

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN  
AUTOMATIZADO EN EL PROCESO DE CRIANZA INDUSTRIAL  
DE POLLOS**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

**PRESENTADA POR**

**BACH. BERRIOS GRAUS, JESSICA EDYTH**  
**BACH. GÉRMAN TALLEDO, LINDA MARÍA BRIGGITTE**

**ASESOR: MG. FALCÓN TUESTA, JOSÉ ABRAHAM**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Agradezco primero a Dios por haberme permitido culminar con éxito la presente tesis, la cual implica el término de una gran etapa en mi vida. Dedico esta tesis a mi mamá y mi hermano quienes me brindaron todo su apoyo y amor en cada paso y son ejemplo para mí de disciplina y perseverancia.

Gérman Talledo, Linda María Brigitte

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres; muchos de mis logros se lo debo a ellos. Agradezco a Dios por darme la oportunidad de poder culminar con éxito la tesis.

Berrios Graus, Jessica Edyth

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primero a Dios por habernos permitido culminar con éxito la presente tesis, la cual implica el término de una gran etapa en nuestras vidas.

A nuestros padres por el apoyo y paciencia incondicional.

A nuestra alma máter por brindarnos las experiencias y conocimientos adquiridos.

A nuestro asesor Ing. José Falcón Tuesta por el apoyo constante y el aliento permanente en cada una de las asesorías.

Brigitte Gérman y Jessica Berrios

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema .....	8
1.2.1. Problema general .....	8
1.2.2. Problemas específicos.....	8
1.3. Objetivo principal y específicos.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
1.4. Delimitación de la investigación: temporal y espacial.....	8
1.5. Importancia y justificación del estudio (aporte, contribución).....	9
1.5.1. Importancia .....	9
1.5.2. Justificación .....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. Marco histórico .....	12
2.1.1. Apuntes históricos sobre la avicultura en el Perú .....	12
2.1.2. Evolución de la automatización industrial .....	13
2.2. Evolución de equipos para alimentación de pollos de engorde .....	15
2.3. Investigaciones relacionadas con el tema .....	18
2.3.1. Investigaciones nacionales .....	18
2.3.2. Investigaciones internacionales .....	20
2.4. Estructura Teórica y científica que sustenta el estudio .....	22
2.4.1. Sistemas automatizados en granjas de producción de pollos de engorde... ..	22
2.4.2. Proceso de crianza de pollos .....	24
2.4.3. Programación de secuencia lógica .....	30
2.4.4. Método de distribución de alimentos .....	38
2.4.5. Sistema de elevación automatizado .....	43
2.4.6. Sistema de comederos .....	48

2.4.7. Importancia de aves en buen estado .....	49
2.4.8. Enfermedades de los pollos de engorde .....	50
2.5. Definición de términos básicos .....	51
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	53
3.1. Hipótesis .....	53
3.1.1. Hipótesis General .....	53
3.1.2. Hipótesis específicas .....	53
3.2. Variables .....	53
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....	55
4.1. Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación .....	55
4.1.1. Enfoque de la investigación .....	55
4.1.2. Tipo de investigación .....	55
4.1.3. Nivel de la investigación .....	55
4.2. Diseño de la investigación .....	56
4.3. Población y muestra .....	56
4.3.1. Población .....	56
4.3.2. Diseño muestral .....	59
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	60
4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos .....	60
4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos .....	62
4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos .....	62
4.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información .....	63
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	65
5.1. Presentación de resultados .....	65
5.2. Análisis de Resultados .....	122
CONCLUSIONES .....	134
RECOMENDACIONES .....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	136
ANEXOS .....	139
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	139
Anexo 2 Matriz Operacional .....	140
Anexo 3: Formulario de los trabajadores .....	141

Anexo 4: Validación de la entrevista a los trabajadores de la granja .....	146
Anexo 5: Validación de la encuesta sobre consumo de pollos de engorde .....	147
Anexo 6: Galpón de la granja en el exterior, permite visualizar el silo .....	148
Anexo 7: Conexiones PLC del proyecto .....	149
Anexo 8: Etapas en la elaboración del proyecto .....	150
Anexo 9: Componentes del proyecto .....	151
Anexo 10: Vista frontal de los componentes .....	152
Anexo 11: Vista superior de los componentes del proyecto .....	153
Anexo 12: Visita a la granja ubicada em chincha .....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cantidades de alimentos de los pollos de acuerdo a su desarrollo.....	6
Tabla 2	Cantidades de alimentos de los pollos de acuerdo a su ciclo de vida .....	6
Tabla 3	Mejora en el tiempo de crecimiento de pollos .....	13
Tabla 4	Posibles causas de deformaciones en los pollos de engorde.....	50
Tabla 5	Población y muestras Pre y Post-test .....	57
Tabla 6	Técnicas e instrumentos .....	60
Tabla 7	de criterios de validez y confiabilidad .....	62
Tabla 8	Descripción de procesamiento de análisis de datos .....	64
Tabla 9	Cuadro de tiempos en el proceso de alimentación.....	82
Tabla 10	Cuadro de tiempos en el proceso de alimentación automatizado .....	92
Tabla 11	Control de desperdicios durante una campaña .....	95
Tabla 12	Desperdicios totales al final de una campaña .....	96
Tabla 13	Cantidad de alimento balanceado que consume un pollo promedio .....	100
Tabla 14	Cantidad de alimento balanceado que consume un pollo promedio .....	101
Tabla 15	Control de mortalidad de una campaña de la granja.....	103
Tabla 16	Control de mortalidad de una campaña de la granja.....	107
Tabla 17	Resumen de resultados.....	108
Tabla 18	Costo total de trabajadores a prescindir .....	109
Tabla 19	Ahorro anual en desperdicios por galpón .....	110
Tabla 20	Disminución de muertes con la propuesta de mejora .....	111
Tabla 21	Utilidad Neta por pollo criado .....	111
Tabla 22	Total de ahorro en mortalidad.....	111
Tabla 23	Ahorro total anual .....	112
Tabla 24	Flujo económico de la solución propuesta.....	113
Tabla 25	Reporte de capacidad y tiempo .....	117
Tabla 26	Reporte de las entradas de la simulación .....	117
Tabla 27	Reporte de simulación.....	119
Tabla 28	Reporte de entradas y consumo de alimentos .....	120
Tabla 29	Prueba de normalidad de tiempo de distribución del alimento Pre-test.....	124
Tabla 30	Prueba de normalidad de tiempo Post-test de la distribución del alimento ...	124

Tabla 31	Prueba de muestras relacionadas del tiempo de distribución	125
Tabla 32	Estadísticos descriptivos del tiempo actual	126
Tabla 33	Estadísticos descriptivos del tiempo mejorado	126
Tabla 34	Prueba de Normalidad al desperdicio de alimento Pre-test	127
Tabla 35	Prueba de Normalidad al desperdicio Post-Test	128
Tabla 36	Prueba de muestras relacionadas del desperdicio	128
Tabla 37	Estadísticos descriptivos del desperdicio actual	129
Tabla 38	Estadísticos descriptivos del desperdicio mejorado	129
Tabla 39	Prueba de Normalidad a la mortalidad actual de pollos de engorde Pre-Test	130
Tabla 40	Prueba de Normalidad a la mortalidad de los pollos de engorde Post-Test	131
Tabla 41	Prueba de muestras relacionadas a la mortalidad	132
Tabla 42	Estadísticos descriptivos de mortalidad actual	132
Tabla 43	Estadísticos descriptivos de mortalidad mejorada	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva de crecimiento de los pollos con una correcta alimentación.....	3
Figura 2 Flujograma del proceso de distribución de alimento .....	4
Figura 3 Gráfico de acuerdo al crecimiento de los pollos con una correcta alimentación	5
Figura 4 Altura del plato de campana del pollo de acuerdo a su desarrollo .....	7
Figura 5 Evolución de la automatización industrial.....	15
Figura 6 Evolución de comederos para pollos de engorde .....	17
Figura 7 Último modelo de comedero para pollos de engorde .....	18
Figura 8 Sipoc Mapa de Procesos de crianza de pollos .....	28
Figura 9 Flujograma del proceso de crianza de los pollos de engorde .....	29
Figura 10 TIA Portal .....	32
Figura 11 Integración de las aplicaciones en un minuto de interfaz .....	33
Figura 12 Abrir TIA Portal .....	34
Figura 13 Configuración de dispositivo.....	34
Figura 14 Agregar dispositivo al TIA Portal .....	35
Figura 15 Agregar dispositivo al TIA Portal .....	36
Figura 16 Búsqueda del CPU en TIA Portal.....	36
Figura 17 Búsqueda del CPU en TIA Portal.....	37
Figura 18 Comenzar programación en TIA Portal.....	38
Figura 19 Electroválvulas 5/2 .....	41
Figura 20 Cilindro de doble efecto .....	42
Figura 21 Sensores magnéticos.....	42
Figura 22 Sensores magnéticos.....	43
Figura 23 Extremo de los cables .....	46
Figura 24 Componentes de los cables.....	46
Figura 25 Contrapeso .....	47
Figura 26 Estiba .....	48
Figura 27 Sistema de alimentación de pollos.....	49
Figura 28 Ishikawa de tiempo de distribución .....	67
Figura 29 Ishikawa de desperdicios .....	68
Figura 30 Ishikawa de mortalidad.....	68

Figura 31 Gráfico sobre género de las personas entrevistadas .....	70
Figura 32 Gráfico sobre edades de las personas entrevistadas .....	71
Figura 33 Gráfico sobre estado civil de las personas entrevistadas .....	71
Figura 34 Gráfico sobre habitantes dentro del hogar .....	72
Figura 35 Gráfico sobre el tipo de carne que más consumen en casa .....	73
Figura 36 Gráfico sobre si la persona entrevistada consume pollo .....	73
Figura 37 Gráfico sobre la frecuencia de consumo de pollo .....	74
Figura 38 Gráfico sobre el factor determinante para la elección del pollo .....	75
Figura 39 Gráfico sobre las cualidades organolépticas .....	76
Figura 40 Gráfico sobre el atributo frescura del pollo .....	77
Figura 41 Gráfico sobre el atributo ausencia de químicos de pollos .....	78
Figura 42 Gráfico sobre el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos .....	79
Figura 43 Gráfico sobre el atributo contenido nutricional de pollos .....	80
Figura 44 Galpón 1 al inicio de la campaña de crianza .....	83
Figura 45 Galpón 3 al inicio de la campaña de crianza .....	83
Figura 46 Proceso de la automatización del sistema .....	84
Figura 47 Segmento 1 programación de secuencia lógica de inicio .....	86
Figura 48 Segmento programación de secuencia lógica de inicio .....	86
Figura 49 Segmento 3 programación de secuencia lógica de inicio .....	87
Figura 50 Segmento 4 programación de secuencia lógica de inicio .....	87
Figura 51 Segmento 5 programación de secuencia lógica de inicio .....	88
Figura 52 Segmento 6 programación de secuencia lógica de inicio .....	88
Figura 53 Segmento 7 programación de secuencia lógica de inicio .....	89
Figura 54 Segmento 8 programación de secuencia lógica de inicio .....	90
Figura 55 Segmento 9 programación de secuencia lógica de inicio .....	90
Figura 56 Segmento 10 programación de secuencia lógica de inicio .....	91
Figura 57 Segmento 11 programación de secuencia lógica de inicio .....	91
Figura 58 Desperdicios caídos del Silo .....	97
Figura 59 Desperdicios al verter el alimento balanceado en el comedero .....	97
Figura 60 Proceso de optimización de la distribución de alimentos .....	98
Figura 61 Vista frontal de prototipo .....	99
Figura 62 Proceso de elevación del sistema de alimentación .....	105
Figura 63 Modelo actual en el software ProModel Lunes 7 am .....	114

Figura 64 Modelo actual en el software ProModel Lunes 10 am .....	115
Figura 65 Modelo actual en el software ProModel Lunes 4 pm .....	115
Figura 66 Reporte de simulación actual de la distribución de alimento .....	116
Figura 67 Modelo de mejora en el software .....	118
Figura 68 Modelo de mejora en el software ProModel en proceso .....	119
Figura 69 Pantalla del proceso en TIA PORTAL .....	120
Figura 70 Vista frontal del diseño del casco en SolidWorks .....	121
Figura 71 Vista superior del diseño del casco en SolidWorks .....	121
Figura 72 Vista de perfil del diseño del casco en SolidWorks .....	121

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó a base del problema que se está presentando en una empresa de galpón de pollos que se ubica en chincha, este problema está generando insatisfacción para la empresa como para el cliente final, además de ello ocasiona pérdidas monetarias.

En la empresa se distribuye la comida manualmente ocasionando aumento de tiempo de distribución, desperdicios y Mortalidad, con lo cual al final el cliente queda desconforme.

Por ello se realizó una investigación donde se planteó una mejora para el proceso con la ayuda del software ProModel, con la simulación de un galpón de pollos automatizados donde se observará la reducción de estos 3 problemas que perjudica a la empresa, además permite obtener mayor ganancia. En el planteamiento se busca reducir personal y evitar contacto con los pollos.

Finalmente, con esta propuesta de mejora se logró reducir los tiempos en la entrega de comida a los pollos, se redujo a lo más mínimo el desperdicio y por último también redujo las deformaciones y por ende la mortalidad en los pollos de engorde de la granja, con lo cual se logró la satisfacción del cliente directo y se logró evitar pérdidas monetarias.

**PALABRAS CLAVES:** Reducción de tiempos, Minimizar personal, Mejora en el sistema Software ProModel

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out on the basis of the problem that is occurring in a chicken shed company that is located in chincha, this problem is generating dissatisfaction for the company itself as well as for the end customer, in addition to causing monetary losses.

In the company the food is distributed manually causing loss of time, waste and poor training, thus, thus causing discontent for the customer.

For this reason, an investigation is carried out where an improvement for the process was proposed with the help of the ProModel software, with the simulation of an automated chicken shed where the reduction of these 3 problems that the company causes and obtain more profits will be observed. The approach seeks to reduce staff, and avoid contact with chickens.

Finally, with this proposal for improvement, it will be possible to reduce the times in the delivery of the chickens, reducing the least amount of waste and finally, as it is automated, it causes a great impact on the bad formations that the chickens have, in which it does not work. to cause discontent for the direct customer and avoid monetary losses.

**KEY WORDS:** Reduction of time, Minimize personnel, Improvement in the ProModel Software system

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se muestra la situación actual de una granja de crianza de pollos de engorde que carece de efectividad en el proceso de distribución de alimento balanceado, la principal razón de estudio es reducir los tiempos de distribución, reducir desperdicios de alimento balanceado y reducir la mortalidad, para ello, se aplican herramientas y técnicas de ingeniería que permitan proveer un mejor proceso para obtener pollos saludables para los consumidores.

En el capítulo I se detalla el planteamiento del problema principal, se describen los problemas específicos, objetivo principal, objetivos específicos, se delimita la investigación y finalmente se expone la justificación e importancia del estudio.

En el capítulo II se hace mención a antecedentes de estudio, a las bases teóricas vinculadas a cada variable y a la definición de términos básicos que en conjunto permitirán un mayor entendimiento.

En el capítulo III se describe la hipótesis, las variables a desarrollar, definición conceptual y operacional de las variables con sus respectivos indicadores.

En el capítulo IV, se expone la metodología de investigación, tipo y nivel de investigación, diseño, enfoque, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las técnicas de procesamiento y análisis de la información.

En el capítulo V se desarrolla la situación actual de la empresa, se presentan los resultados obtenidos, se aplica la metodología en estudio y se le realiza el análisis respectivo de estos describiendo el proceso actual y su mejora.

Finalmente se presenta la verificación de hipótesis, simulación de proceso, hipótesis, conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1 Descripción del problema**

La nutrición y el consumo de alimento en los pollos de engorde es vital para un correcto crecimiento, desarrollo y fortalecimiento de este, además garantiza que el pollo se encuentre en perfectas condiciones cuando sea llevado al comercio. La correcta alimentación de pollos de la primera y la última semana de vida es muy importante para la producción de un nuevo lote. Primero porque sumando los dos periodos, pueden representar hasta 40% del periodo total de crianza, es decir la alimentación tiene un gran valor y aporte en la crianza total del pollo.

