)

Industria Sigrama. 2008 “Automatización de planta procesadora de alimentos para ganado”.SistemaAutomatizadoPCS7.

<http://www.sigrama.com.mx:8080/appaganado.htm> (consultada 14 de febrero del 2012)

Indulec.1990 “Ingeniería eléctrica y electrónica” Distribuidores de materiales equipos y servicios eléctricos.

http://sites.amarillasinternet.com/indulec-servicios-tableros/quienes_somos.html
(Consultada 23 de mayo del 2012).

Inversiones Industriales “Materiales eléctricos y ferretería en general”.

http://www.inversionesyonatan.com/v_producto.php?ip=49&n=tabla_de_datos_tecnicos
(Consultada 15 Agosto del 2012).

Lefcovich, Mauricio. 2004 “Sistema de manufactura just in time JIT”. Gestipolis.

<http://www.gestipolis.com/sistema-de-manufactura-just-in-time-jit/>(Consultada 10 de junio del 2012).

Manual PLC.2012. “Controlador Lógico Programable”: Automacion Micromecanica Vol. (061).<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf> (consultada 24 de agosto del 2012)

Promelsa. 2013. “Servicio de venta y mantenimiento de equipos eléctricos y de control. <http://www.promelsa.com.pe/> (Consultada el 24 de octubre del 2013)

Poveda, Hernandez, Martinez. 2004 “Farmacia Hospitalaria: Análisis coste-beneficio del proceso de semiautomatización en la preparación de dosis unitarias por el servicio de farmacia”. Revista el sevier. Vol. (28): Núm., 2, <http://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-hospitalaria-121-articulo-analisis-coste-beneficio-del-proceso-semiautomatizacion-13118607> (Consultada 18 Enero del 2013)

Poma, Lecca, Berrospi. 2012. “Diseño, construcción e implementación de un sistema automatizado integrador para los módulos de caudal, presión y temperatura del centro de manufactura avanzada”. Revista Redalyc. Vol.(15):Num.2.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629470012> (consultada 13 de marzo 2013)

Reyes, Martínez. 2010 “Alimento balanceado para animales”. Programa de ingeniería agroindustrial. Universidad de Tolma Ibagué. <http://es.scribd.com/doc/49045728/Alimentos-Balanceados-Para-Animales#scribd> (consultada 12 de mayo del 2013).

Reparaciones eléctricas. RyM. 2012. “Empresa de servicios de asesoría técnica sobre sistemas de automatización y mantenimiento”. <http://www.rymburgos.com/> (consultada el 15 de mayo del 2013)

Rojas, Carlos 2009 Diseño y control de la producción I. Trujillo: La Libertad.

Suarez, Jiménez 2009 “Modernización del sistema de control para llenado de tolvas de carbón de las unidades I, II y III en la termoeléctrica de Paipa”. http://uptc.metarevistas.org/revistas/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/916/916 (consultada 10 de julio del 2013)

Telemecanique. 2013 “Manual de funcionamiento y programación del dispositivo Zelio”. Configuración de funciones y aplicaciones. <http://www.schneiderelectric.es> (Consultada el 29 de mayo del 2013)

UPS Ecuador 2011 “Investigación y valoración de la Biodiversidad”. Diseño y construcción de una máquina encapsuladora semiautomática. http://civabi.ups.edu.ec/c/journal/view_article_content?groupId=4431598&articleId=4467273&version=6.4 (consultada 10 de julio del 2013)

Villota.2013.” Soldadora semiautomática TIG de casquillos de acero inoxidable para la pezonera Macro 2.0, para la empresa Macro”. Universidad del Norte, Ibarra-Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3753>(Consultada 15 Agosto del 2013).

VII. ANEXOS

Anexo 1: Programa de producción diaria

- **Análisis de la programación de producción diaria en la planta de alimentos.**
La planta de alimentos balanceados desarrolla su programa de producción de acuerdo al requerimiento de las granjas avícolas. Tal como se muestra en la tabla 7.1 el análisis de la programación de un día normal de producción.

Tabla N° 7.1. Muestra tomada del programa de producción.

Tipo de alimento	Peso por batch /t	N° batch	Producción /t	Tiempo de producción
Engorde 1	2,76	25	69	2,4555
Engorde 2	2,76	40	110,4	3,9288
Finalizador	2,76	10	27,6	0,9822
Postura fase 1	2,7	14	37,8	1,3452
Posturafase2	2,7	10	27	0,9609
Inicio	2,76	30	82,8	2,9466
	Total	129	354,6	16

Fuente. Planta de alimento en estudio

Anexo 2: Capacidad de producción de planta.

- **Capacidad de producción según el diseño de la máquina,**
La producción que genera la planta de alimentos balanceados está basada de acuerdo al ritmo de producción que puede soportar las líneas de proceso donde se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N° 7.2. Análisis de la capacidad de producción

Capacidad de producción real.	
capacidad real	28,5 t/h
Tiempo por cambio de alimento	
174	minutos
2,9	horas
Tiempo requerido de la etapa final del proceso	
Operación	Tiempo
Carga	14
descarga	15
	29

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos producción.*

Anexo 3: Resumen de horas extras por periodo

Tabla N°7.3 Tiempo de Inactividad de la producción diciembre 2013- noviembre 2014.

MESES	PRODUCCION EN TONELADAS	HORAS DE INACTIVIDAD
Diciembre	7 698 ,74	12,57
Enero	7 290,12	14,63
Febrero	7 483,02	10,42
Marzo	7 557,17	12
Abril	7 301,39	6,76
Mayo	7 463,63	12,97
Junio	7 298,49	6,27
Julio	7 347,08	3,2
Agosto	7 488,59	14,72
setiembre	7 135,65	16,85
Octubre	7 554,91	12,17
Noviembre	7 893,35	7,66
Total	89 512,14	130,22

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos producción.*

Tabla N°7.4 Tiempo de Inactividad de la producción diciembre 2015- noviembre 2016.