Cada fase tiene sus características importantes. En la primera semana el pollo es preparado para su máximo desarrollo a futuro. Cualquier restricción o mala distribución en esta fase, comprometerá el rendimiento final de los animales. Esto ocurre porque es en esta fase cuando se desarrollan la estructura de digestión, absorción, permitiendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes en las siguientes fases, esta fase es muy importante para la uniformidad final del lote de pollos.

Todos los técnicos y productores conocen la importancia y el impacto en los resultados finales del peso de los pollos de engorde. Al primer día un pollo Cobb pesa aproximadamente 56 gr, a los 7 días de edad para los pollos Cobb se recomienda tener un peso de 186 g. Según la figura 1, para que un pollo Cobb logre un peso equivalente a 2,90 kg o 3 Kg. A los 42 días debe aumentar su peso 53,57 veces y mantenerse en una tasa de crecimiento promedio de 2.98 gr/hora, aproximadamente 0.0496 gr/minuto. Para obtener este espectacular objetivo de crecimiento debemos iniciar con un preiniciador formulado con ingredientes altamente digestibles.

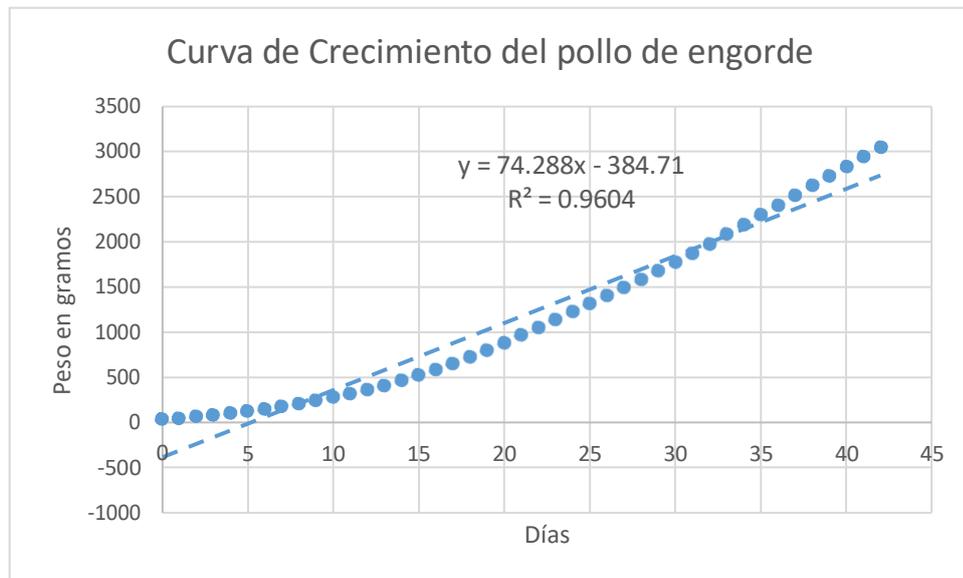


Figura 1: Curva de crecimiento de los pollos con una correcta alimentación.

Fuente: Artículo Nutrición de precisión para pollos del Ing. Joaquín A. Paulino

Actualmente en la empresa, en la cual estamos realizando el estudio se ha podido evidenciar algunas problemáticas respecto al proceso de engorde de pollos, presenta varias desventajas perjudicando al resultado final de este animal, que luego saldrá al comercio. En esta empresa se realiza la distribución del alimento de forma manual es decir el trabajador interviene constantemente con los pollos, por ejemplo, el empleado traslada el alimento, carga peso, esto ocasiona fatiga en el operario bajando así su rendimiento, pues al ser realizado de manera manual el tiempo de reparto es mayor, se presentan tiempos donde no hay distribución por el descanso que toma el trabajador.

Por ello es importante el tiempo de distribución de alimentos, ya que debe ser constante, es decir el plato nunca debe estar vacío con el fin de estimular que los pollos consuman el alimento y disminuir los desperdicios.

En la figura 2, se muestra el flujograma del proceso actual de la distribución de alimentos en un galpón de pollos de la granja en estudio.

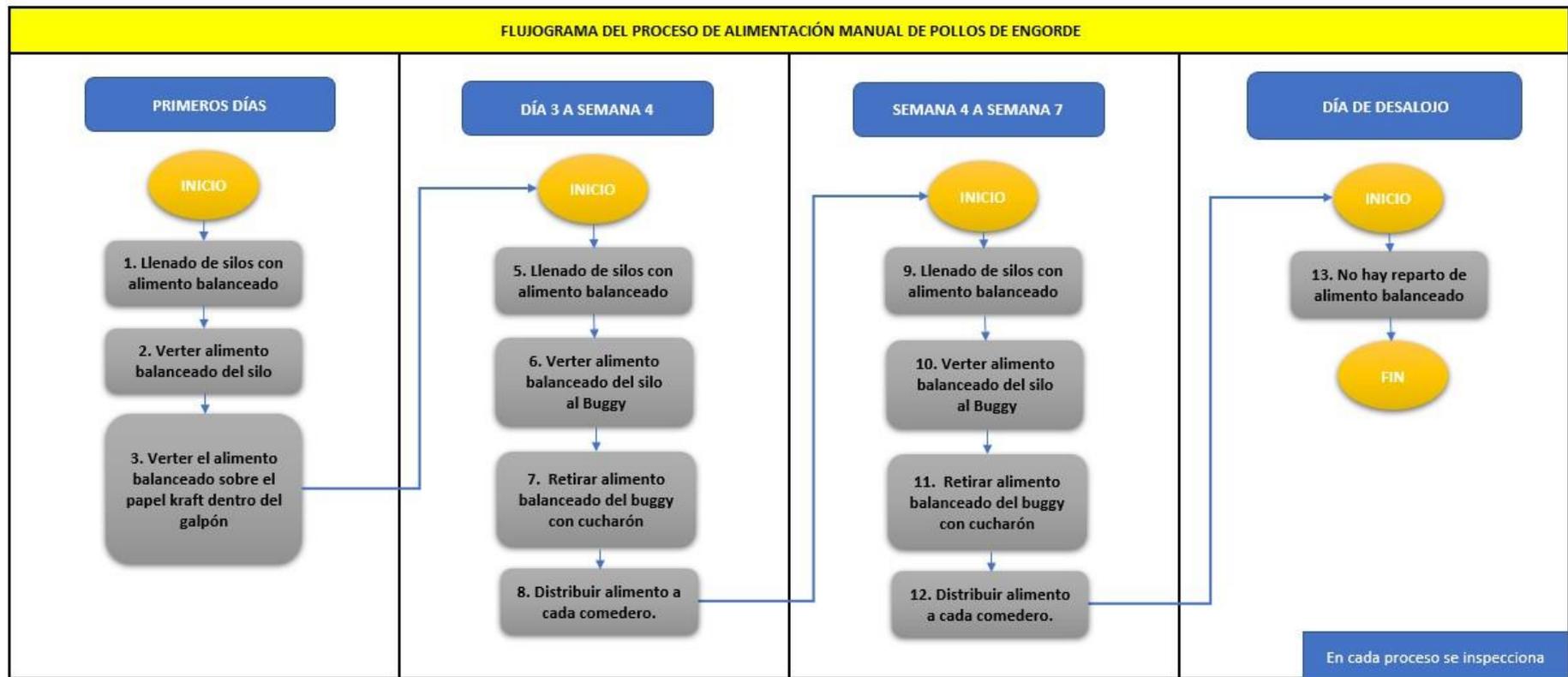


Figura 2: Flujograma del proceso de distribución de alimento de un galpón de pollos

Fuente: Elaboración Propia

Del día 1 al 7 se coloca alimento balanceado de Pre - inicio, del día 8 al 17 se coloca alimento balanceado de Inicio, del día 18 al 28 se distribuye alimento balanceado de crecimiento, del día 29 al 36 se distribuye alimento de engorde y del 37 al 42 alimento balanceado de acabado.

Esta distribución de alimento se debe respetar para un correcto crecimiento del pollo, además es importante que este reparto de alimento se dé lo más rápido posible pues sino los primeros pollos comen a una hora y los demás más alejados comen 3 horas después.



Figura 3: Gráfico de acuerdo al crecimiento de los pollos con una correcta alimentación.

Fuente: Programa de alimentación para pollos de la empresa Industria Agrosantana C.A.

Así mismo, entre otros problemas está la mala alimentación del pollo debido a que los trabajadores no depositan la ración exacta requerida, afectando así el engorde que cada animal necesita, deben ser alimentados a la hora precisa, la cantidad exacta, las veces necesarias durante el día para que puedan tener un desarrollo óptimo.

Como se visualiza en la Tabla (1) las cantidades que se deben de entregar por semana desde el inicio hasta el último día de vida del pollo para no generar desperdicios, esto debe estar en el sistema que se va a realizar de acuerdo al peso que se necesita, por ello es necesario investigar las cantidades exactas para evitar este tipo de desperdicios.

Tabla 1:

Cantidades de alimentos de los pollos de acuerdo a su desarrollo

**CONSUMOS ALIMENTOS Y PESOS-POLLOS DE ENGORDE**

EDAD	UNIDAD	GRAMOS
1.a SEMANA	PESO 130	
	GANANCIA DIARIA	12,8
	CONSUMO DIA	18 (130)*
2.a SEMANA	PESO 320	
	GANANCIA DIARIA	27,14
	CONSUMO DIA	38 (270)*
3.a SEMANA	PESO 640	
	GANANCIA DIARIA	45,71
	CONSUMO DIA	78 (550)*
4.a SEMANA	PESO 1030	
	GANANCIA DIARIA	55,71
	CONSUMO DIA	100 (700)*
HASTA EL DIA 23 SE SUMINISTRA INICIO DE AHI EN ADELANTE SE SUMINISTRA ENGORDE. SE PUEDEN RETIRAR CORTINAS		
5.a SEMANA	PESO 1500	
	GANANCIA DIARIA	67,14
	CONSUMO DIA	128 (900)*
6.a SEMANA	PESO 1980	
	GANANCIA DIARIA	68,57
	CONSUMO DIA	161 (1130)*
7.a SEMANA	PESO 2460	
	GANANCIA DIARIA	69,6
	CONSUMO DIA	195 (1368)*

Consumo total inicio/ave: 1,650

Consumo total ceba/ave: 3,400

(\*) son datos de consumo semanal

Fuente: Manual práctico de pollos de engorde del Veterinario Óscar Rentería.

Tabla 2:

Cantidades de alimentos de los pollos de acuerdo a su ciclo de vida

**GUÍA DE CONSUMO:**

Semanas días	1	2	3	4	5	6	7	Total semana	promedio semana	Total acumulado
1	11	14	18	23	28	32	35	161	23	161
2	33	36	40	45	49	52	58	313	45	474
3	63	67	72	77	82	87	92	540	77	1,014
4	98	102	108	113	118	123	128	790	113	1,804
5	136	140	144	150	153	158	162	1,043	149	2,847
6	169	173	176	180	184	186	189	1,257	180	4,104
7	192	194	196	199	201	203	204	1,389	198	5,493

Fuente Manual de manejo para pollo de engorde de la Empresa Solla Nutrición Animal S.A.

Un factor adicional muy importante es que si un operario entra a la galponera con alguna enfermedad puede matar el 50% de los pollos si están recién nacidos, entonces lo ideal siempre va a ser lograr reducir el mayor contacto con los humanos.

Por otro lado, se tiene las deformaciones que pueden causar a los pollos desde el inicio de vida mediante la alimentación, por ende, se tiene que estar nivelando gradualmente los platos de comida de acuerdo a como se van desarrollando y evitar algún tipo de deformaciones, por ejemplo, se tiene esta figura de cómo debería ser el nivel del plato de acuerdo a la altura del pollo para su alimentación y no permitir alguna deformación del pollo.

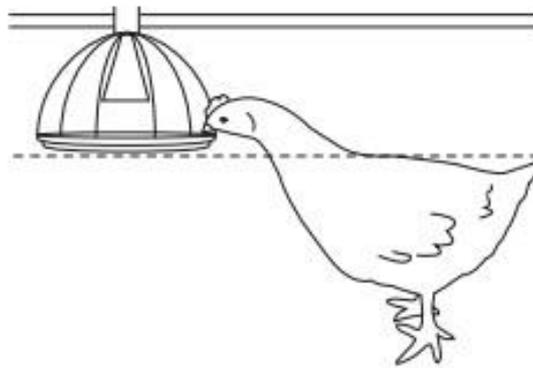


Figura 4: Altura del Plato de campana del pollo de acuerdo a su desarrollo.  
Fuente Guía de Manejo del pollo de Engorde de la Empresa Aviagen Incorporated.

El ahorro es un factor resaltante en los sistemas automatizados del rubro avícola, debido a eso, José Serrano presidente de la empresa avícola Colaves de Colombia, indicó que, en el sistema de alimentación, lograr un cambio pasando de la distribución manual o también conocida como tradicional a un sistema automatizado representa un gran ahorro, incluso de podría indicar un gran ahorro por día de 15 gramos de alimento por cada ave. Cuando el Señor José lo compara con su realidad, al contar con 240 000 aves, las cuales simbolizan una inversión de \$882.000, planteando está nueva propuesta podría lograr ahorrar alrededor de \$300 millones de pesos. Además, también tenemos a Manuel D. Sánchez quien es autor de la revista ACPA, que significa Asociación Cubana de Producción Animal, comenta sobre la importancia de las condiciones nutricionales de las aves de una granja para su crianza, pues estas cuentan con la fusión de ingredientes variados, además de una excelente elaboración de los alimentos, según la razas, especies, fases de desarrollo o estados fisiológicos

indicados; esto permite que los costos de crianza sean rentables tanto para quien produce como para quien distribuye. Con lo cual, mediante nuestro sistema de alimentación automatizado junto con un programa óptimo de alimentación para los pollos, la empresa podría reducir sus costos y mejorar la calidad de pollo enviado al comercio.

## 1.2 Formulación del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cómo mejorar el proceso de crianza industrial de pollos mediante el diseño y simulación de un sistema de alimentación automatizado?

### 1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cómo mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde?
- b. ¿Cómo reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde?
- c. ¿Cómo reducir la mortalidad en pollos de engorde?

## 1.3 Objetivo principal y específicos

### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar y Simular un sistema de alimentación automatizado para mejorar el proceso de crianza industrial de pollos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la programación y secuencia lógica del sistema automatizado para mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.
- b. Establecer un método de distribución para reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.
- c. Integrar un sistema de elevación para reducir la mortalidad de los pollos de engorde.

## 1.4 Delimitación de la investigación: temporal y espacial

### a. Delimitación temporal

El tiempo de estudio está comprendido de un año, comenzando desde julio 2020 hasta junio del 2021.

### b. Delimitación espacial

La recolección y el proceso de información se desarrollará en un galpón de pollos de engorde de una empresa avícola, ubicada en Chincha.

## 1.5 Importancia y justificación del estudio (aporte, contribución)

### 1.5.1 Importancia

“Toda investigación está orientada a la resolución de problemas; por consiguiente, es necesario justificar, o mostrar, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, se debe determinar su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad” (Bernal, 2010, p.106). Asimismo, se busca demostrar exponiendo nuestras razones en la justificación, que el estudio en cuestión es relevante y totalmente necesario.

El presente trabajo podría beneficiar a la empresa a través del diseño y simulación de un sistema automatizado para la distribución de alimentos en pollos de engorde, dentro de una organización es muy importante reducir tiempos y costos para que logre la máxima rentabilidad. La alimentación es en lo que más se invierte para criar pollos, pues debe tener los nutrientes necesarios, además que representa el 70% de los costos. Una buena distribución del alimento nos permite contar con aves con el peso ideal, con buen estado de salud y además que su carne sea de calidad y gustosa, además tendría una incrementación en sus ganancias y alcanzaría una estabilidad económica.

### 1.5.2 Justificación

#### a. Teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar reflexión debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (Bernal, 2010, p.106).

El presente trabajo de investigación se apoya en información formal y científica de libros y tesis nacionales e internacionales con propuestas de automatización validados y necesarios para desarrollar una investigación eficiente. De este modo se ampliarán conocimientos y se podrán emplear nuevas técnicas sobre tiempos de distribución de alimentos, desperdicios de insumos y deformaciones de los animales en la crianza industrial de pollos.

b. Práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010, p.106).

Este trabajo de investigación beneficiará a la empresa diseñando y simulando una gran mejora en cuanto a los tiempos de distribución de alimento y reducción de desperdicio de este, de esa manera la empresa abastecerá en un tiempo adecuado todos los platos y bebederos del galpón, reduciendo tiempos y costos; así mismo, se añadirá un sistema de elevación que permitirá prevenir deformaciones en los pollos obteniendo así pollos de calidad para el comercio.

c. Metodológico

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (Bernal, 2010, p.107).

En el aspecto metodológico el presente estudio se justifica, por cuanto en primer orden, se desarrolla, todo su contenido, siguiendo la secuencia metodológica establecida por el método científico; así mismo, la propuesta dada de diseño y de simulación de un sistema alimenticio automatizado exclusivo para la crianza industrial de pollos será planteada de acuerdo a la metodología establecida para dicho fin, así como se utilizarán ciertos instrumentos y/o técnicas para la recolección de información y datos con respecto a procedimientos y métodos definidos.

d. Social

“La relevancia social debe responder a una serie de preguntas que en resumen determinen el alcance o proyección social que tiene la investigación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.40).

El presente trabajo permitirá a la empresa obtener una guía acerca de un sistema automatizado para el proceso de alimentación en un galpón de pollos que le permitirá el ahorro en tiempos y costos, además se podrán resolver dudas e implementar nuevas mejoras para su centro laboral, se beneficiará a los proveedores pues generará mayor demanda de compra, por otro lado, también beneficiará a los clientes pues obtendrán pollos de excelente calidad para la venta.

e. Económica

Según Bernal (2010): “Es fundamental que los propósitos de la empresa o sus gestores profesionales definan de manera clara y previa que objetivos y metas se tienen que alcanzar, por lo que se refiere a la mejora del nivel de beneficios de la posición competitiva o la valoración de las acciones de la empresa en el mercado de valores” (p.106).

Desde el punto de vista económico, el presente estudio beneficiará a la empresa diseñando y simulando un sistema de alimentación automatizado para la crianza industrial de pollos, la cual permitirá tener como objetivo reducir costos; además de permitir una gran mejora de la distribución del proceso alimenticio generando menos desperdicios de insumos lo cual representa ahorro.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco histórico

#### 2.1.1 Apuntes históricos sobre la avicultura en el Perú

“El crecimiento de la industria avícola se inicia a partir de la década de los 60s siendo su desarrollo especializado y diferenciado para uno de los procesos. La incubación y la granja de reproductores estaban en manos de algunos empresarios, siendo distintos los propietarios de las granjas de engorde y los de la elaboración de alimentos balanceados. A fines de esta época la edad de venta de pollo era 70 días con un peso vivo de 1.9 kg. Incrementó el consumo per cápita a 1.8kg de carne de pollo/año. Un factor que contribuyó a la ampliación de producción de pollos, dado que podían ser criados en espacios relativamente pequeños y por la necesidad de tener proteína barata para consumo del poblador, fue el proceso de Reforma Agraria, que afectó a la agricultura y a la ganadería extensiva del país”. (Realidad y problemática del sector pecuario, p. 2).

“Es a partir de 1980 y como resultado de mejores niveles de eficiencia productiva y de mayor capacidad adquisitiva que el consumo avícola se incrementa drásticamente (21, 27 y 12% para el periodo 80/82). Alcanzando un consumo per cápita de 8.3 kg de pollo/año. Sin embargo, una nueva crisis al final del año 1988 afectó drásticamente al sector avícola. En 1990 los indicadores productivos logrados son comparables con los países tecnificados, sin embargo, nuestro sistema de comercialización y distribución se mantenía muy atrasado, el 75% de los pollos eran beneficiados y vendidos en forma artesanal, fomentando el comercio informal, alta intermediación, especulación de precios, contaminación sanitaria y otros. Por estos años el consumo de pollo llegaba a los 11.4kg/año, la edad de venta, alrededor de 50 días y el peso vivo 2.300 kg” (Realidad y problemática del sector pecuario, p. 3).

A continuación, en la Tabla 3 podremos observar la optimización de tiempo en el crecimiento de los pollos.

Tabla 3

Mejora en el tiempo de crecimiento de pollos

Días de crecimiento	Kg / año
112 días (46 semanas)	2 Kg (1955)
70 días (10 semanas)	2 Kg (1960)
57 días (8.2 semanas)	2 Kg (1970)
49 días (7 semanas)	2 Kg (1985)
44 días (6.2 semanas)	2 Kg (1990)
42 días (6 semanas)	2 kg (1999-actualidad)

Fuente: Realidad y Problemática del sector pecuario, P.3

Dado el crecimiento económico del país a inicios de la década de los 90s, este repercutió en el desarrollo de la industria avícola a base de financiamiento bancario, pero el sector se ve afectado por ingresar a una economía de libre mercado, ya que el estado era el único autorizado para importar insumos, liberando las importaciones sin considerar las distorsiones perjudiciales y la equidad en el intercambio comercial. Se comienza a aplicar el impuesto IGV a los productos avícolas, aumentando los precios con la consecuente drástica reducción del consumo de pollo (-30%).

“A fines de la década de los noventa se alcanza un consumo per cápita de 21,5kg de carne de pollo/hab./año, la edad de venta baja a los 50 días y el peso vivo alcanza niveles de 2.5 kg producto de uso de líneas genéticas de alto rendimiento, así como de procesos tecnológicos y productivos mejorados” (Realidad y problemática del sector pecuario, p. 4).

### 2.1.2 Evolución de la automatización industrial

Como la tecnología ha avanzado tanto hoy en día, y se ha desarrollado logrando innovar en tantos aspectos, hoy también podemos ver grandes avances de la tecnología con respecto a procesos industriales, lo cual da pie a que muchas empresas estén tomando la decisión de incluir este tipo de procesos de producción que son en la mayoría de casos mucho más seguros, competitivos y obviamente eficientes.

La evolución de la automatización industrial, dio inicio con el primer transistor en 1947 llegando hasta la actualidad con nuevas invenciones como fabricas digitales, la simulación virtual y el PLC, los cuales son muy utilizados en el mercado hoy en día.

- En el año 1947 se desarrolló el primer transistor en los laboratorios de Bell, el cual fue un descubrimiento gracias a los físicos John Bardeen, Walter Brattain y William Shokkley.
- Fue en el año 1952 que Heinrich Grünebaum desarrolló el motor Alquist. Fue el mejor invento para impulsar los motores controlados.
- Luego de 7 años, en 1957 de obtuvo la primera herramienta de maquinado controlada por computador. Fue el primer controlador Simatic en un torno capstan presentado en la feria EMO de París. Pero hasta ente momento se entendía que todo esto se pudo lograr gracias al cableado.
- En 1967 fue que se presentó el primer motor de corriente de jaula de ardilla de tres fases infinitamente variable de producción masiva. Algunos años después AMK realiza otra innovación, la cual daba la posibilidad de que varios motores de tres fases fueran operados con total sincronización.
- Un año después (1968), desarrollan por primera vez un PLC, el cual comenzó con el control Industrial Modular de Dick Morley.
- 10 años después, hubo una gran innovación con respecto a la maquinaria. Las que se tenían hasta ese momento eran demasiado grandes y por lo tanto eran muy pesadas. Cuando se introduce una nueva programación CNC se observó un proceso notable.
- En el año 1987, se logró evidenciar que el PC no solo era un recolector de datos para un sistema de control, sino que podía aportar más beneficios o soluciones y así fue como comenzó la participación de PC en la automatización.
- En el año 1997 es cuando la automatización se sigue desarrollando convirtiéndose en un control inteligente y descentralizado, pero que cuenta con componentes de control para poder relacionarse con otros mediante Ethernet industrial. En esta época también se plantearon con mayor esfuerzo la fábrica digital y el comisionamiento virtual, es decir los

productos digitales se combinan con la automatización, además de que muchos programas de control para procesos de producción que fueron implementados tuvieron como base la simulación de ellos.

- Finalmente, en el año 2004, se descubre en un chip la operatividad del famoso PLC.

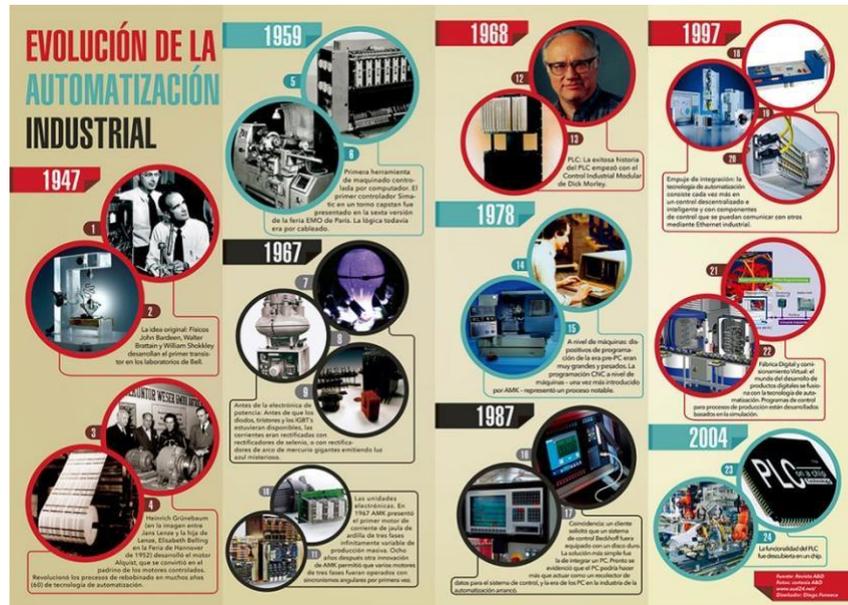


Figura 5: evolución de la automatización industrial  
Fuente: [www.reporteroindustrial.com](http://www.reporteroindustrial.com)

## 2.2 Evolución de equipos para alimentación de pollos de engorde

La gran producción de proteína animal en Brasil es un referente mundial, ya que pocos son los países que tienen condiciones cercanas a Brasil para la producción de carne, reconocidos internacionalmente como “El granero del mundo”. Esto se debe a la tierra fértil, la disponibilidad de agua, el clima favorable, apoyos del gobierno, las tecnologías empleadas y la gente trabajadora. La evolución en genética, las buenas prácticas sanitarias, el nivel estructural y tecnológico de las granjas, las buenas prácticas de manejo, el ofrecer un ambiente interno adecuado de acuerdo con las necesidades de los pollos, exigieron que se buscara una evolución tecnológica de los equipos principalmente con respecto a los platos automáticos.

En lo que respecta a la producción de pollos de engorde, todo el mundo debe tener claro que entre el 60 y el 70% del costo de producción está directamente relacionado con la alimentación, es decir, la dieta que se le proporciona al ave durante su fase de: iniciación, crecimiento y engorde. Esto significa que es fundamental contar con

excelentes formulaciones para buscar el mejor desempeño del pollo, donde la Conversión Alimenticia “CA” debe de ser la mejor posible.

Pero eso, por sí solo no es suficiente, es necesario cuidar en todo momento que los granos proporcionados tengan la calidad y todos los nutrientes en él para que sean absorbidos por el ave en su totalidad. La evolución tecnológica es visible y aplicada en miles de casetas avícolas con diferentes diseños y estándares.

El mayor ejemplo está representado por el sistema de alimentación de los pollos, no es difícil recordar que hace 35 años se alimentaban las aves a través de comederos de canaleta, unos años más tarde cambiamos al sistema de comederos tubulares.

- Hacia el año 1990, se inició la instalación de comederos con sistemas helicoidales y distribución de pienso en los platos donde en su mayoría eran de forma redondeada. En ese momento, y durante muchos años, todas las empresas fabricantes de equipos diseñaban platos de diámetro de 32 cm de diámetro y una circunferencia de 100 cm; platos con rejillas o sin rejillas; donde todos con modelos de platos automáticos eran de ajuste individual.
- Por el año 2000 aparecieron platos más grandes de forma ovalada y otros circulares, pero de mayor diámetro 35.50 cm, y algunos de ellos eran de ajuste colectivo mediante un cable.



Figura 6: Evolución de comederos para pollos de engorde

Fuente Sephnos

Preocupados por el resultado final, eficiencia alimenticia y kilogramos de carne producidos por m<sup>2</sup> y sintiendo la necesidad de mejora, el Grupo Corti de Italia, representado en Brasil por Corti Avioeste, ha dedicado miles de horas en investigación e invertido en generar nuevas tecnologías, para tener una entrega más eficiente de alimento para los pollos de engorde. Las inversiones en investigación y desarrollo “R&D”, se dirigieron fuertemente al sistema de alimentación, después de todo, 60 a 70% del costo de producción pasa por él.

- En la última década Corti coordinó nuevos e innovadores desarrollos que mejoraron el concepto de espacio por ave en cada plato, pero el diámetro del plato se redujo a 19 cm y se simplificó su diseño. Resultado de muchos estudios e investigaciones teniendo en cuenta innumerables factores, entre ellos la evolución genética, la nutrición y el manejo; llegamos a un nuevo plato, el modelo de Plato denominado “Sintesi”.



Figura 7: Último modelo de comedero para pollos de engorde  
Fuente Sefnos

Este plato realmente rompe paradigmas. Las principales ventajas de este plato son: Las activaciones frecuentes del plato control favorecen el consumo de alimento de forma continua; hay una gran competencia por el área de alimentación por lo que el pollo está muy estimulado a comer; el pequeño volumen de alimento en el plato

ofrece alimentos siempre limpios y nuevos; además, por supuesto, los pollitos acceden fácilmente a él, desde el primer día.

Actualmente, el Plato “Sintesi”, ya ha consolidado su contribución a la obtención de excelentes resultados tanto en peso, en CA e uniformidad y lo confirman los índices alcanzados por los avicultores. (Sephnos S.A, 2020)

## 2.3 Investigaciones relacionadas con el tema

### 2.3.1 Investigaciones nacionales

Rubio y Fanzo (2016) en su tesis para optar el título de Administrador, titulado plan de negocio para la instalación de una granja avícola de pollos ecológicos, presentada en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, consideró como objetivo determinar la factibilidad para la implementación de una granja avícola de pollos ecológicos mediante la asociación de productores individuales criadores de pollo criollo en el distrito de Lambayeque.

El estudio trabajó una población 397215 pollos y muestra de 79443 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos con análisis documental del Registro del archivo Excel “Venta de pollo anual”, “Costo de implementación de granja”, con un diseño metodológico correlacional.

Como conclusión principal el estudio de los tesisistas es implementar una granja avícola de pollos ecológicos, que con ayuda de la información de la empresa donde se realizó el estudio se logró comprobar la factibilidad monetaria que se obtiene al realizar ese proyecto, donde asciende a s/. 379,806.63, de los cuales 243,316.63, serán en aporte propio y 136,490.00 serán financiados.

Bethy Chuqui huaccha y Federico Pucuhuayla (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, titulado Sistema de alimentación para la automatización del control y monitoreo de la producción en la granja avícola, presentada en la Universidad César Vallejo, consideró como objetivo demostrar que mediante la simulación de la automatización del proceso de alimentación solida se incrementará la productividad en la avícola Ají Seco S.A., El estudio trabajó una población 94215 pollos y muestra 383 pollos, utilizó técnica e instrumentos para

recolectar datos como entrevista y observación directa, con un diseño metodológico descriptivo.

Como conclusión principal, se determinó que gracias a la simulación de un diseño automatizado en el proceso de alimentación sólida se logró disminuir las horas – hombre de trabajo, con tiempo inicial de 480 horas-hombre de trabajo al mes en un proceso manual (actual) a una disminución de 15.57 horas-hombre de trabajo al mes utilizando el sistema automatizado, lo que significaría un ahorro de tiempo de 464.43 horas-hombre de trabajo en cuanto a la realización de esta actividad.