MESES	PRODUCCION EN TONELADAS	HORAS DE INACTIVIDAD
Diciembre	7 734,82	10,66
Enero	7 685,23	9,75
Febrero	7 519,10	9,84
Marzo	7 593,25	11,28
Abril	7 337,47	10,25
Mayo	7 499,71	9,23
Junio	7 334,57	10,08
Julio	7 383,16	7,99
Agosto	7 524,67	12,15
Setiembre	7 171,73	10,51
Octubre	7 590,99	9,23
Noviembre	7 929,45	9,14
Total	90 304,15	120,11

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos producción.*

Anexo 4: Gasto anual de mantenimiento antes de la implementación del sistema

➤ Materiales utilizados en el mantenimiento.

Tabla N° 7.5. Materiales empleados por mantenimiento junio 2012-mayo 2013

Descripción	Und	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos				S/. 21 804
Chumaceras tipo pared 2"	4	S/.151	S/.604	
Mallas de acero inoxidable	2	S/.320	S/.640	
Rodamientos SKF 6006	8	S/.25	S/.200	
Rodamientos SKF 6210	10	S/.3 200	S/.320	
Canguilones 3x2"	140	S/.9	S/. 1,260	
Pernos tipo esparrago 1/2"	4	S/.4	S/.16	
Reten 50 x 80 x 10	6	S/.4,20	S/.25	
Reten 84 x 104 x 85	8	S/.5	S/.40	
Broca 1/4"	3	S/.8	S/.24	
Cadena 5/16	3	S/.32	S/.96	
Disco de corte de 9 "	2	S/.15	S/.30	
Sello mecanico 1 3/4"	2	S/.18	S/.36	
Sello mecanico 1 7/8"	2	S/.14	S/.28	
Sello mecanico 2"	2	S/.17,40	S/.35	
Rodillo para peletizadora	2	S/. 5 600	S/. 11 200	
Matriz para peletizadora	1	S/. 7 250	S/.7 250	
Materiales para mantenimiento sistemas eléctricos				S/. 1 690
Electroválvulas 3/2 posiciones	2	S/.152.00	S/.304.00	
Contactores af 12	1	S/.90.00	S/.90.00	
Cable thw #14 (rollo)	1	S/.80.00	S/.80.00	
Solvente dieléctrico	2	S/.42.00	S/.84.00	
Barniz de secado rápido	2	S/.55.00	S/.110.00	
Pulsadores NO 220 v	1	S/.30.00	S/.30.00	
Finales de carrera NO-NC Siemens	3	S/.84.00	S/.252.00	
Equipos fluorescente 60 w	6	S/.120.00	S/.720.00	
Fusibles NH 60	1	S/.20.00	S/.20.00	
Lubricantes para mecanismos				S/. 7 600
Verkol CAJA 4 x 5 Kg	8	S/.200	S/. 1 600.00	
LubricanteTotal en tanque	5	S/.1 200	S/.6 000	
			Total	S/.31 094

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos producción.

Anexo 5: Tiempo estimado de producción antes de la implementación del sistema periodo junio 2012-mayo 2013

➤ **Tiempo de producción en horas por cada área**

El registro mostrado en la tabla N° 7.6. Muestra el análisis de las horas empleadas de los operadores en un ciclo normal de producción.

Tabla N° 7.6. Tiempo de producción estimado periodo junio2012-mayo 2013

MES	HORAS NORMALES		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Junio	2 288,00	624,00	208,00
Julio	2 288,00	624,00	208,00
Agosto	2 288,00	624,00	208,00
Setiembre	2 288,00	624,00	208,00
Octubre	2 288,00	624,00	208,00
Noviembre	2 288,00	624,00	208,00
Diciembre	2 288,00	624,00	208,00
Enero	2 288,00	624,00	208,00
Febrero	2 288,00	624,00	206,00
Marzo	2 288,00	624,00	208,00
Abril	2 288,00	624,00	208,00
Mayo	2 288,00	624,00	208,00
Total	27 456,00	7 488,00	2 496,00

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de producción.

➤ **Tiempo de horas extras de la producción al 25 %.**

Las horas empleadas al 25 % representa las horas que están comprendidas en el horario de 6 pm a 11 pm registrando en la tabla N° 7.7. Se muestra las horas empleadas por cada área.

Tabla N° 7.7. Horas extras al 25% periodo Junio2012-mayo 2013

MES	HORAS EXT. 25 %		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Junio	48,41	8,75	23,44
Julio	15,43	6,56	5,00
Agosto	30,09	16,25	15,00
Setiembre	14,03	8,13	26,88
Octubre	15,45	43,75	0,00
Noviembre	21,45	16,56	5,00
Diciembre	15,11	32,50	18,75
Enero	44,60	24,38	41,88
Febrero	33,69	68,13	23,75
Marzo	19,43	35,00	4,38
Abril	44,15	46,25	4,38
Mayo	64,09	30,00	13,13
Total	365,94	336,26	181,56

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de producción.

➤ **Tiempo de las horas extras de producción al 100%**

Las horas extras que representan el 100 % están comprendidas entre las 11:00 pm hasta las 6:00 pm. Tal como se muestra en la tabla N° 7.8 el registro de horas extras por cada área.

Tabla N° 7.8. Horas extras al 100 % periodo Junio2012-mayo 2013

MES	HORAS EXT. 100 %		
	Producción	Mantenimiento.	Transporte
Junio	32.59	20.5	7,50
Julio	10.86	0	9,75
Agosto	45.07	0	17,80
Setiembre	12.98	0	10,00
Octubre	10.08	5	0,00
Noviembre	28.48	0	0,00
Diciembre	21.42	6	5,50
Enero	33.91	11	5,50
Febrero	11.87	0	0,00
Marzo	1.98	0	0,00
Abril	55.08	25	15,00
Mayo	47.84	8	0,00
Total	312.16	75,5	71,05

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Total, de horas empleadas para la producción.**

Las horas totales empleadas para la realización del proceso productivo se muestra a continuación en la tabla 7.9

Tabla N° 7.9. Registro de horas empleadas para la producción periodo junio 2012-mayo 2013

Horas Totales			
Mes	Producción	Mantenimiento	Transporte
Junio	2 369,00	653,3	238,94
Julio	2 314,28	630,6	222,75
Agosto	2 363,16	640,3	240,8
Septiembre	2 315,02	632,1	244,88
Octubre	2 313,54	672,8	208
Noviembre	2 337,93	640,6	213
Diciembre	2 324,53	662,5	232,25
Enero	2 366,52	659,4	255,38
Febrero	2 333,56	692,1	231,75
Marzo	2 309,41	659,0	212,38
Abril	2 387,23	695,3	227,38
Mayo	2 399,93	662,0	221,13
Total	28 134,10	7 899,76	2 748,64

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción*

Anexo 6: Costo de horas por jornada laboral antes de la implementación del sistema de control.