Abad, Paredes, Serrano y Zamora (2017) en su tesis para optar el grado de Magister de Administrador, titulado Creación de un activo financiero para la inversión en galpones automatizados, presentada en la Universidad Esan, consideró como objetivo contribuir a mejorar los procesos de producción avícola, y reducir los costos de mano de obra, incentivando a los productores a acceder a la automatización y tecnificación de sus galpones tradicionales, a través de una estructura de financiamiento, que les permita adquirir los equipos a mediano y largo plazo necesarios. El estudio trabajó una población de 10 000 pollos y muestra de 2000 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos el análisis documental y una entrevista al personal, con un diseño metodológico Aplicativo.

Como conclusión principal con la información recolectada se logró obtener ganancias al invertir en automatizar un galpón de pollos, reduciendo el costo de mano de obra.

Jaime, Florian y Eliza Belén (2018) en su tesis para optar el grado de Bachiller de Administrador de empresas, titulado Propuesta de implementación de galpones automatizados para mejorar la calidad y la productividad de aves de corral en las granjas de la empresa AVIVEL SAC en la provincia de Cañete, presentada en la Universidad UTP, consideró como objetivo mejorar la actividad productiva de la empresa AVIVEL para obtener mejores resultados en sus actividades operativas. El estudio trabajó una población de 20 000 pollos y muestra de 4000 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos la encuesta a los clientes de la empresa AVIVEL, que permitió analizar cómo está actualmente el producto y se

desarrolló una entrevista al gerente de la empresa y observación directa al realizar una visita a la granja, con un diseño metodológico Descriptiva. Como conclusión principal Avivel tiene problemas en proceso productivo, en la alimentación de las aves, temas de salubridad y bioseguridad, recolección de información y datos para el costeo. Pues la productividad actual en la empresa es de un 50%. Las mermas de alimento es los galpones son altas y no se tiene información rápida ni veraz, pues la información se recolecta de forma manual y luego es vaciado a una base de datos. Con los galpones automáticos se tendrá una productividad del 90% hasta 95% y no existirá mermas.

### 2.3.2 Investigaciones internacionales

Gustavo Egúez y Jaime Vásquez (2016) en su tesis para optar el título de Ingeniería electrónica, Titulado automatización del galpón de crianza Avícola de pollos broilers del Iasa, presentada en la Escuela politécnica del ejército en Ecuador, consideró como objetivo diseñar y simular la automatización de un galpón de crianza avícola de pollos broilers del Iasa, estudiando el galpón, diseñando un sistema automatizado de alimentación y un sistema de supervisión y control remoto que permita monitorear y operar el proceso desde las oficinas.

El estudio trabajó una población 130000 pollos y muestra de 6500 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos la observación directa, realizaron una visita a la granja y a través de análisis documental de manuales de proceso y registros del control de alimento, temperatura, mortalidad. La tesis cuenta con un diseño metodológico aplicativo.

Como conclusión principal se tiene que el sistema automatizado de un galpón de pollos permite obtener la mayor hermeticidad posible, permite obtener datos estadísticos y se ha logrado resolver problemas mecánicos como la disposición de cortinas, extractores y quemadores.

Galeano Yeli (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniero electrónico, Titulado automatización de planta avícola, presentada en la universidad distrital Francisco franco José de caldas en Colombia, consideró como objetivo diseñar e implementar un sistema automatizado para cría de pollos de engorde que beneficie a los pequeños productores avícolas, permitiendo un control de las condiciones

ambientales dentro de los galpones y así evitar pérdidas grandes o alteraciones en las condiciones del producto final.

El estudio trabajó una población 15000 pollos y muestra de 3000 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos la observación directa, por medio del conocimiento del proceso de la planta y a través de análisis documental de registros sobre funcionamiento de la planta e indicadores. La tesis cuenta con un diseño metodológico aplicativo.

Como conclusión principal se realizó un prototipo respecto a la automatización de los sistemas que proporciona agua y comida, permitiendo minimizar el estrés y tensión del ave, el galponero no tiene que ingresar con la misma frecuencia al galpón, lo cual es positivo para las aves ya que evita inconvenientes de salud y además permite que el galponero gaste menos horas del día en el cuidado de las aves. También fue notorio que la forma en la que se implementaron estos mecanismos evitó el desperdicio masivo de agua y comida.

Edgar Ortiz y Javier Pedraza (2019) en su tesis para optar el título de Ingeniero electrónico, Titulado automatización de apertura de puertas y dosificación de agua y alimentos para un recinto avícola en la mesa-Cundinamarca en Colombia, consideró como objetivo diseñar e implementar un sistema de automatización de apertura de puertas y dosificación de agua y alimentos, identificando los sensores y actuadores necesarios para la automatización.

El estudio trabajó una población 12000 pollos y muestra de 400 pollos, utilizó como técnica e instrumento para recolectar datos la observación directa en las pruebas del prototipo, por medio del conocimiento del proceso de la planta y a través de análisis documental de registros sobre funcionamiento de la planta e indicadores. La tesis cuenta con un diseño metodológico exploratorio.

Como conclusión principal se tiene que el desarrollo de un prototipo probado en campo logró dosificar el alimento y el agua para aves de corral, además de controlar la apertura y cierre de puertas según lo establecido en la programación, logrando reducir el desperdicio de alimento y agua, además de brindar un ambiente cálido para la crianza avícola.

## 2.4 Estructura Teórica y científica que sustenta el estudio

### 2.4.1 Sistemas automatizados en granjas de producción de pollos de engorde

Dentro de las granjas de crianzas de pollos de engorde podemos encontrar varios desafíos interesantes para trabajar, los médicos veterinarios que se encargan de apoyar y velar por la salubridad de los galpones comentan que el mayor desafío es la conversión alimenticia. La conversión alimenticia es la cantidad de alimento que se necesita para producir 1 kilo de pollo.

Los primeros días de vida de los pollos son un factor decisivo para determinar cómo será su rendimiento durante todas las etapas posteriores de crecimiento, ya que en etapa de inicio determina que tan rentable llegará a ser el pollo antes de ir al sacrificio. Por ello que lo primero que se debe hacer apenas los pollos lleguen al galpón es tomar agua y al consumir más agua consumen más alimento, al consumir mayor alimento obviamente adquieren mayor peso. Esta regla se tiene en cuenta durante todo el proceso de crianza de los pollos de engorde.

En el caso de que un pollo no consuma el alimento necesario de acuerdo a su edad y tampoco agua, esto generará un inconveniente grande para poder alcanzar el peso óptimo para las etapas que continúan generando un retraso y desbalance. En este punto es donde se centra el objetivo principal de los sistemas de comederos y bebederos automatizados, debido a que no son solo sistemas que evitan la distribución de alimento manual dentro de un galpón, sino que sirven para incentivar el consumo de agua y alimento para que los pollos adquieran un peso mayor.

Cuando hablamos de los sistemas de bebederos automatizados para galpones de pollo, estos están diseñados concretamente para que los pollos tomen agua de él, de esta manera se logra asegurar que se les está dando agua limpia y que se encuentre en las mejores condiciones posibles, es por ello que los bebederos siempre deben tener un filtro y una vía de dosificación para poder medicar a las aves de forma rápida y segura cada vez que sea necesario. El dar agua limpia y fresca para las aves es de suma importancia, pero no es lo único, sino también se debe tener en consideración que los bebederos deben ser instalados

a la altura correcta del pollo, por ejemplo, para pollitos de un día el bebedero niple debe ir a la altura de los ojos y para aves adultas éstas deben levantar la cabeza sin estirar el cuerpo ni las patas pues sino puede generar deformaciones, otro punto importante es que el agua debe llegar con la presión de idónea a las tuberías, además se deben ver las condiciones climatológicas según la ubicación y el tipo de ave que se desea alimentar para que haya un correcto abastecimiento.

En relación con el sistema de comedero automatizado se pueden encontrar en la industria varios modelos y marcas que permiten dispersar el alimento dependiendo del tamaño del galpón que se tenga. El sistema de alimentación automatizado suministra la comida a todas las aves. En la línea de alimentación principal: Suministra la comida desde el silo a las tolvas en el galpón. Hay un sensor de alimentación (o interruptor de límite) al final de la línea de alimentación principal, que puede controlar el motor de encendido y apagado para realizar la alimentación automatizada.

La incorporación de sistemas automatizados dentro de un galpón se considera en los casos en los que se quiere aumentar la capacidad de producción, por cuestiones de reconversión productiva por exigencias medio ambientales, para reducir costos o en definitiva mejorar la eficiencia de producción.

#### Factores importantes para los galpones automatizados

Previo a la construcción de los galpones se deberían tener en cuenta una serie de factores como:

- Lugar donde se construirá: Considerar puntos elementales como accesos, espacio para futuro crecimiento, disponibilidad de agua de buena calidad, disponibilidad de energía eléctrica, proximidad con otros establecimientos.
- Cantidad de pollos que se alojaran por galpón.
- Capacidad de reposición para esa nueva instalación.
- Si se construirá abierto o cerrado.
- Capacidad de comercialización.

En definitiva, un sistema de alimentación automatizado trae grandes beneficios para el proceso de crianza de los pollos de engorde, a continuación, veremos algunas ventajas que este nos brinda:

1. Incentiva el alto consumo del alimento, debido a que las aves tienen un fácil acceso a la comida.
2. Los comederos de un sistema automatizado trabajan a través de sensores. No se necesita de personas que estén pendientes de la distribución manual del alimento para los pollos, esto permite a mejorar la productividad y reducir gastos de mano de obra.
3. Permite el ahorro del alimento y agua, logrando así prevenir que no haya desperdicio y logra mejorar la conversión alimenticia.
4. Se puede suministrar la medicación por la línea de bebederos, a través de un dosificador de agua.
5. Brinda un nivel alto de bioseguridad, reduce el riesgo de infecciones y por ende provee un mayor bienestar a los pollos.
6. Provee eficacia en la distribución de agua y alimento obteniendo una rentabilidad mayor en los pollos de engorde.
7. Permite acrecentar la densidad poblacional de pollos de engorde dentro de un galpón, es decir libera espacio.
8. Los galponeros que se tenían normalmente en una distribución manual por galpón disminuyen; por ejemplo, en un galpón que contiene 120 000 pollos con comederos y bebederos manuales son necesarios 14 personas para poder operarla, en cambio, un galpón con la misma cantidad de pollos, pero con un sistema de alimentación automatizado, el número de galponeros se reduce a 3. (JAT, Artículo Avicultores y su entorno, 2019).

#### 2.4.2 Proceso de crianza de pollos

“La producción avícola industrial del pollo se califica por la cría intensiva y total confinamiento de pollos de desarrollo rápido (actualmente alcanzan 2,5-2,9 kg de peso en 38-42 días) y con una densidad de animales en el alojamiento cada vez más prominente, que con frecuencia supera 16 aves y 35 kg/m<sup>2</sup>”. (Flores, 2019.p.2)

La optimización de resultados dentro de una granja avícola, este entrelazado con la tecnología que éstas implementen para llevar a cabo sus objetivos; en la actual transformación de la economía digital, contar con sistemas tecnológicos que permitan efectuar las operaciones, garantiza no sólo el éxito, sino que simplifican los procesos avícolas más complejos para este sector agroindustrial.

Por lo que en una granja avícola debe suministrar a los pollos un ambiente cómodo y confortable, donde se permitirá sacar su máximo provecho productivo, contando con sistemas que desarrollen un rol fundamental en áreas como temperatura y ventilación del ambiente, alimentación y engorde de las aves para un adecuado crecimiento y desarrollo.

La cría de pollo de engorde es un proceso en el cual se deben tomar ciertas consideraciones para logra llevar a cabo las metas y obtener beneficios con la debida administración de la gestión en una granja, el control, la planificación, la organización y la simplificación.

Las ventajas que se obtiene del proceso de engorde y cría de aves se encuentran que, gracias a su adaptabilidad a los diferentes climas, no se torna difícil la producción de las mismas, sin embargo, la manera adecuada como éstas se desarrollen será un factor determinante en la rentabilidad de una empresa.

Factores importantes en la crianza y engorde

Se debe tener cuenta, que el negocio avícola puede ser muy rentable, pero esto sólo se logrará si producción consigue ejecutar un modelo óptimo de planificación con foco en la eficiencia, considerando lo siguiente:

- Espacio: Es fundamental de tener una rigurosa evaluación del espacio o granja donde se llevará a cabo el proceso de crianza.
- Raza: posteriormente, es fundamental considerar el tipo de raza que se desee criar, el ambiente como se habló al principio, los equipos

necesarios y la tecnología para manejarlos, el riesgo y control de posibles enfermedades y la alimentación.

- Alimentación: en cuanto a la alimentación, es importante conocer que el alimento que debe suministrar debe ser de calidad y balanceado, ya que de este depende el éxito del engorde, así como la calidad del agua potable que se ingieren los animales en crianza. (SofOs,2018, Art. 3 Factores importantes en la crianza y engorde de aves)

Definitivamente, es indispensable tener un conocimiento claro del proceso de crianza que se maneja en la actualidad, por ello se investigó como es el proceso de crianza del pollo en la granja del presente estudio, para ello, a continuación, se muestra el SIPOC del proceso de la crianza de pollos. El sipoc es un mapa de procesos que permite conocer y visualizar los pasos secuenciales que se dan dentro del galpón, permite identificar con claridad el proceso, establecer las entradas del proceso junto con los recursos necesarios, establecer los proveedores de estas entradas al proceso, definir las salidas del proceso y establecer quien es el cliente de cada una de las salidas obtenidas. Este diagrama se usa para proveer a quienes toman las decisiones con información crucial sobre todo el proceso, pero sin entrar en mayores detalles.

Además del Sipoc, se obtuvo el flujograma sobre el proceso de crianza completo dentro de un galpón de pollos, los diagramas de flujo son importantes porque representan visualmente el flujo de datos por medio de un sistema de tratamiento de información, en este se realiza un análisis de los procesos o procedimientos que se requieren para realizar un programa o un objetivo. El flujograma es una herramienta muy útil para la gestión de proyectos, permite conocer los procesos dentro de un único documento y sus relaciones, identificar puntos de mejora y en general, dar importancia a todos los procesos dentro de la granja en este caso puntual. El flujograma muestra cómo se lleva a cabo en la granja el proceso de crianza, cual es el orden y sus interrelaciones, muestra la secuencia e interacción de las actividades del proceso de crianza.

En las figuras 8 y 9, se puede visualizar el mapa de procesos (Sipoc) y el flujograma.

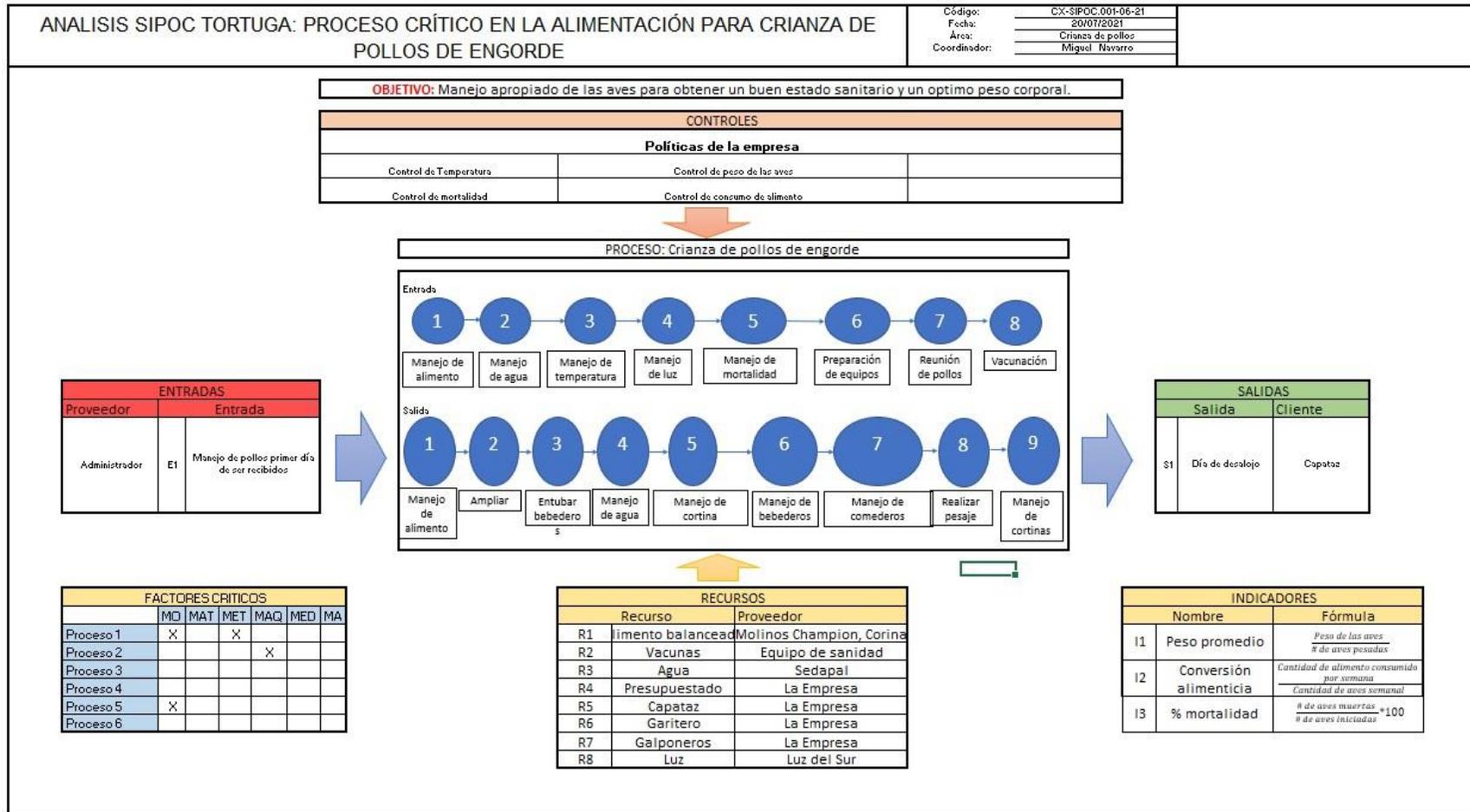


Figura 8 SIPOC – Mapa de procesos

Fuente Elaboración propia

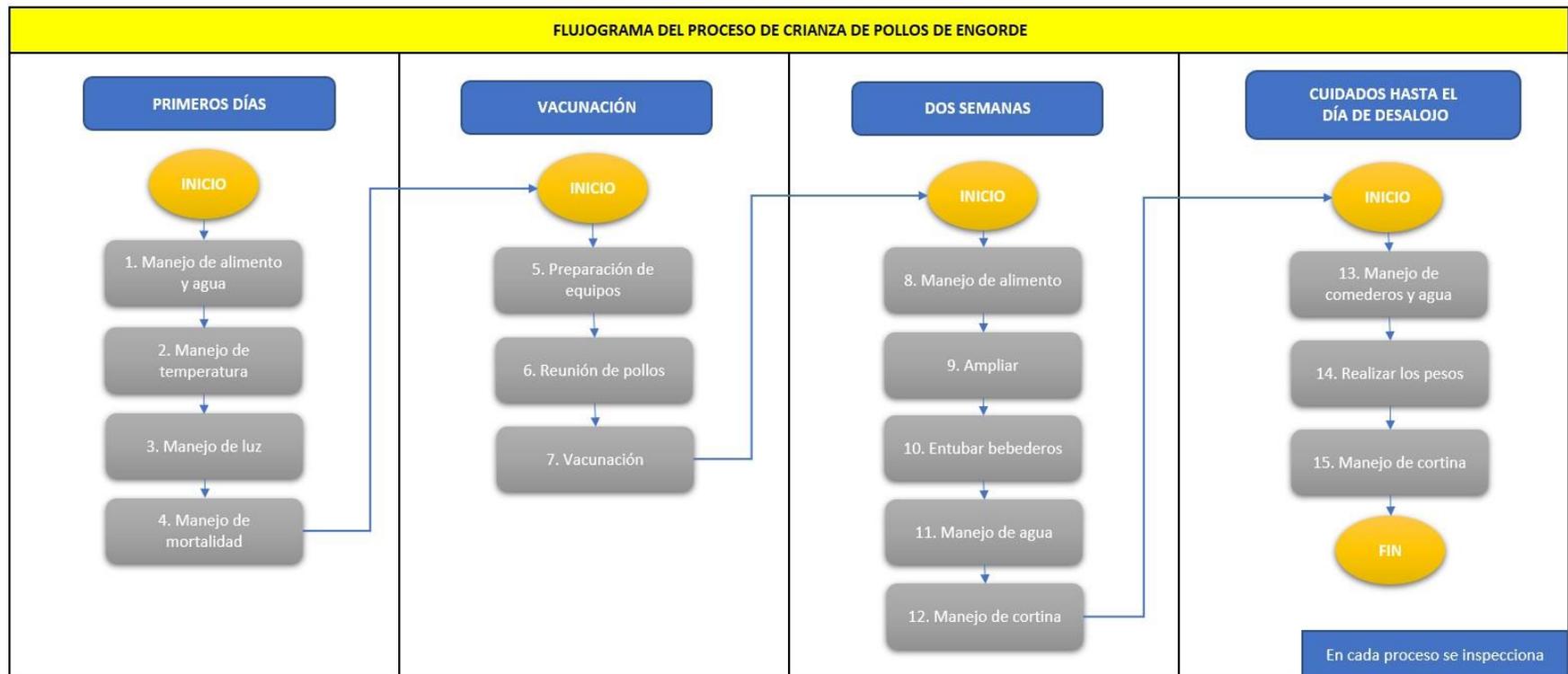


Figura 9 Flujograma del proceso de crianza de pollos de engorde

Fuente Elaboración propia

### 2.4.3 Programación de secuencia lógica

La programación es el proceso de creación de programas informáticos, donde se puede interpretar de la siguiente manera. La programación no es más que una explicación a la computadora de qué, en qué forma y cómo llegar al usuario. La idea principal es crear un algoritmo y traducirlo a un lenguaje de programación. Al guía de desarrollo se le suele aconsejar que empiece a desarrollar un programa respondiendo a la pregunta: ¿Es posible implementar esta tarea de forma programada? Por ejemplo, incluso hoy en día no se puede hacer que una computadora prediga lo que sucederá en unos días. E incluso si este ejemplo no es del todo correcto, porque esta tarea es imposible en principio. Sin embargo, si se limita la tarea a predecir el comportamiento de alguna divisa en el intercambio, tal tarea se resuelve con la ayuda de un algoritmo suficientemente complejo y una gran base de datos experimental.

- Algoritmos

Una vez que se haya tomado la decisión sobre la posibilidad de implementar el software en una tarea, es necesario construir un algoritmo para su solución. Es decir, es necesario describir la secuencia de pasos para resolver la tarea con el máximo detalle teniendo en cuenta todas las posibles ramas, ciclos y errores. De hecho, se puede construir un algoritmo para las operaciones diarias más simples. Este algoritmo no es universal, pero para una persona que se prepara una taza de té porque cuenta con una estufa de gas, es válido todo este proceso.

Hay varias formas de describir el algoritmo:

- Gráfico (esquemas).
- Verbal.
- Pseudocódigo.
- Código del programa
- Lenguajes de programación

De hecho, un lenguaje de programación es un conjunto de reglas para describir comandos y funciones predefinidas. Cada lenguaje de programación limita al desarrollador a un conjunto estrictamente predeterminado de palabras clave y comandos que pueden ser utilizados en el desarrollo. Hay varios niveles de lenguajes entre los cuales se distinguen:

De bajo nivel (ensamblador): trabaja directamente con los comandos del procesador.

De alto nivel (C++, C#, Java, etc.): es más como un lenguaje ordinario.

Durante el desarrollo de un producto de software se distingue diferentes niveles de abstracción. Es decir, los objetos del mundo real pueden ser representados de manera diferente. Dependiendo de ello, los lenguajes de programación se dividen en los siguientes tipos:

Procedimiento: se determina la solución de la tarea paso a paso, todo el sistema se divide en una serie de procedimientos relacionados.

Orientado a objetos: el programa se desarrolla como un conjunto de objetos interrelacionados, cada uno de los cuales puede generar una gran cantidad de implementaciones concretas.

Declarativo: son los lenguajes de la descripción del problema y el resultado esperado.

- Programación de la secuencia lógica

La programación se basa en colocar una serie de comandos de forma ordenada y que tienen un propósito lógico para lograr un fin. De allí sale el concepto de algoritmos, la construcción de ellos para automatizar procesos, construir piezas de software y servir de base para diferentes ciencias. Esencialmente, una secuencia lógica puede referirse a un conjunto de instrucciones que estén ejecutándose en un determinado momento. Puede ser un fragmento de código que sirva un propósito específico. Puede que una secuencia lógica sea en sí el conjunto de

instrucciones que va a ejecutar un software determinado, y a ello le llamamos secuencia lógica de instrucciones. (Hidalgo, artículo Braunly)

- TIA PORTAL (automatización totalmente integrada)

El TIA PORTAL es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Te proporciona acceso sin restricciones a una gama completa de servicios de automatización digitalizada, desde la planificación digital y la ingeniería integrada hasta la operación transparente. La nueva versión reduce el tiempo de comercialización, por ejemplo, por medio de herramientas de simulación, aumenta la productividad de tu planta a través de diagnósticos adicionales y funciones de administración de la energía y te ofrece una mayor flexibilidad conectándose con el nivel de administración. Las nuevas opciones benefician a los integradores de sistemas y fabricantes de equipos, así como a los operadores de planta. Por lo tanto, TIA Portal es la puerta de acceso perfecta a la automatización de la empresa digital. (Artículo Siemens, Portal de automatización totalmente integrada).



Figura 10 TIA PORTAL

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

- Ventajas de la integración de las aplicaciones del Software TIA Portal
 

La principal utilidad que TIA Portal ofrece es la que te permite integrar distintas aplicaciones de software industrial para procesos de producción en un mismo interfaz, lo cual facilita mucho el aprendizaje, la interconexión y la operación. Esta integración permite:

  - Ahorros de hasta 30% durante la vida útil del ciclo de producción gracias a una ingeniería simplificada,
  - Una rápida puesta en marcha,
  - Detección de errores de programación
  - Una reducción de tiempos de paradas de la planta.
  - Los errores se pueden gestionar online, lo que reduce los tiempos de parada de producción y aumenta la disponibilidad de la instalación.

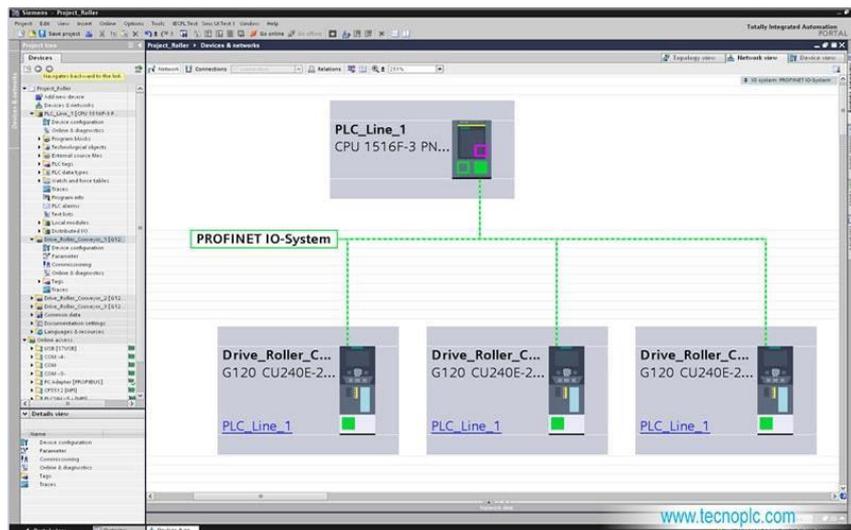


Figura 11 integración de las aplicaciones en un mismo interfaz

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

- Pasos a seguir para empezar un proyecto en TIA Portal

#### 1. Abrir TIA Portal

El primer paso es abrir el TIA Portal para comenzar la configuración. Una vez abierto, la interfaz de proyecto TIA Portal, permite seleccionar varias opciones, entre las cuales se encuentra el

“Crear proyecto” que es lo que se busca. Se debe seguir los pasos correctamente para que toda la configuración sea la correcta. Al final, se tendrá tiempo de buscar marcas libres en TIA Portal y crear todas las variables que se necesiten, pero una vez todo esté creado y compilado.

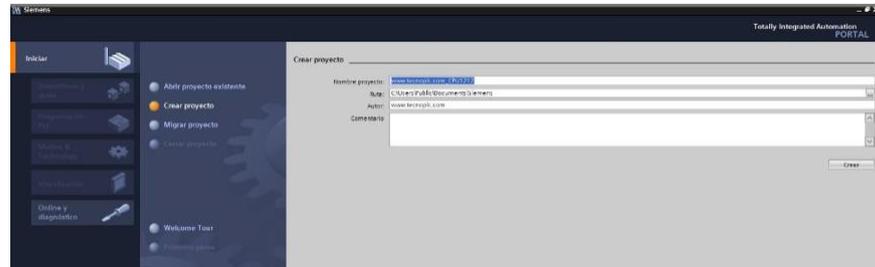


Figura 12 Abrir TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

## 2. Configurar dispositivos para proyecto TIA Portal

Por consiguiente, una vez establecida la ruta y nombre del proyecto, automáticamente el TIA Portal abre una ventana donde tiene varias opciones. En primer lugar, se tienen las opciones de “Ayuda”, “Software instalado”, “Primeros pasos”, “Migrar proyecto”, etc. Por lo tanto, en este caso lo que interesa es “Configurar Dispositivos”, dentro de la opción de “Primeros Pasos”.

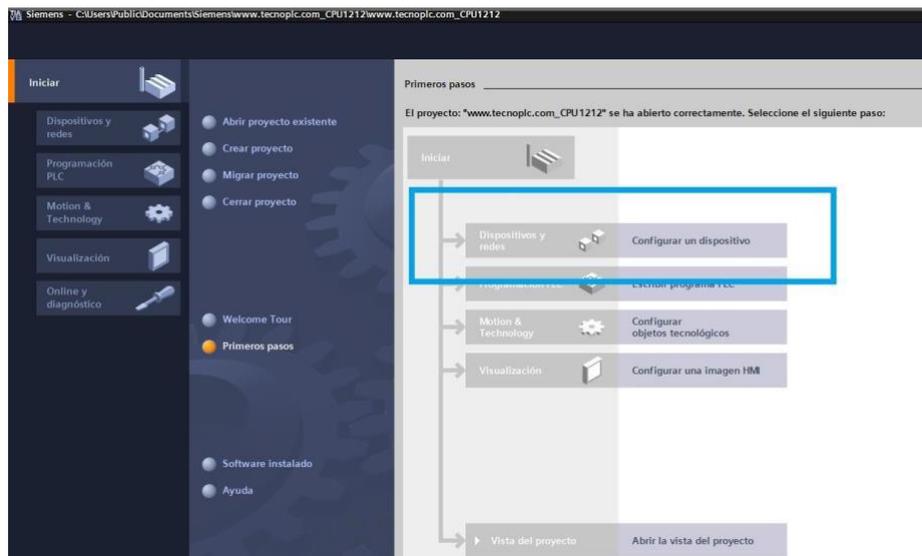


Figura 13 configuración de dispositivo

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

Como resultado aparecerá una nueva pantalla en la que se debe hacer clic en la opción de “Agregar Dispositivo”:



Figura 14 Agregar Dispositivo al TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

3. Seleccionar la CPU concreta que necesitamos para el proyecto

A continuación, aparecerán las opciones de dispositivos que se puedan agregar al proyecto y, por lo tanto, se debe buscar la referencia concreta del dispositivo. Como ejemplo, tomamos una CPU1212 DC/DC/DC, por tanto, se debe buscar ese tipo de CPU. En primer lugar, seleccionar el icono de “Controladores”, ya que se trata de un PLC lo que queremos añadir.