➤ **Evaluación del jornal diario por cada trabajador de cada área.**

Tal como se muestra en la tabla N° 7.10 se muestra el análisis del costo de cada trabajador para la realización de las actividades del proceso productivo.

Tabla 7.10. Costo de jornal diario por trabajador de cada área.

Total Trabajadores	15	
Costo Total trabajadores s/. / hora	745	
Día	24	
Operadores (11)	Operario de transporte (1)	Mantenimiento (3)
S/.45 /día	S/.50 /día	S/.50 /día
S/.5,625/h	S/.6,25/h	S/.6,25/h

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción*

➤ **Registro del costo jornal anual por cada área**

Para el análisis del costo de total que se genera por horas improductivas se detalla a continuación en la tabla N° 7.11 donde se verifica el costo total mensual por cada área.

Tabla N° 7.11. Registro de costo de horas del proceso productivo periodo junio 2012-mayo 2013

Mes	C.Prod. S/.	C.Mant. S/.	C.Trans. S/.	C.total S/.	Desfase de costo S/.	Costo Normal S/.
Junio	S/.13 325,60	S/.4 082,81	S/.1 493,38	S/.18 901,79	S/.831,79	S/.18 070
Julio	S/.13 017,85	S/.3 941,02	S/.1392,19	S/.18 351,06	S/. S/.281,06	S/.18 070
Agosto	S/.13 292,76	S/.4 001,56	S/.1 505	S/.18 799,32	S/.729,32	S/.18 070
Septiembre	S/.13 021,98	S/.3 950,78	S/.1 530,5	S/.18 503,26	S/.433,26	S/.18 070
Octubre	S/.13 013,64	S/.4 235,94	S/.1 300	S/.18 549,58	S/.479,58	S/.18 070
Noviembre	S/.13 150,86	S/.4 003,52	S/.1 331,25	S/.18 485,63	S/.415,63	S/.18 070
Diciembre	S/.13 075,91	S/.4 178,13	S/.1 451,56	S/.18 705,18	S/.635,18	S/.18 070
Enero	S/.13 311,66	S/.4 189,84	S/.1 596,13	S/.19 097,63	S/.1027,63	S/.18 070
Febrero	S/.13 126,30	S/.4 325,78	S/.1 448,44	S/.18 900,52	S/.830,52	S/.18 070
Marzo	S/.12 990,44	S/.4 118,75	S/.1 327,38	S/.18 436,57	S/.366,57	S/.18 070
Abril	S/.13 428,15	S/.4 501,56	S/.1 421,13	S/.19 350,83	S/.1280,83	S/.18 070
Mayo	S/.13 499,59	S/.4 187,50	S/.1 382,06	S/.19 069,15	S/.999,15	S/.18 070
Total	S/.158 254,32	S/.49 717,19	S/.17 179	S/.225 150,52	S/.8 310,52	S/.216 840

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

Anexo 7: Gasto anual de mantenimiento con la implementación del sistema semiautomático Periodo 1 (diciembre 2013-noviembre 2014).

➤ **Materiales utilizados en el mantenimiento.**

Tabla N° 7.12. Materiales empleados por mantenimiento periodo diciembre 2013-noviembre 2014.

Descripción	Und	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos				S/.18 050
Chumaceras tipo pared 2"	1	S/. 152	S/. 152	
Mallas de acero inoxidable	2	S/. 320	S/. 640	
Rodamientos SKF 6006	4	S/. 25	S/. 100	
Rodamientos SKF 6210	4	S/. 32	S/. 128	
Canguilones 3x2"	50	S/. 9	S/. 450	
Pernos tipo esparrago 1/2"	4	S/. 4	S/. 16	
Reten 50 x 80 x 10	6	S/. 4,20	S/. 25,20	
Reten 84 x 104 x 85	8	S/. 5	S/. 40	
Broca 1/4"	3	S/. 8	S/. 24	
Cadena 5/16	3	S/. 32	S/. 96	
Disco de corte de 9 "	2	S/. 15	S/. 30	
Sello mecánico 1 3/4"	2	S/. 18	S/. 36	
Sello mecánico 1 7/8"	2	S/. 14	S/. 28	
Sello mecánico 2"	2	S/. 17,40	S/. 34,80	
Rodillo para peletizadora	2	S/. 4.500	S/. 9.000	
Matriz para peletizadora	1	S/. 7.250	S/. 7.250	
Materiales para mantenimiento sistemas eléctricos				S/.1 690
Electrovalvulas 3/2 posiciones	2	S/. 152	S/. 304	
Contactores af 12	1	S/. 90	S/. 90	
Cable thw #14 (rollo)	1	S/. 80	S/. 80	
Solvente dieléctrico	2	S/. 42	S/. 84	
Barniz de secado rápido	2	S/. 55	S/. 110	
Pulsadores NO 220 v	1	S/. 30	S/. 30	
Finales de carrera NO-NC Siemens	3	S/. 84	S/. 252	
Equipos fluorescente 60 w	6	S/. 120	S/. 720	
Fusibles NH 60	1	S/. 20	S/. 20	
Lubricantes para mecanismos				S/.6 400
Verkol CAJA 4 x 5 Kg	8	S/. 200	S/. 1.600	
LubricanteTotal en tanque	4	S/. 1.200	S/. 4.800	
			Total	S/.26 140

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

Anexo 8: Tiempo estimado de producción Periodo 1.

➤ Tiempo de producción en horas por cada área

El registro mostrado en la tabla N° 7.13. Muestra el análisis de las horas empleadas de los operadores en un ciclo normal de producción.

Tabla N° 7.13. Tiempo de producción diciembre 2013- noviembre 2014

MES	HORAS NORMALES		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	2 288,00	624,00	208,00
Enero	2 288,00	624,00	208,00
Febrero	2 288,00	624,00	208,00
Marzo	2 288,00	624,00	208,00
Abril	2 288,00	624,00	208,00
Mayo	2 288,00	624,00	208,00
Junio	2 288,00	624,00	208,00
Julio	2 288,00	624,00	208,00
Agosto	2 288,00	624,00	206,00
Setiembre	2 288,00	624,00	208,00
Octubre	2 288,00	624,00	208,00
Noviembre	2 288,00	624,00	208,00
Total	27 456,00	7 488,00	2 496,00

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de producción.