Figura 15 Agregar Dispositivo al TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

A partir de aquí de lo que se trata es de buscar la referencia exacta del CPU1212, que se puede ver en el lateral derecho del autómata, junto con todas las especificaciones Siemens sobre el PLC. En concreto, será la Referencia 6ES7 212-1AE40-0XB0.

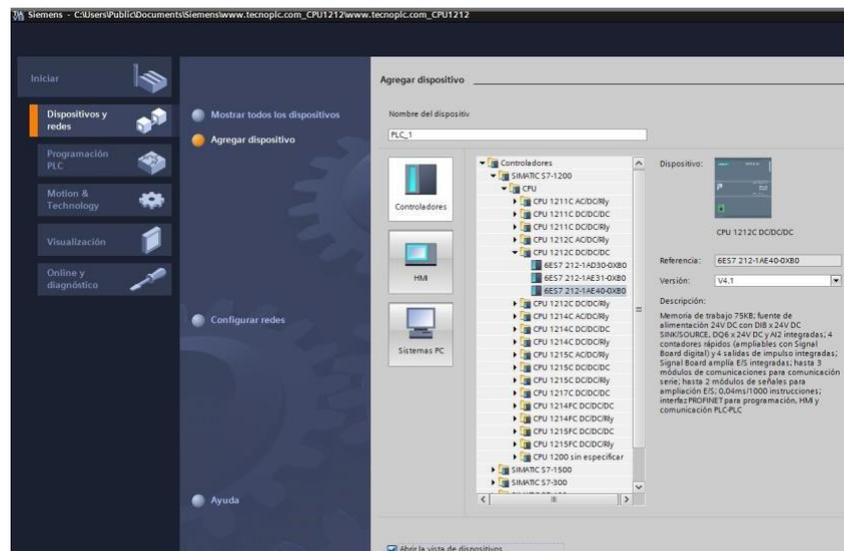


Figura 16 Búsqueda del CPU en TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

#### 4. Versión de firmware del PLC en nuestro Proyecto

Parece que un paso que no se debe olvidar es la selección de la versión de Firmware interno de la CPU que se va a programar. Siemens va actualizando Firmware para cada modelo de CPU y siempre se debe tener en cuenta ya que no siempre son compatibles unas versiones con otras muy anteriores. Ya que es un proyecto nuevo para una CPU nueva, por tanto, la opción a seleccionar es, siempre el Firmware más actual.

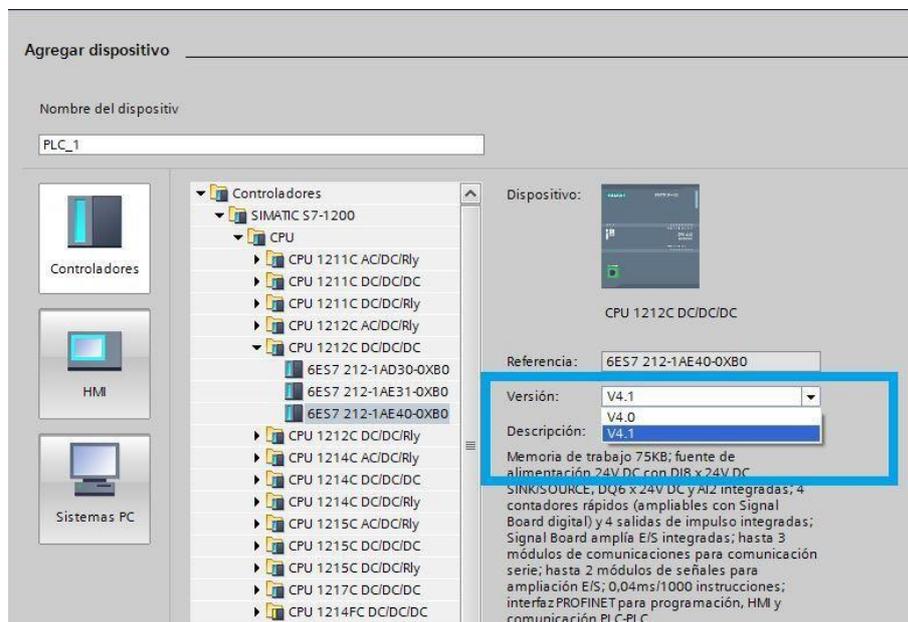


Figura 17 Búsqueda del CPU en TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

#### 5. Empezar a programar en el proyecto TIA portal

Finalmente, con todos estos pasos ya se tiene el proyecto configurado para una CPU1212 listo para empezar a programar.

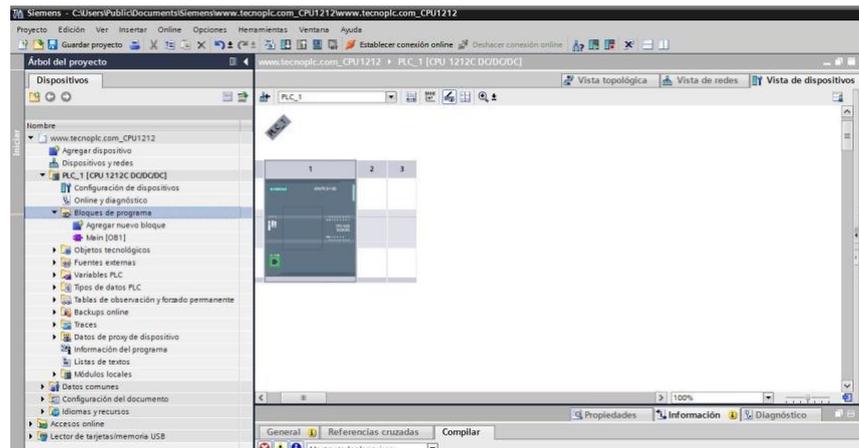


Figura 18 Comenzar programación en TIA Portal

Fuente [www.tecnopl.com](http://www.tecnopl.com)

Por lo tanto, según la imagen anterior se puede ver el árbol del proyecto donde se tiene todos los elementos con los que se puede trabajar. Dentro de “Bloques de programa” es donde se puede empezar a añadir los bloques FC, FB y datos para utilizar. Además, el “Main” que es el bloque principal del proyecto donde ya se puede empezar a insertar el código de programación.

#### 2.4.4 Método de distribución de alimentos

El método es una forma organizada y sistemática de poder alcanzar un determinado objetivo, el método se entiende entonces como una serie de pasos que se deben seguir para cumplir un objetivo. Agregar un método correcto de distribución de alimentos dentro de un galpón, permite brindar una alimentación en el momento correcto, la cantidad correcta, evitando desperdicios y por ende generando ahorros. Entonces un método exitoso es donde las aves puedan ser alimentadas de manera correcta todos los días para que la crianza sea exitosa y genere ganancias.

- La energía neumática

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Los procesos consisten en incrementar la presión del aire y

a través de la energía acumulada sobre los elementos del circuito neumático (por ejemplo, los cilindros) y efectuar un trabajo útil.

Los circuitos neumáticos básicos están formados por una serie de elementos que tienen la función de la creación de aire comprimido, su distribución y control para efectuar un trabajo útil por medio de unos actuadores llamados cilindros. Mediante un fluido, ya sea aire (neumática), aceite o agua (hidráulica) se puede conseguir mover un motor en movimiento giratorio o accionar un cilindro para que tenga un movimiento rectilíneo de salida o retroceso de un vástago (barra).

Esto, hoy en día, tiene infinidad de aplicaciones como poder ser la apertura o cierre de puertas en trenes o autobuses, levantamiento de grandes pesos, accionamientos para mover determinados elementos, etc.

- Ventajas de la neumática

Cantidad: En cualquier lugar se dispone de cantidad de aire.

Transporte: Tiene facilidad a grandes distancias a través de tuberías.

Temperatura: No se afecta por los cambios de temperatura.

Almacenamiento: Es posible almacenar en acumuladores desde el cual puede abastecer el sistema.

Seguridad: no hay riesgos.

Limpieza: no es sucia

Velocidad: el aire comprimido es un trabajo rápido

- Silo

Los silos son contenedores de distintas formas que llegan tener una capacidad de pocos metros cúbicos o de unos centenares, y que pueden ser abiertos o herméticamente cerrados; se aplican para el almacenamiento o conservación de una extensa gama de productos, bien sea granos, harinas, forraje o líquidos. El almacenamiento de granos en silos es una práctica muy frecuente y su normatividad apunta a las condiciones técnicas de los silos, para garantizar su resistencia, gracias a la presión interna de la carga y a la generada en muchos casos por la fermentación del producto. Todos los silos tienen aberturas de

Alimentación, generalmente cerca del extremo superior y, bocas de descarga en la base o a un lado. En los silos cerrados las aberturas están herméticamente selladas, pero a menudo se sitúa una válvula de compensación de presión en lo alto para facilitar el vaciado. (CISTEMA-SURATEP S.A)

- Pulsador

Un pulsador es un interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tenga presionado, es decir sin enclavamiento. Existen pulsadores NC (NC) y NA (NO), es decir normalmente cerrados y normalmente abiertos.

Los interruptores eléctricos, son dispositivos que sirven para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica. Los Interruptores, a diferencia de los pulsadores disponen de enclavamiento bien por cambio de posición y los contactos se cierran o abren según el estado del interruptor. (SHOPTRONICA)

- Motor

Los motores son artefactos cuyo propósito principal es brindar la energía suficiente a un conjunto de piezas para que estas tengan un funcionamiento adecuado y la máquina que componen pueda realizar sus actividades. Normalmente, estos funcionan con algún tipo de combustible, que puede ser natural o procesado industrialmente y se valen de la conversión de energía en otro tipo de energía con muchas más posibilidades de ser utilizada. Hoy en día, el motor es una de las invenciones más utilizadas, pues, la mayoría de los objetos que el ser humano ha creado necesita ese impulso que lo haga funcionar.

- Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o

cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. A la circular corriente por el solenoide se genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte. Las electroválvulas son más fáciles de controlar mediante programas de software. Es ideal para la automatización industrial. Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular, las electroválvulas suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden ser accionadas por medio de acciones eléctricas. También son utilizadas en vacío o hasta en altas presiones y altas temperaturas. (Artículo Distritec, 2020)



Figura 19 Electroválvulas 5/2

Fuente [www.mercadolibre.com.mx](http://www.mercadolibre.com.mx)

- Cilindros de doble efecto o pistón

El cilindro de doble vástago, es un tipo de cilindro de doble efecto. Este cilindro cuenta con dos salidas para el vástago. La fuerza es igual tanto para un lado como para el otro.

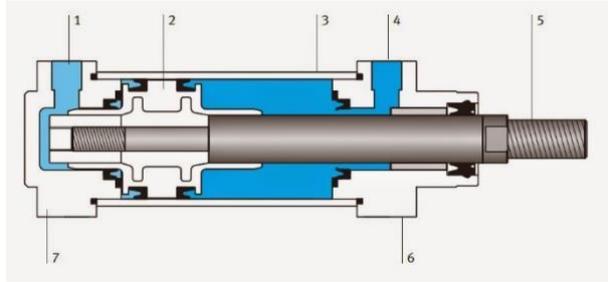


Figura 20 Cilindro de doble efecto

Fuente Elaboración propia

- **Sensores Magnéticos**

Detecta los campos magnéticos que provocan los imanes o las corrientes eléctricas, son sensores que efectúan una conmutación electrónica mediante la presencia de un campo magnético externo, próximo y dentro del área sensible. Estos sensores pueden ser sensibles a los polos del imán, o solamente a un polo de retener y liberar un objeto mientras se ejecuta.



Figura 21 Sensores Magnéticos

Fuente [www.mercadolibre.com.mx](http://www.mercadolibre.com.mx)

- **Relays**

Es un interruptor controlado mediante un circuito eléctrico que, a través de un electroimán y de una bobina, define el cierre o a la apertura de otros

circuitos. El relay funciona como un interruptor, permitiendo o negando el paso de la corriente eléctrica.



Figura 22 Sensores Magnéticos

Fuente Elaboración propia

#### 2.4.5 Sistema de elevación automatizado

Los sistemas de elevación comprenden todos aquellos elementos para el desplazamiento vertical de cargas o productos por necesidades productivas.

Aunque existen muchas soluciones para elevar cargas o productos, los sistemas automatizados de elevación que se integran dentro de un espacio de trabajo están formados normalmente por una plataforma que se desplaza a través de unas guías verticales o columnas, con mecanismos para realizar los movimientos de subida y bajada. Estos sistemas de elevación son motorizados para cualquier necesidad y sector, aportando soluciones sencillas, fiables y flexibles que cubran las necesidades para lo que son requeridos.

##### Ventajas que brindan los sistemas de elevación

- Facilitan las transferencias seguras

La función principal de un sistema de elevación es elevar la posición del objeto que se quiere trasladar, en nuestro caso los comederos que se utilizan dentro de un galpón de pollos. La elevación permite que el alimento sea alzado según el crecimiento correspondiente de los pollos de engorde. Este beneficio se da tanto para las personas encargadas de realizar o cuidar las transferencias como para los pollos que necesitan de ella para un mejor crecimiento, hacer este proceso más sencillo y liviano

es beneficioso para ambas partes, además que reduce el riesgo de sufrir daños tanto para los galponeros como para los pollos durante el proceso.

- Contribuir a cuidar la salud del galponero

La salud del galponero es importante para que se pueda realizar una buena distribución del alimento. De manera muy especial si es que se trata de un galponero de edad avanzada o con ciertas limitaciones físicas para cargar peso. En este sentido, el sistema de elevación brinda beneficios muy evidentes para los galponeros, pues permite realizar transferencias más rápidas, seguras y más respetuosas ergonómicamente para los trabajadores.

- Brinda una mejora en la salud del pollo

Los pollos están acostumbrados a comer al nivel del suelo, pero esto genera anomalías en su cuerpo, pues a medida que el pollo va creciendo, la distancia de su pico al plato que está ubicado en el suelo es mayor, esto provoca que el pollo tiene que doblar sus extremidades, agachar el cuello, y eso a largo plazo genera deformaciones en su cuerpo, hematomas, anomalías lo cual hace que disminuya la calidad de su carne y que no podrá salir a la venta, además con el plato ubicado en el suelo, el pollo pisa el alimento y lo desparrama sobre las camas con heces contaminando todo el ambiente y generando bacterias. Por ello el sistema de elevación brinda mayor orden, limpieza, brinda mejores opciones de salubridad y disminuye las deformaciones de los pollos.

- Comodidad y rapidez en las transferencias

Las transferencias de alimento más rápidas y con mayor comodidad tanto para los pollos como para el galponero, mejoran la calidad de vida de ambos. Es una ventaja a valorar que evita problemas de seguridad y hace que estas tareas se hagan de forma más sencilla y requiriendo menor tiempo para ello. Estas ventajas son sumamente importantes cuando en el lugar de trabajo solo se cuenta con un galponero o una persona que apoya por horas, si eso sucede, se debe tener en cuenta que todo el tiempo

que se ahorra en las transferencias de alimentos podrá ocuparse en otras actividades también indispensable para una buena crianza industrial de pollos de engorde.

Como se puede observar, el sistema de elevación tiene ventajas claras y se recomienda su uso tanto para el producto que en este caso son los pollos como para el galponero.

- Elevador

Se le llama elevador al aparato que asciende, instalado permanentemente, con paradas en niveles definidos que utiliza una cabina o plataforma, en la que las dimensiones y constitución pueden permitir el acceso de productos o personas según corresponda, desplazándose al menos parcialmente a lo largo de guías verticales o cuya inclinación sobre la vertical es inferior a 15°.

- Plataforma

La plataforma es el elemento ascensor destinado a recibir a las personas y/o carga a transportar. En el diseño de la plataforma se debe tener en cuenta el tipo de mercancía que se debe transportar y la forma de introducir la carga ya sea por manualmente o automatizado, de esto depende el tipo de piso y paredes que debe tener el recinto.

- Cables o guayas

Un cable de acero es un conjunto de alambres de acero, envueltos helicoidalmente, que constituyen una cuerda de metal apta para resistir esfuerzos de tracción con apropiadas cualidades de flexibilidad. Los extremos de los cables deben ser fijados a la plataforma, al contrapeso y a los puntos de suspensión por material fundido, amarres de cuña de apretado automático, al menos tres abrazaderas o grapas apropiadas para cables, manguitos fuertemente prensados o cualquier otro sistema que ofrezca seguridad equivalente.



Figura 23 Extremos de los cables

Fuente Tesis fabricación de un elevador de carga – Bucaramanga

- Tipos de cables

El cable de acero está formado por tres componentes básicos. Aunque pocos en número, estos varían tanto en complejidad como en configuración de modo de producir cables con propósitos y características bien específicas.

Los tres componentes básicos del diseño de un cable de acero normal son:

- a. Los alambres que forman el cordón
- b. Lo cordones o torones
- c. El alma

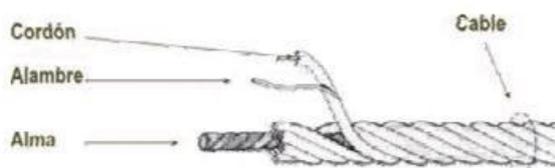


Figura 24: Componentes de los cables

Fuente: [www.iph.com.ar/cables\\_de\\_acero\\_condor\\_funi.htm](http://www.iph.com.ar/cables_de_acero_condor_funi.htm)

Los alambres son unidades básicas de la construcción del cable de acero, los mismos se arrollan alrededor de un centro en un modo específico, en una o más capas, de manera que forman un cordón. Los cordones se arrollan alrededor de otro centro llamado alma y así es como está conformado el cable de acero.

- **Contrapeso**

Es el elemento del elevador formado por una estructura en la cual se realiza el montaje de pesas en fundición o concreto para equilibrar el elevador.

Si el contrapeso tiene pesas, deben tomarse las disposiciones necesarias para evitar su desplazamiento. De manera que se debe utilizar:

- a. Un bastidor en el cual sean mantenidas las pesas.
- b. Si las piezas son metálicas, se puede utilizar dos varillas como mínimo.



Figura 25 contrapeso

Fuente Tesis fabricación de un elevador de carga – Bucaramanga

El peso del contrapeso debe ser igual al peso de la plataforma más 50% del peso de la carga máxima.

- **Cuarto de máquinas**

Es el lugar donde se hallan los elementos motrices (poleas, piñones, cadenas, ejes cables, etc.)

Las poleas de desvío, reenvío y las poleas de tracción deben estar provistas de buenos dispositivos para evitar:

- a) Accidentes corporales
- b) Salidas de los cables o cadenas de suspensión de sus ranuras, o piñones, si se afloja la suspensión.
- c) Introducción de cuerpos extraños entre los cables y sus ranuras.

Los dispositivos utilizados deben ser ubicados de forma que no impidan la inspección, ensayos y operaciones de mantenimiento. No será necesario el desmontaje más que en los casos siguientes:

- a) Cambio de los cables
  - b) Cambio de la polea
  - c) Retorneado de ranuras
- 
- Estiba  
Estructura metálica que soporta a la plataforma y/o al contrapeso y en algunos casos tiene la función de ser la base del cuarto de máquinas. Esta estructura en algunos casos puede constituir parte integrante de la misma plataforma.

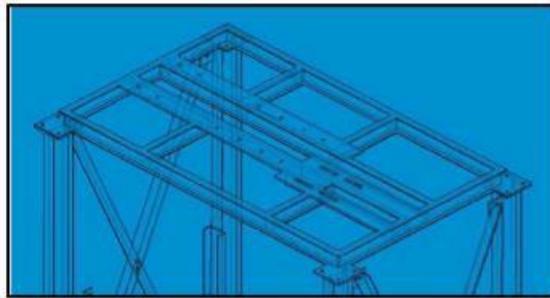


Figura 26 Estiba

Fuente Tesis fabricación de un elevador de carga – Bucaramanga

- Columnas  
Todos los sistemas de elevación deben estar estructurados para soportar las cargas estáticas y dinámicas de todas las partes de un elevador, a continuación, se presenta las alternativas más frecuentes.
  - a) Columnas en concreto
  - b) Columnas en hierro

#### 2.4.6 Sistema de comederos

En el sector avícola que se dirige a los que producen grandes cantidades de pollos están comenzando a desarrollar o implementar sistemas de alimentación automatizados, es decir los comederos funcionan automáticamente, en la figura 10 podemos observar los elementos para que

esta implementación funcione, además es importante resaltar que este sistema de comederos cumple con los requerimientos que necesita un pollo de toda edad, lo cual permite brindar una gran conversión con una inversión menor de dinero, además de avanzar y actualizarnos a través de esta nueva tecnología. Explicado de manera un poco más explícita, este sistema de comederos automáticos permite distribuir el alimento de los pollos, guiándose también de la edad que tienen los pollos, por ello se cuenta con una tolva donde se vierte gran cantidad de alimento, este alimento es impulsado para que sea distribuido a todos los platos a través de un motor de línea, la porción deseada a distribuir se mide a través de sensores de proximidad para que el sistema automáticamente sepa cuando ya no debe distribuir más.



Figura 27 Sistema de alimentación de pollos

Fuente Direlivkom, tecnología agropecuaria

#### 2.4.7 Importancia de aves en buen estado

Se debe dar una gran importancia al bienestar de las aves durante la crianza de ellas, en todas las partes del proceso, pero sobre todo en la alimentación. Se debe tener especial cuidado para minimizar la formación de hematomas, magulladuras y producción de segundas. El supervisor debe estar presente durante todo el proceso de crianza para asegurarse que se sigan los procedimientos adecuados. En la Tabla 4, se puede apreciar algunas de las causas de estas deformaciones.

Tabla 4

Posibles causas de deformaciones en los pollos de engorde

Causas	Rasguños	Hematomas	Extremidades quebradas	Ampoyas pechuga/patas
Densidades muy elevadas	•	•	•	•
Falla del sistema de alimentación	•			
Incorrecto programa de iluminación				
	•			
Movimientos agresivos del personal encargado del galpón	•	•	•	
Mal emplume	•			•
Recogida agresiva	•	•	•	
Mala calidad de cama				•
Incorrecta nutrición	•		•	•
Máquinas de desplume			•	
Ventilación	•			•
Manejo de los bebederos				•

Fuente Manual del manejo del pollo de engorde

#### 2.4.8 Enfermedades de los pollos de engorde:

En el ciclo de vida de los pollos, llegan haber pollos con enfermedades desde temprana edad o en su etapa adulta esto se ocasiona por medio ambiente, contagios entre otros por ello se debe identificar el tipo o grupo de enfermedades que se encuentre en el momento de tener un galpón de pollos. Las enfermedades están ligadas en su mayoría a infecciones respiratorias, infecciones de la sangre, infecciones intestinales o una combinación de cualquiera de las tres o de todas. “Todas las enfermedades presentan señales o pistas (síntomas), que nos muestran o nos ayudan a descubrir qué es lo que está pasando con nuestras aves. Estos síntomas muchas veces no son fáciles de identificar y mucho menos de diferenciar, es por ello que del entrenamiento que tengan los trabajadores, dependerá el resultado del diagnóstico (qué enfermedad puede ser). Este entrenamiento, consiste en aprender a observar el comportamiento y la condición corporal de las aves vivas, como así también de mirar cuidadosamente el cuerpo y el interior de los animales muertos por causas desconocidas.” (Houriet, 2017, pág. 3).

## 2.5 Definición de términos básicos

### a. Alimentación

Cuando hablamos de alimentación hacemos referencia a los actos que se realizan para suministrar alimento al organismo. La alimentación tiene un rol importante para el desarrollo del cuerpo sobre todo porque a través de ella aportamos nutrientes a nuestro cuerpo, lo cual permite un desarrollo del organismo en estado saludable.

### b. Cobb

Es la raza de pollo de engorde más efectivo del mundo tiene la conversión de alimento más baja, la mejor tasa de crecimiento y la capacidad de prosperar con una nutrición de baja densidad y menos costosa. (Colaves, 2020)

### c. Galpón de pollos

Una estructura metálica robusta y simple, diseñada y preparada especialmente para la crianza de pollos de engorde.

### d. Nutrición

La nutrición se refiere a los nutrientes que componen los alimentos, implica los procesos que suceden en tu cuerpo después de comer, es decir la obtención, asimilación y digestión de los nutrimentos por el organismo. (IMSS, Gobierno de México)

### e. Plc

Programable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

f. Programación

La programación del autómata consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones, escritas en un lenguaje de programación concreto.

Estas instrucciones están disponibles en el sistema de programación y resuelven el control de un proceso determinado.

g. Simulación

La simulación se puede entender como la imitación de un proceso, entendido como la secuencia temporal de condiciones de un sistema. Estos sistemas de simulación facilitan conocer qué tipo de respuestas se pueden ofrecer ante determinadas situaciones, sin ningún tipo de riesgo físico ni para los humanos ni para las máquinas.

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis General

El diseño y simulación de un sistema de alimentación automatizado mejorará el proceso de crianza industrial de pollos.

#### 3.1.2 Hipótesis específicas

- a. La automatización de la distribución de alimentos, mejorará el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.
- b. La optimización de la distribución de alimentos, reducirá el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.
- c. La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada, reducirá la deformación y mortalidad de los pollos.

### 3.2 Variables

#### Variable independiente

- Sistema de alimentación automatizado

#### Variables independientes específicas

- Programación de secuencia lógica
- Método de distribución de alimentación
- Integración de sistema de elevación

#### Variable dependiente

- Proceso de Crianza de pollos

#### Variables dependientes específicas

- Tiempo de distribución de alimentos
- Desperdicios de alimento balanceado
- Mortalidad de los pollos de engorde

Indicadores

- % Tiempo de ciclo de distribución

$$T_{\text{ciclo}} = \frac{\sum T_{\text{operación}}}{\# \text{ operaciones}} \times 100$$

- % Desperdicios de alimento

$$\% D = \frac{T_{\text{desperdicio}}}{T_{\text{total}}} \times 100$$

- % Mortalidad

$$\% M = \frac{M}{T_{\text{total}}} \times 100$$

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

### 4.1 Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación (Enfoque, tipo, nivel, no método)

#### 4.1.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que parte del estudio del análisis de datos numéricos, es a través de datos estadísticos, para dar solución a las preguntas principales y secundarias; verificando así las hipótesis.

“El enfoque cuantitativo asume el proceso investigativo desde una lógica deductiva; es decir, que va de lo general (las teorías) hacia lo particular (los datos)” (Luis Mata,2019, blog).

#### 4.1.2 Tipo de investigación

La presente tesis tuvo carácter aplicativo, debido a que se trata de un tipo de investigación que está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, es decir buscar solucionar una problemática existente con la propuesta de diseño y simulación de un sistema de alimentación automatizado para pollos.

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación” (Zoila Vargas, 2009, pág. 5).

#### 4.1.3 Nivel de la investigación

La presente tesis es de nivel causal explicativo, ya que son estudios que plantean relaciones de causalidad, donde la estadística es insuficiente para completar sus objetivos, de manera que se tendrá que completar otros criterios de causalidad, donde el experimento es el más conocido, pero no indispensable para llegar a concluir el estudio. El experimento es uno de los criterios para demostrar causalidad, pero no es el único, ni es indispensable, de manera que

se puede llegar a una conclusión de causa y efecto sin la necesidad de experimentar. Por ello, con el nivel explicativo se puede desarrollar dos tipos de estudios: los estudios observacionales y los experimentales.

“Se basa por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (James Rodríguez, 2017, pág.98).

#### 4.2 Diseño de la investigación

La presente tesis es Preexperimental, puesto que se analiza y observa una variable o fenómeno, a modo de primer acercamiento. Un grupo o sector se mantiene bajo observación después de que se consideren los factores con causa y efecto. Sirve como estudios exploratorios, abre caminos, se puede utilizar como ensayos de otros experimentos con mayor control.

El diseño Preexperimental consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición en una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables. Este diseño no cumple con los requisitos de un "verdadero" experimento. (Hernández, 2017)

#### 4.3 Población y muestra

##### 4.3.1 Población

La población estuvo constituida por todo el proceso de distribución de alimento de los 4 galpones de una empresa encargada de la crianza de los pollos que se encuentra en Chincha.

Tabla 5

Población y muestras Pre y Post Test

	Variable Dependiente	Indicador	Población Pre	Muestra Pre	Población Post	Muestra Post
1	Tiempo de distribución de alimentos	Tiempo promedio de distribución de alimentos	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 42 días de distribución de alimentos.	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 42 días de distribución de alimentos.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 42 días de distribución de alimentos.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 42 días de distribución de alimentos.
2	Desperdicios de alimentos	%Desperdicios	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 608760 alimento de pollo.	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 152190 alimento de pollo.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 608760 alimento de pollo.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 152190 alimento de pollo.
3	Mortalidad de los pollos de engorde	%Mortalidad	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 120000 pollos.	Julio a Diciembre 2020, Poblacion: 30000 pollos.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 120000 pollos.	Enero a Junio 2021, Poblacion: 30000 pollos.

Fuente: Elaboración Propia

- Tiempo de distribución

- a. Población Pre

La población delimitada para la investigación será el tiempo de distribución de la empresa de chincha desde el mes de Julio 2020 hasta diciembre del 2020 con 42 días de distribución de alimentos.

- b. Muestra Pre

La muestra seleccionada para la investigación será el tiempo de distribución debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de Julio del 2020 hasta diciembre del 2020, con 42 días de distribución de alimentos.

- c. Población Post

La población delimitada para la investigación será la distribución de alimentación de la empresa de chincha desde el mes de enero 2021 hasta junio del 2021, con 42 días de distribución de alimentos.

- d. Muestra Post

La muestra seleccionada para la investigación será el tiempo de distribución debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de enero del 2021 hasta junio del 2021, con 42 días de distribución de alimentos.

- Desperdicios de alimentos
  - a. Población Pre

La población delimitada para la investigación será el desperdicio de alimento de la empresa de chincha desde el mes de julio 2020 hasta diciembre del 2020, con 608760 (Kg) de desperdicio de alimentos de pollo.
  - b. Muestra Pre

La muestra seleccionada para la investigación será el desperdicio de alimento debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de julio del 2020 hasta diciembre del 2020, con 152190 (Kg) de desperdicio de alimentos de pollo.
  - c. Población Post

La población delimitada para la investigación será el desperdicio de alimento de la empresa de chincha desde el mes de enero 2021 hasta junio del 2021, con 608760 (Kg) de desperdicio de alimentos de pollo.
  - d. Muestra Post

La muestra seleccionada para la investigación será el desperdicio de alimento debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de enero del 2021 hasta junio del 2021, con 152190 (Kg) de desperdicio de alimentos de pollo.
  
- Mortalidad de los pollos
  - a. Población Pre

La población delimitada para la investigación será la mortalidad de los pollos de la empresa de chincha desde el mes de julio 2020 hasta diciembre del 2020, con 120000 pollos.
  - b. Muestra Pre

La muestra seleccionada para la investigación será la mortalidad de los pollos debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de julio del 2020 hasta diciembre del 2020, con 30000 pollos.

c. Población Post

La población delimitada para la investigación será la mortalidad de los pollos de la empresa de chincha desde el mes de enero 2021 hasta junio del 2021, con 120000 pollos.

d. Muestra Post

La muestra seleccionada para la investigación será la mortalidad de los pollos debido al ciclo de vida que se vende el pollo de la empresa de chincha y serán consideradas del mes de enero del 2021 3hasta junio del 2021, con 30000 pollos.