➤ Tiempo de horas extras de la producción al 25 %.

Las horas empleadas al 25 % representa las horas que están comprendidas en el horario de 6 pm a 11 pm registrando en la tabla N° 7.14. Las horas empleadas por cada área.

Tabla N° 7.14. Horas extras diciembre 2013- noviembre 2014

MES	HORAS EXT. 25 %		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	5,39	8	21
Enero	6,27	13	23
Febrero	4,47	3	16
Marzo	5,80	26	14
Abril	2,90	5	22
Mayo	5,56	9	10
Junio	6,27	13	8
Julio	3,20	4	9
Agosto	6,31	13	15
Setiembre	4,35	30	13
Octubre	5,22	7	11
Noviembre	6,38	14	18
Total	62,10	146	180

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de producción.

➤ **Tiempo de las horas extras de producción al 100%**

Las horas extras que representan el 100% están comprendidas entre las 11:00 pm hasta las 6:00 pm. Tal como se muestra en la tabla N° 7.15. El registro de horas extras por cada área.

Tabla N° 7.15. Horas extras al 100% diciembre 2013- noviembre 2014.

MES	HORAS EXT.100%		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	7,18	23,7	7,9
Enero	8,36	27,6	9,2
Febrero	5,95	10	3,1
Marzo	6,20	0	0
Abril	3,86	12,75	8,5
Mayo	7,41	0	8,15
Junio	0,00	0	9,2
Julio	0,00	14,1	4,7
Agosto	8,41	0	9,25
Setiembre	12,50	0	4
Octubre	6,95	22,95	7,65
Noviembre	1,28	0	9,35
Total	68,11	111,1	81

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Total, de horas empleadas para la producción.**

Las horas totales empleadas para la realización del proceso productivo se muestra a continuación en la tabla 7.16.

Tabla N° 7.16. Registro de horas empleadas para la producción periodo diciembre 2013-noviembre 2014.

Mes	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	2 300,57	655,98	236,90
Enero	2 302,64	664,76	240,20
Febrero	2 298,42	637,22	227,10
Marzo	2 300,00	649,53	222,00
Abril	2 294,76	642,16	238,50
Mayo	2 300,97	633,22	226,15
Junio	2 294,27	637,16	225,20
Julio	2 291,20	641,82	221,70
Agosto	2 302,72	637,34	232,25
Setiembre	2 304,85	654,22	225,00
Octubre	2 300,17	654,29	226,65
Noviembre	2 295,65	637,72	235,36
Total	27 586,22	7 745,41	2757,01

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción*

Anexo 9: Registro de costos por jornada laboral en cada área Periodo 1.

➤ Evaluación del jornal diario por cada trabajador de cada área.

Tal como se muestra en la tabla N° 7.17. Se muestra el análisis del costo de cada trabajador para la realización de las actividades del proceso productivo.

Tabla 7.17. Costo de jornal diario por trabajador de cada área

Total, Trabajadores	15	
Costo Total trabajadores s./hora	745	
Día	24	
Operadores (11)	Operario de transporte (1)	Mantenimiento (3)
S/.45 /día	S/.50 /día	S/.50 /día
S/.5,625	S/.6,25	S/.6,25

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

➤ Registro del costo jornal anual por cada área

Para el análisis del costo de total que se genera por horas improductivas se detalla a continuación en la tabla 7.18. Donde se verifica el costo total mensual por cada área.

Tabla N° 7.18. Registro de costo de horas del proceso productivo periodo diciembre 2013-noviembre 2014

Mes	C.Prod. S/.	C.Mant. S/.	C.Trans. S/.	C.total. S/.	Desfase de costo S/.	Costo Normal S/.
Junio	S/. 12 940,70	S/.4 099,88	S/.1 480.63	S/.18 521,20	S/.61,00	S/.18 070
Julio	S/.12 952,33	S/.4 154,73	S/.1 501.25	S/.18 608,31	S/.538,31	S/.18 070
Agosto	S/.12 928,62	S/.3 982,62	S/.1 419.38	S/.18 330,61	S/.260,61	S/.18 070
Septiembre	S/.12 937,5	S/.4 059,57	S/.1 387.5	S/.18 384,57	S/.314,57	S/.18 070
Octubre	S/.12 908,03	S/.4 013,48	S/.1 490.63	S/.18 412,13	S/.342,13	S/.18 070
Noviembre	S/.12 942,93	S/.3 957,62	S/.1413.44	S/.18 313,99	S/.243,99	S/.18 070
Diciembre	S/.12 905,28	S/.3 982,23	S/.1 407,5	S/.18 295,01	S/.225,01	S/.18 070
Enero	S/.12 888,03	S/.4 011,37	S/.1 385,63	S/.18 285,02	S/.215,02	S/.18 070
Febrero	S/.12 952,78	S/.3 983,40	S/.1 451,56	S/.18 387,74	S/.317,74	S/.18 070
Marzo	S/.12 964,78	S/.4 088,87	S/.1 406,25	S/.18 459,90	S/.389,90	S/.18 070
Abril	S/.12 938,46	S/.4 089,34	S/.1 416,56	S/.18 444,36	S/.374,36	S/.18 070
Mayo	S/.12 913,04	S/.3 985,74	S/.1 471	S/.18 369,78	S/.299,78	S/.18 070
Total	S/.155 172,47	S/.48 408,83	S/.17 231,31	S/.220 812,61	S/.3 582,41	S/.216 840

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

Anexo 10: Gasto anual de mantenimiento con la implementación del sistema semiautomático Periodo 2.

➤ **Materiales utilizados en el mantenimiento.**

Tabla N° 7.19. Materiales empleados por mantenimiento periodo diciembre 2015- noviembre 2016.

Descripción	Und	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
Materiales para mantenimiento de sistemas mecánicos				S/.19 070
Chumaceras tipo pared 2"	1	S/.152	S/.152	
Mallas de acero inoxidable	3	S/.320	S/.960	
Rodamientos SKF 6006	4	S/.30	S/.120	
Rodamientos SKF 6210	4	S/.38	S/.152	
Canguilones 3x2"	50	S/.12	S/.600	
Pernos tipo esparrago 1/2"	4	S/.6	S/.24	
Reten 50 x 80 x 10	6	S/.4	S/.24	
Reten 84 x 104 x 85	8	S/.5	S/.40	
Broca 1/4"	3	S/.8	S/.24	
Cadena 5/16	3	S/.32	S/.96	
Disco de corte de 9 "	2	S/.15	S/.30	
Sello mecanico 1 3/4"	2	S/.18	S/.36	
Sello mecanico 1 7/8"	2	S/.14	S/.28	
Sello mecanico 2"	2	S/.17,20	S/.34,40	
Rodillo para peletizadora	2	S/. 4 700	S/. 9 400	
Matriz para peletizadora	1	S/. 7 350	S/. 7 350	
Materiales para mantenimiento sistemas eléctricos				S/. 1 740
Electrovalvulas 3/2 posiciones	2	S/.152	S/.304	
Contactores af 12	1	S/.90	S/.90	
Cable thw #14 (rollo)	1	S/.80	S/.80	
Solvente dieléctrico	3	S/.42	S/.126	
Barniz de secado rápido	2	S/.55	S/.110	
Pulsadores NO 220 v	1	S/.30	S/.30	
Finales de carrera NO-NC Siemens	3	S/.84	S/.252	
Equipos fluorescente 60 w	6	S/.120	S/.720	
Fusibles NH 60	1	S/.28	S/.28	
Lubricantes para mecanismos				S/.7 800
Verkol CAJA 4 x 5 Kg	12	S/.200	S/.2 400	
LubricanteTotal en tanque	4	S/.1,35	S/.5 400	
			Total	S/.28 610

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Tiempo de producción en horas por cada área**

El registro mostrado en la tabla N° 7.20. Muestra el análisis de las horas empleadas de los operadores en un ciclo normal de producción.

Tabla N° 7.20. Tiempo de producción diciembre 2015- noviembre 2016.

MES	HORAS NORMALES		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	2 288,00	624,00	208,00
Enero	2 288,00	624,00	208,00
Febrero	2 288,00	624,00	208,00
Marzo	2 288,00	624,00	208,00
Abril	2 288,00	624,00	208,00
Mayo	2 288,00	624,00	208,00
Junio	2 288,00	624,00	208,00
Julio	2 288,00	624,00	208,00
Agosto	2 288,00	624,00	206,00
Setiembre	2 288,00	624,00	208,00
Octubre	2 288,00	624,00	208,00
Noviembre	2 288,00	624,00	208,00
Total	27 456,00	7 488,00	2 496,00

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Tiempo de horas extras de la producción al 25 %.**

Las horas empleadas al 25 % representa las horas que están comprendidas en el horario de 6 pm a 11 pm registrando en la tabla N° 7.21. Las horas empleadas por cada área.

Tabla N.º 7.21. Horas extras al 25% diciembre 2015- noviembre 2016.

MES	HORAS EXT. 25 %		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	5,86	6	8
Enero	5,11	8	11
Febrero	4,11	7	6
Marzo	6,50	9	12
Abril	5,12	10	10
Mayo	5,07	12	8
Junio	5,93	14	13
Julio	5,31	8	9
Agosto	7,51	6	6
Setiembre	5,18	13	9
Octubre	4,70	5	16
Noviembre	4,66	7	13
Total	65,07	105	121

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Tiempo de las horas extras de producción al 100%**

Las horas extras que representan el 100% están comprendidas entre las 11:00 pm hasta las 6:00 pm. Tal como se muestra en la tabla N° 7.22. El registro de horas extras por cada área.

Tabla N° 7.22. Horas extras al 100% periodo Dic.2015- Nov.2016

MES	HORAS EXT.100%		
	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	4,80	12,5	4
Enero	4,64	10	6,2
Febrero	5,73	14	7,2
Marzo	4,78	0	2
Abril	5,13	10	3,5
Mayo	4,16	14	4,3
Junio	4,15	0	0
Julio	2,68	7	6,5
Agosto	4,64	0	6,8
Setiembre	5,33	0	8
Octubre	4,53	9	9,2
Noviembre	4,48	11	5
Total	55,04	87,5	62,7

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

➤ **Total de horas empleadas para la producción.**

Las horas totales empleadas para la realización del proceso productivo se muestra a continuación en la tabla 7.23.

Tabla N° 7.23. Registro de horas empleadas para la producción periodo diciembre 2015-noviembre 2016

MES	Producción	Mantenimiento	Transporte
Diciembre	2 298,7	643	220
Enero	2 297,8	642	225
Febrero	2 297,8	645	221
Marzo	2 299,3	633	222
Abril	2 298,2	644	222
Mayo	2 297,2	650	220
Junio	2 298,1	638	221
Julio	2 296,0	639	224
Agosto	2 300,2	630	221
Setiembre	2 298,5	637	225
Octubre	2 297,2	638	233
Noviembre	2 297,1	642	226
Total	27 576,1	7 681	2 679,7

Fuente. *Elaboración propia a partir de los datos de producción.*

Anexo 11: Registro de costos por jornada laboral en cada área.

➤ Evaluación del jornal diario por cada trabajador de cada área.

Tal como se muestra en la tabla N° 7.24. Se muestra el análisis del costo de cada trabajador para la realización de las actividades del proceso productivo.

Tabla 7.24. Costo de jornal diario por trabajador de cada área

Total, Trabajadores	15	
Costo Total trabajadores s./hora	745	
Día	24	
Operadores (11)	Operario de transporte (1)	Mantenimiento (3)
S/.45 /día	S/.50 /día	S/.50 /día
S/.5,625/h	S/.6,25/h	S/.6,25/h

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

➤ Registro del costo jornal anual por cada área

Para el análisis del costo de total que se genera por horas improductivas se detalla a continuación en la tabla 7.25. Donde se verifica el costo total mensual por cada área.

Tabla N° 7.25. Registro de costo de horas del proceso productivo periodo diciembre 2015-noviembre 2016

Mes	C.Prod. S/.	C.Mant. S/.	C.Trans. S/.	C.total. S/.	Desfase de costo S/.	Costo Normal S/.
Diciembre	S/.12 929,9	S/.4 015,63	S/.1 375	S/.18 320,57	S/.250,57	S/.18 070
Enero	S/.12 924,8	S/.4 012,5	S/.1 407,5	S/.18 344,84	S/.274,84	S/.18 070
Febrero	S/.12 925,3	S/.4 031,25	S/.1 382,5	S/.18 339,09	S/.269,09	S/.18 070
Marzo	S/.12 933,5	S/.3 956,25	S/.1 387,5	S/.18 277,21	S/.207,21	S/.18 070
Abril	S/.12 927,6	S/.4025	S/.1384,38	S/.18 337,02	S/.267,02	S/.18 070
Mayo	S/.12 922,0	S/.4 062,5	S/.1376,88	S/.18 361,33	S/.291,33	S/.18 070
Junio	S/.12 926,7	S/.3 987,5	S/.1381,25	S/.18 295,42	S/.225,42	S/.18 070
Julio	S/.12 915,0	S/.3 993,75	S/.1396,88	S/.18 305,60	S/.235,60	S/.18 070
Agosto	S/.12 938,3	S/.3 937,5	S/.1380	S/.18 255,84	S/.185,84	S/.18 070
Setiembre	S/.12 929,1	S/.3 981,25	S/.1406,25	S/.18 316,61	S/.246,61	S/.18 070
Octubre	S/.12 921,9	S/.3 987,5	S/.1457,5	S/.18 366,88	S/.296,88	S/.18 070
Noviembre	S/.12 921,4	S/.4 012,5	S/.1412,5	S/.18 346,44	S/.276,44	S/.18 070
Total	S/.155 115,6	S/.48 003,1	S/.16 748,1	S/.219 866,87	S/.3 026,9	S/.216 840

Fuente. *Elaboración Propia a partir de los datos de producción.*

Anexo 12: Tablas para la selección del sistema de transmisión por cadena.

Tabla N° 7.26. Factores de servicios según la máquina empleada

FACTORES DE SERVICIO			
Factores de servicio para transmisiones por cadenas			
Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna
Uniforme (agitadores, ventiladores, transporte con carga ligera y uniforme).	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladores de alimento y molinos).	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos).	1.4	1.5	1.7

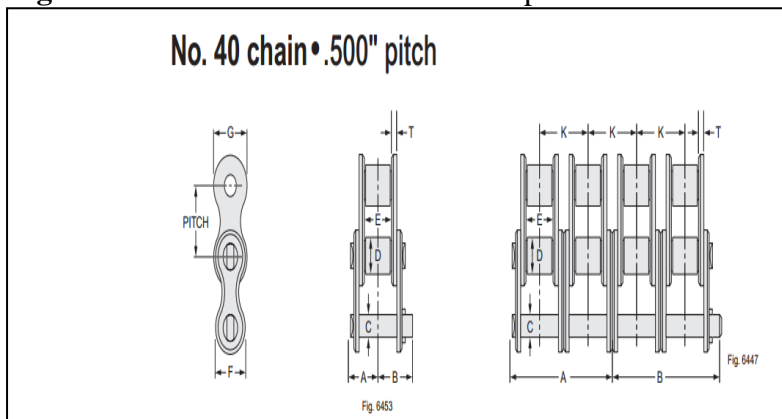
Fuente. Catálogo Rexnord

Tabla N°7.27. Factores de hileras múltiples

No. de Hileras	Factor de Hilera
1	1.0
2	1.9
3	2.8
4	3.7

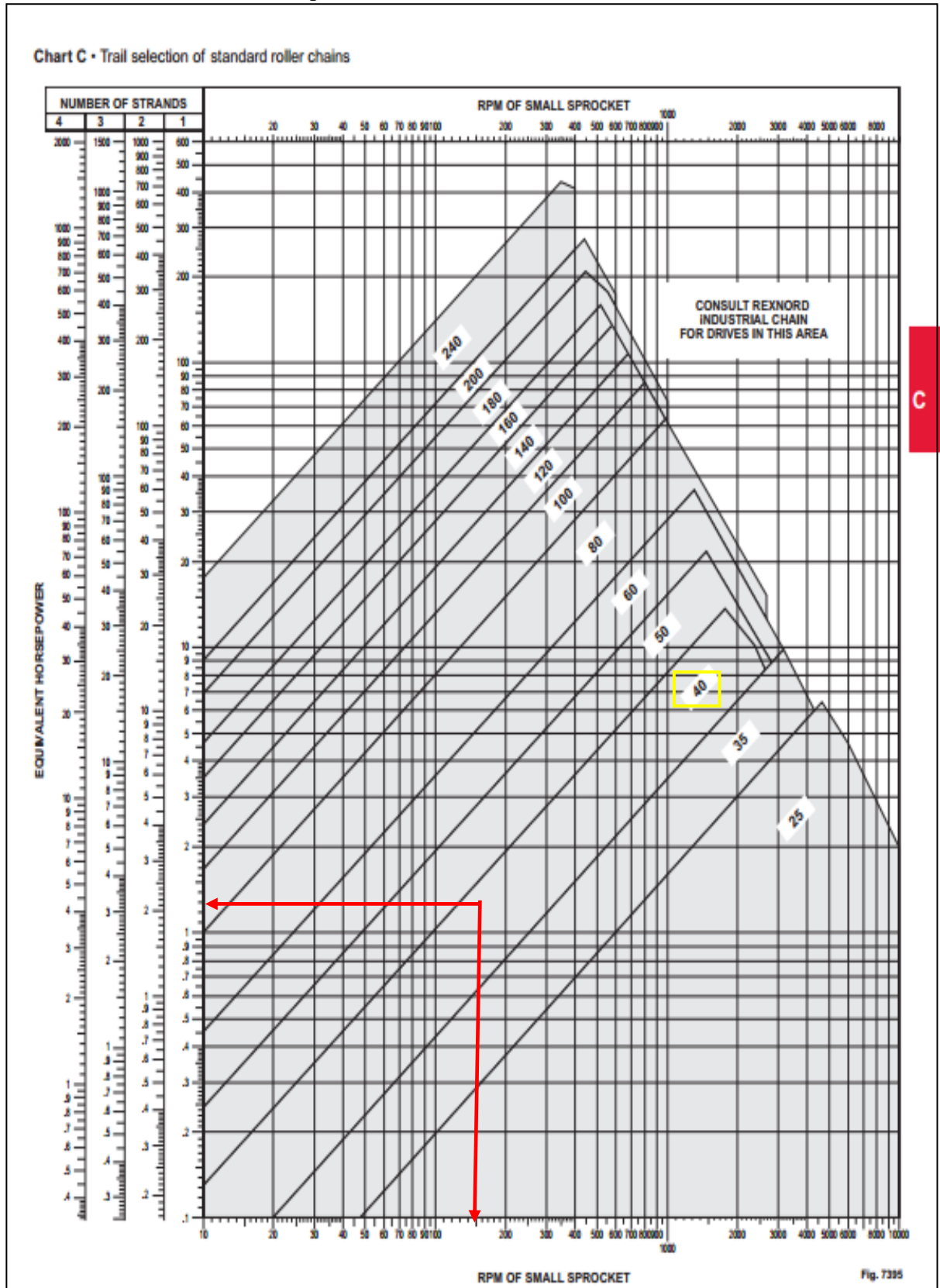
Fuente. Catálogo Rexnord

Figura N° 7.1 Selección del número de paso de la cadena



Fuente. Catálogo Rexnord

Grafica N° 7.1 Selección del tipo de cadena



Fuente. Catálogo Rexnord

Tabla N° 7.28 Selección del número de dientes

Number of teeth, in small sprocket	Maximum bore inches	Horsepower for single strand chain ▲																			
		RPM of small sprocket																			
		50	100	200	300	400	500	700	1000	1200	1400	1600	1800	2400	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000
11	.750	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.03	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	.844	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	3.45	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	1.000	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	3.89	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	1.188	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	4.35	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	1.250	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	4.82	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	1.375	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	5.31	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	1.500	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	5.82	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	1.625	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	6.34	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	1.750	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	6.88	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	1.875	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	7.43	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	2.063	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	7.99	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	2.188	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	8.57	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	2.250	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	9.16	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	2.250	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	9.76	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	2.281	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	10.4	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	
28	2.625	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	12.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	
30	2.750	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	13.6	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	
32	3.000	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	15.0	10.8	8.54	6.99	5.00	0		
35	3.563	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	17.2	12.3	9.76	7.99	5.72	0		
40	3.781	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	21.0	15.0	11.9	9.76	6.99	0		
Lubrication type ■		A			B						C										

Fuente. Catálogo Rexnord

Tabla N° 7.29. Selección de factores para hallar la longitud de la cadena

•Factors for sprocket centers and chain length

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
.0000	2.0000	.5000	.5000	.19937	1.9598	.4361	.5639	.39073	1.8410	.3722	.6278	.56641	1.6483	.3083	.6917
.00436	2.0000	.4986	.5014	.20364	1.9581	.4347	.5653	.39474	1.8376	.3708	.6292	.57000	1.6433	.3069	.6931
.00873	1.9999	.4972	.5028	.20791	1.9563	.4333	.5667	.39875	1.8341	.3694	.6306	.57358	1.6383	.3056	.6944
.01309	1.9998	.4958	.5042	.21218	1.9545	.4319	.5681	.40275	1.8306	.3681	.6319	.57715	1.6333	.3042	.6958
.01745	1.9997	.4944	.5056	.21644	1.9526	.4306	.5694	.40674	1.8271	.3667	.6333	.58070	1.6282	.3028	.6972
.02181	1.9995	.4931	.5069	.22070	1.9507	.4292	.5708	.41072	1.8235	.3653	.6347	.58425	1.6231	.3014	.6986
.02618	1.9993	.4917	.5083	.22495	1.9487	.4278	.5722	.41469	1.8199	.3639	.6361	.58779	1.6180	.3000	.7000
.03054	1.9991	.4903	.5097	.22920	1.9468	.4264	.5736	.41866	1.8163	.3625	.6375	.59131	1.6129	.2986	.7014
.03490	1.9988	.4889	.5111	.23345	1.9447	.4250	.5750	.42262	1.8126	.3611	.6389	.59482	1.6077	.2972	.7028
.03926	1.9985	.4875	.5125	.23769	1.9427	.4236	.5764	.42657	1.8089	.3597	.6403	.59832	1.6025	.2958	.7042
.04362	1.9981	.4861	.5139	.24192	1.9406	.4222	.5778	.43051	1.8052	.3583	.6417	.60182	1.5973	.2944	.7056
.04798	1.9977	.4847	.5153	.24615	1.9385	.4208	.5792	.43445	1.8014	.3569	.6431	.60529	1.5920	.2931	.7069
.05234	1.9973	.4833	.5167	.25038	1.9363	.4194	.5806	.43837	1.7976	.3556	.6444	.60876	1.5867	.2917	.7083
.05669	1.9968	.4819	.5181	.25460	1.9341	.4181	.5819	.44229	1.7937	.3542	.6458	.61222	1.5814	.2903	.7097
.06105	1.9963	.4806	.5194	.25882	1.9319	.4167	.5833	.44620	1.7899	.3528	.6472	.61566	1.5760	.2889	.7111
.06540	1.9957	.4792	.5208	.26303	1.9296	.4153	.5847	.45010	1.7860	.3514	.6486	.61909	1.5706	.2875	.7125
.06976	1.9951	.4778	.5222	.26724	1.9273	.4139	.5861	.45399	1.7820	.3500	.6500	.62251	1.5652	.2861	.7139
.07411	1.9945	.4764	.5236	.27144	1.9249	.4125	.5875	.45787	1.7780	.3486	.6514	.62592	1.5598	.2847	.7153
.07846	1.9938	.4750	.5250	.27564	1.9225	.4111	.5889	.46175	1.7740	.3472	.6528	.62932	1.5543	.2833	.7167
.08281	1.9931	.4736	.5264	.27983	1.9201	.4097	.5903	.46561	1.7700	.3458	.6542	.63271	1.5488	.2819	.7181
.08716	1.9924	.4722	.5278	.28402	1.9176	.4083	.5917	.46947	1.7659	.3444	.6556	.63608	1.5432	.2806	.7194
.09150	1.9916	.4708	.5292	.28820	1.9151	.4069	.5875	.47332	1.7618	.3431	.6569	.63944	1.5377	.2792	.7208
.09585	1.9908	.4694	.5306	.29237	1.9126	.4056	.5944	.47716	1.7576	.3417	.6583	.64279	1.5321	.2778	.7222
.10019	1.9899	.4681	.5319	.29654	1.9100	.4042	.5958	.48099	1.7535	.3403	.6597	.64612	1.5265	.2764	.7236
.10453	1.9890	.4667	.5333	.30071	1.9074	.4028	.5972	.48481	1.7492	.3389	.6611	.64945	1.5208	.2750	.7250
.10887	1.9881	.4653	.5347	.30486	1.9048	.4014	.5986	.48862	1.7450	.3375	.6625	.65276	1.5151	.2736	.7264
.11320	1.9871	.4639	.5361	.30902	1.9021	.4000	.6000	.49242	1.7407	.3361	.6639	.65606	1.5094	.2722	.7278
.11754	1.9861	.4625	.5375	.31316	1.8994	.3986	.6014	.49622	1.7364	.3347	.6653	.65935	1.5037	.2708	.7292
.12187	1.9851	.4611	.5389	.31730	1.8966	.3972	.6028	.50000	1.7321	.333	.6667	.66262	1.4979	.2694	.7306
.12620	1.9840	.4597	.5403	.32144	1.8939	.3958	.6042	.50377	1.7277	.3319	.6681	.66588	1.4921	.2681	.7319
.13053	1.9829	.4583	.5417	.32557	1.8910	.3944	.6056	.50754	1.7233	.3306	.6694	.66913	1.4863	.2667	.7333
.13485	1.9817	.4569	.5431	.32969	1.8882	.3931	.6069	.51129	1.7188	.3292	.6708	.67237	1.4804	.2653	.7347

Fuente. Catálogo Rexnord

➤ Anexo 13: Tablas para la selección del tipo de cable.

Tabla N° 7.30. Tabla de datos técnicos del tipo de cable.

CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Fuente.Catálogo Indeco

Tabla N° 7.31. Tabla de datos técnicos THW- 90 (AWG/MCM)

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Fuente.Catálogo Indeco

Tabla N° 7.32. Tabla de datos técnicos NMT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 12	2x3.31	61	0.255	0.8	1.1	10.5	164	25
2 x 10	2x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12	226	30
3 x 12	3x3.31	61	0.255	0.8	1.1	11.2	204	20
3 x 10	3x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12.7	285	25
4 x 12	4x3.31	61	0.255	0.8	1.2	12.4	251	20
4 x 10	4x5.26	98	0.255	0.8	1.4	14.3	358	25

Fuente.Catálogo Indeco

Tabla N° 7.33.la de datos tecnicos NLT

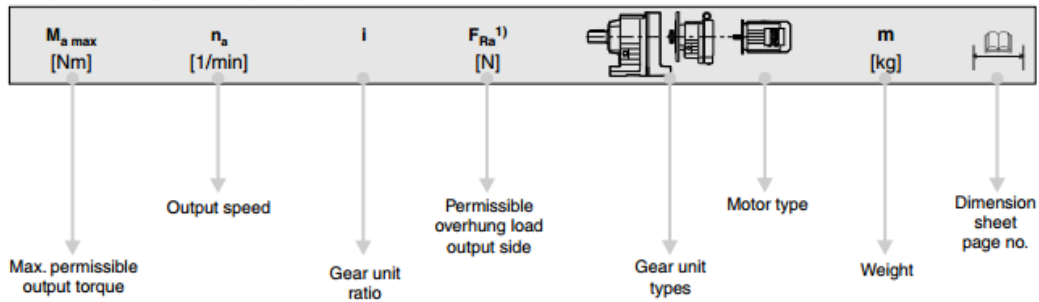
CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15



Fuente.Catálogo Indeco

➤ Anexo 14: Selección del motoreductor

Tabla N° 7.34. Tabla de datos técnicos para la selección del motoreductor

For particularly low output speeds:



P_m [kW]	n_a [1/min]	M_a [Nm]	i	$F_{Ra}^{1)}$ [N]	SEW f_B		m [kg]				
0.75	5.6	1280	246.54	18600	1.20						
	6.4	1120	216.54	19300	1.40						
	6.7	1070	205.71	19600	1.45						
	13	555	106.58	4610	0.80						
	14	515	98.99	6200	0.90						
	15	465	89.71	7040	0.95						
	17	420	80.55	7240	1.10	R	57	DT	80N4	28	145
	20	360	69.23	7450	1.25	RF	57	DT	80N4	32	146
	21	335	64.85	7430	1.35						
	24	295	57.29	7220	1.50						
	26	275	53.22	7090	1.65						
	29	250	48.23	6930	1.80						
	32	225	43.30	6740	2.0						
	37	194	37.30*	6490	2.3	R	57	DT	80N4	28	145
	39	182	35.07	6380	2.5	RF	57	DT	80N4	32	146
	46	157	30.18	6130	2.9						
	51	140	26.97	5940	3.2						
	52	137	26.31	5900	3.3						
	55	130	24.99*	5820	3.5	R	57	DT	80N4	28	145
	63	114	21.93	5610	4.0	RF	57	DT	80N4	31	146
	74	97	18.60*	5350	4.7						
	20	355	68.54	3660	0.85	R	47	DT	80N4	23	142
	21	335	64.21	4950	0.90	RF	47	DT	80N4	23	143
	24	295	56.73	5450	1.00						
26	275	52.69	5480	1.10							
29	250	47.75	5370	1.20							
32	225	42.87	5240	1.35							
37	192	36.93	5060	1.55	R	47	DT	80N4	23	142	
40	180	34.73	4980	1.65	RF	47	DT	80N4	23	143	
46	155	29.88	4800	1.95							
52	139	26.70	4660	2.2							
58	122	23.59	4510	2.5							
52	139	26.74	4660	2.2							
59	121	23.28	4490	2.5							
63	113	21.81	4420	2.7	R	47	DT	80N4	23	142	
72	100	19.27	4270	3.0	RF	47	DT	80N4	23	143	
77	93	17.89	4180	3.1							
85	84	16.22	4070	3.3							

Fuente. Catálogo Sew Eurodrive.