#### 4.3.2 Diseño muestral

Para el estudio se seleccionará solo el proceso de alimentación a los pollos de engorde, puesto que representa un gran impacto en costos, tiempo y calidad. En esta tesis se determinará cuantos galpones se van a medir para obtenerla como una muestra exacta de una población finita, usando así la formula estadística.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde:

Z = Nivel de Confianza (Correspondiente al 90% = 1.645 ya que es una población pequeña)

p = Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado es casi el 99% de la población

q = Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 1 - p  
= 1 - 99% = 1%

N = Tamaño del universo (Se conoce puesto que es finito) = 4 galpones

d = Error de estimación máximo aceptado es el 10%

n = Tamaño de la Muestra

$$\frac{4 * 1,645^2 * 0,99 * 0,01}{}$$

$$\diamond = 0,1^2 * (4 - 1) + (1,645^2 * 0,99 * 0,01)$$

$$\diamond = 1,89 <> 1 \text{ Galpón}$$

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 6

Técnica e instrumentos

	Variable Dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
1	Tiempo de distribución de alimentos	Tiempo promedio de distribución de alimentos	Análisis documental	Registro de contenido del archivo Excel "Tiempo de distribución alimentos por galpón de pollo"
2	Desperdicios de alimentos	%Desperdicios	Análisis documental	Registro del contenido del archivo Excel "Desperdicios de alimentos por ciclo de vida del pollo."
3	Mortalidad de los pollos de engorde	%Mortalidad	Análisis documental	Registro del contenido del archivo Excel "Mortalidad de los pollos por ciclo de vida en cada galpón."

Fuente: Elaboración Propia

##### 4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

###### a. Análisis documental

Análisis documental es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico- sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas. operación intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario que actúa como intermediario o instrumento de búsqueda obligado entre el documento original y el usuario que solicita información.

El calificativo de intelectual se debe a que el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizarlo. (Castillo, 2016, pag.1)

En la presente investigación se utilizó esta técnica de análisis documental, este tipo de técnica que es el estudio de documentos, se analizó el contenido de documentos brindados por la empresa, para su estudio, análisis, interpretación y entendimiento del proceso.

Por su parte los archivos electrónicos y registros físicos constituyen importantes fuentes de orígenes de datos. El objetivo de la estrategia de gestión de datos o contenido en este ámbito es habilitar, proteger, analizar y almacenar esos datos a los que se ha encontrado acceso.

Algunas de las fuentes de datos o contenido más habituales son:

- Documentos electrónicos: como textos, Excel, gráficas, imágenes, audio o vídeo.
- Registros Físicos: que pueden encontrarse en forma de papel o fichas.

En un sentido similar, el registro es el listado, documento o padrón donde constan inscripciones o información en general. Los registros un conjunto de datos que pertenecen a una misma tabla y que se ubican en diferentes columnas (campos), según su tipo. (Julián Pérez Porto, Artículo de registros, 2021).

En ese sentido, para la presente investigación se tuvo acceso a registros de tiempos de distribución, de control de desperdicios y mortalidad. Con esta documentación se logró conocer el proceso de distribución de comida balanceada por semanas y etapas y las cantidades repartidas, además permitió conocer la mortalidad total por galpón y que es lo que las genera, además de los tiempos empleados en el reparto del alimento. Toda esta recolección de información permitió tener un conocimiento profundo sobre este aspecto que impacta en las variables.

#### 4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

El criterio de validez y confiabilidad del instrumento utilizado en el estudio, se encuentra validado por la empresa en razón a que la información recopilada fue considerada de los registros con que cuenta la empresa, que permitió obtener datos reales de cada una de las variables en estudio.

Para lo cual, se efectuó el análisis documental que permitió recopilar los datos cuantitativos necesarios para hallar los indicadores, se obtuvieron registros Excel de control de tiempos de reparto, control de desperdicios y control de mortalidad durante una campaña completa de crianza de pollos de engorde.

Tabla 7

Tabla de Técnicas e instrumentos

	Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar (con mención sobre el tema o variable sobre la que se levantará la información)	Validez	Confiabilidad
Investigaciones Cuantitativas	Análisis Documental	Registro del contenido del archivo Excel "Tiempo de distribución de alimentos por galpón de pollo"	La misma empresa	La misma empresa
	Análisis Documental	Registro del contenido del archivo Excel "Desperdicios de alimentos por ciclo de vida del pollo"	La misma empresa	La misma empresa
	Análisis Documental	Registro del contenido del archivo Excel "Mortalidad de los pollos por ciclo de vida en cada galpón"	La misma empresa	La misma empresa

Fuente Elaboración propia

#### 4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

Se tomaron en consideración dos puntos: en los datos preliminares se realizó una encuesta para el público en general para ver qué tanta es la demanda del pollo en el mercado peruano, donde se tuvo como conclusión que la mayoría de los encuestados prefieren comer carne de pollo y con una frecuencia de más de 2 veces por semana, en el segundo punto y de donde se recolectaron los datos necesarios para el desarrollo de la investigación, fue a través de la misma empresa, la cual permitió acceder a registros de tiempos, desperdicios y mortalidad, además de una serie de imágenes, videos, audios, fichas de alimentación, toda esta información permitió hacer el análisis documental que será explicado a más detalle a continuación.

a. Tiempo de distribución de alimento:

Análisis Documental:

Para la investigación, el dueño de la granja nos permitió acceder al registro de los tiempos que ellos anotan durante la repartición en toda la campaña que consta de 42 días. Estos datos fueron brindados en un formulario de Excel, de allí se obtuvo que aproximadamente el tiempo total de alimentación esta entre 4 y 4 ½ horas, aparte de ello se tiene registro del mapa de proceso y flujograma.

b. Desperdicio de alimentos:

Análisis Documental:

Se tuvo acceso al registro de desperdicio de alimento durante el ciclo de vida de los pollos de un solo galpón, se muestra la cantidad recogida de desperdicio en cada parte del proceso de distribución de alimento. El desperdicio que se tiene es 1096 kg de alimento de los 4 galpones. Además de brindarnos registros adicionales como la capacidad del silo, cantidad de alimento que contiene un saco, entre otros.

c. Mortalidad de los pollos de engorde:

Análisis Documental:

Se obtuvo el registro de mortalidad de los pollos por ciclo de vida de un solo galpón, además está detallado con todas las enfermedades que se presentan comúnmente en la granja, de las cuales muchas de ellas se agravan por la mala distribución del alimento.

4.4.4 Técnicas de procesamiento y análisis de la información

▪ Descripción del procesamiento de análisis de datos

A continuación, se muestra el uso de herramientas estadísticas utilizadas para la aprobación y contrastación de hipótesis. En la tabla 30, compartimos un resumen del análisis de datos realizado.

Tabla 8  
 Descripción de procesamiento de análisis de datos

	Variable Dependiente	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis Inferencial
1	Tiempo de distribución de alimentos	% Tiempo del ciclo de distribución de alimentos	Escala de intervalo	Tendencia central (mediana), SPSS (Prueba de normalidad y muestras emparejadas)	T-STUDENT muestras relacionadas.
2	Desperdicios de alimento	% Desperdicios	Escala de razón	Tendencia central (mediana), SPSS (Prueba de normalidad y muestras emparejadas)	T-STUDENT muestras relacionadas.
3	Mortalidad de los pollos de engorde.	% Mortalidad	Escala de razón	Tendencia central (mediana), SPSS (Prueba de normalidad y muestras emparejadas)	T-STUDENT muestras relacionadas.

Fuente Elaboración Propia

# **CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **5.1 Presentación de resultados**

### **Generalidades**

La investigación realizada se llevó a cabo en una granja en Chíncha, la cual tiene 8 años de operación. La granja cuenta con 4 galpones, en cada galpón cría 30 000 pollos, por lo tanto, crían alrededor de 120 000 pollos por campaña de 42 días. La medida de cada uno de sus galpones es de 150 \* 16 m, con un área de 2400 m<sup>2</sup> por galpón. Cuentan con líneas de bebederos niples, 5 líneas por galpón. Con respecto a la alimentación, se tienen silos donde se almacena la comida, en donde la comida cae por gravedad, es importante saber que en cada galpón cuentan con alrededor de 800 comederos.

Como objeto de estudio se realizó una visita a la granja que se encuentra en estudio, partimos desde las 7 am de Lima y llegamos a la 9 am a la granja. Al comienzo se tuvo una larga conversación con el administrador, primero para se revisaron los permisos para ingresar y luego proporcionaron información sobre sus funciones, luego se tuvo que pasar por un proceso de desinfección (baño y cambio de ropa) para que se pueda ingresar al galpón, no dejaron ingresar ningún celular por privacidad y protocolos de covid. Al ingresar al galpón se pudo conversar con los galponeros y el capataz, comentaron un poco de su experiencia, de cómo ven el proceso, salieron algunos comentarios que enriquecieron la investigación, además de la entrevista realizada al personal del área, también se pudo observar la distribución de alimento balanceado que se da a los pollos de manera manual, desde que retiran el alimento del silo y es colocado en el buggy, luego es llevado en el buggy al galpón y con la ayuda de un cucharón se vierte en los comederos, así lo realizan hasta completar con los 800 platos que se encuentran dentro. Fue una gran experiencia porque se pudo observar no solo el proceso de alimentación sino su entorno, como la temperatura, los ventiladores, las camas, el agua, entre otros factores que son parte de la crianza. Realizar esta visita permitió identificar los verdaderos problemas que tiene y así proponer una mejora que verdaderamente sea de ayuda. Por otro lado, también se preparó previamente un cuestionario con preguntas claves sobre el proceso para poder entenderlo, este fue aplicado a los 4 galponeros y al supervisor final o capataz

como fue mencionado antes, pero el poder realizar la entrevista de manera presencial, nos permitió recoger información más precisa. Para la obtención de datos, se realizó un control exhaustivo durante una campaña completa de crianza de pollos, se realizó toma de tiempos donde se obtuvo el tiempo de distribución de alimento total y entre el reparto a cada plato, además también se recolectó datos a través del análisis documental proporcionado por la misma empresa.

La situación actual del proceso de distribución de alimento de la empresa es el siguiente, se tiene un galponero por galpón, que se encarga de la alimentación de los pollos, la cual es de la siguiente manera: La distribución de alimentación manual consiste en que un camión va semanalmente a llenar el Silo de 18 863 kg, el galponero se acerca con un buggy al Silo para retirar este alimento que cae por gravedad, los 3 primeros días que llegan los pollos bebés se derrama la comida sobre el papel Kraft para que ellos puedan comer, del día 4 al 42 el galponero traslada el buggy dentro del galpón para repartir el alimento, con una cuchara recoge el alimento del buggy y lo vierte en cada comedero hasta completar los 800 comederos, tiene una repartición en la mañana de 4 horas aproximadamente y en la noche rellena.

Viendo este proceso y conversando con el dueño de la granja, se logró detectar algunos problemas que tienen gran impacto en los pollos de engorde, ellos están teniendo algunas pérdidas económicas debido a este modelo de distribución de alimento, primero que el tiempo es demasiado para un solo galpón, una demora de 4 a 4 ½ horas aproximadamente que podría variar, según la salud del galponero o si está fatigado puede influir en este proceso y aumentar el tiempo promedio y que se presenten tiempos muertos debido al cansancio. Como segundo problema se detectó desperdicio de alimento balanceado, cada vez que se reparte la comida, al ser de manera manual hay muchas etapas en el proceso que se pierde este alimento balanceado que es de alto costo, finalmente un tercer problema es que los pollos sufren mucho de deformaciones o enfermedades que finalmente los lleva a la muerte, causando en la empresa gran pérdida económica, pues tienen menos cantidad de pollos para la venta y ya han sido pollos alimentados algunos días, entonces el costo es mayor.

A continuación, les compartimos algunas herramientas que utilizamos para demostrar la existencia de esta problemática en general:

a. Ishikawa

A continuación, se presentan los Ishikawas realizados por cada uno de los problemas específicos de la presente investigación.

Problema específico 1: ¿Cómo mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde?

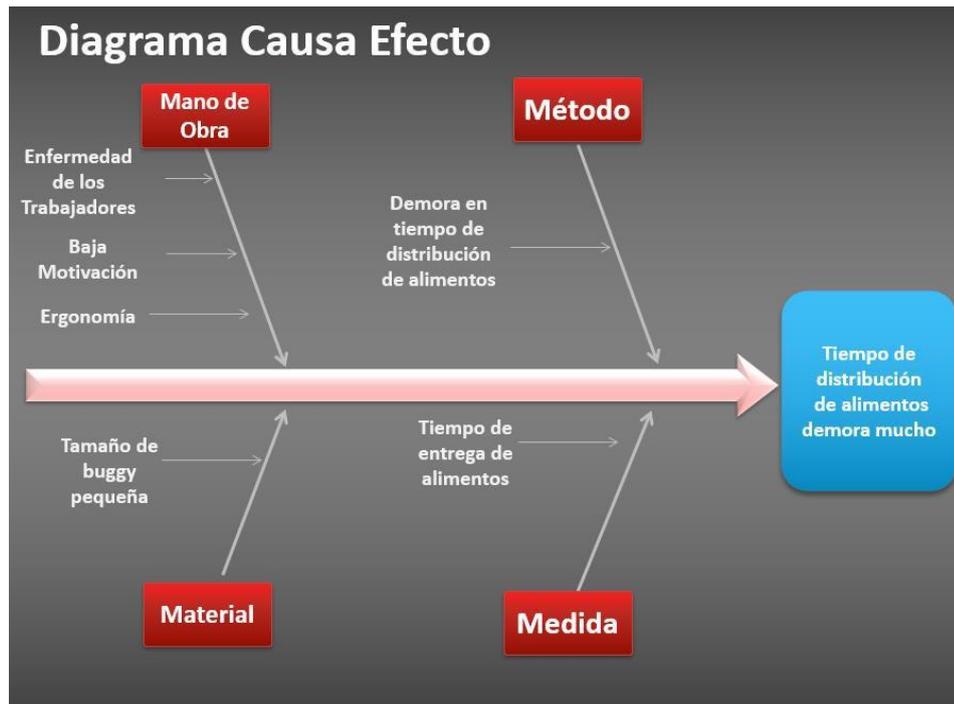


Figura 28 Ishikawa de tiempo de abastecimiento de alimentos

Fuente Elaboración propia

Problema específico 2: ¿Cómo reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde?

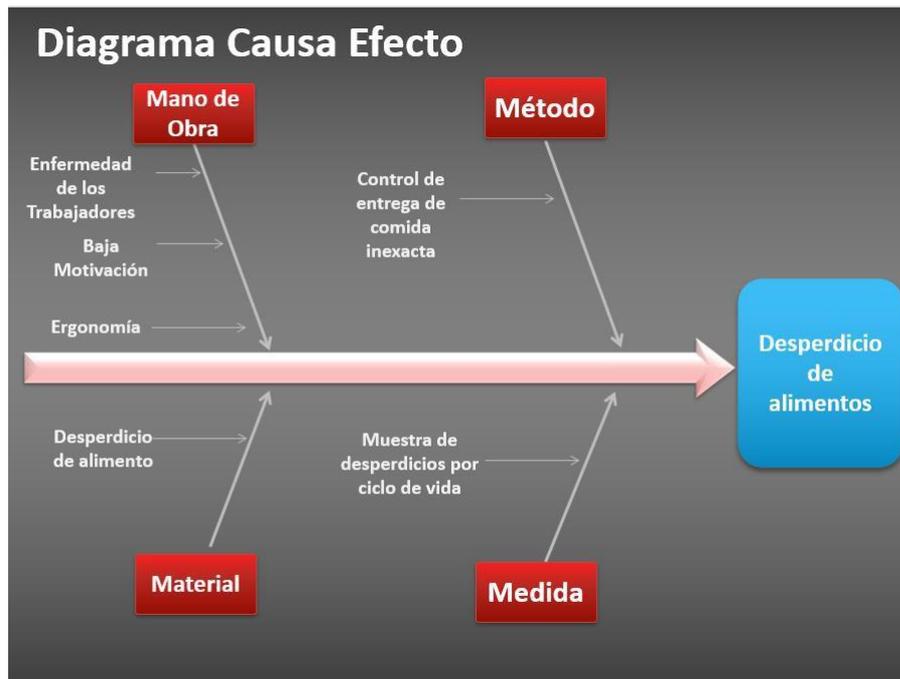


Figura 29 Ishikawa de la merma de alimentos

Fuente Elaboración propia

Problema específico 3: ¿Cómo reducir la mortalidad en pollos de engorde?

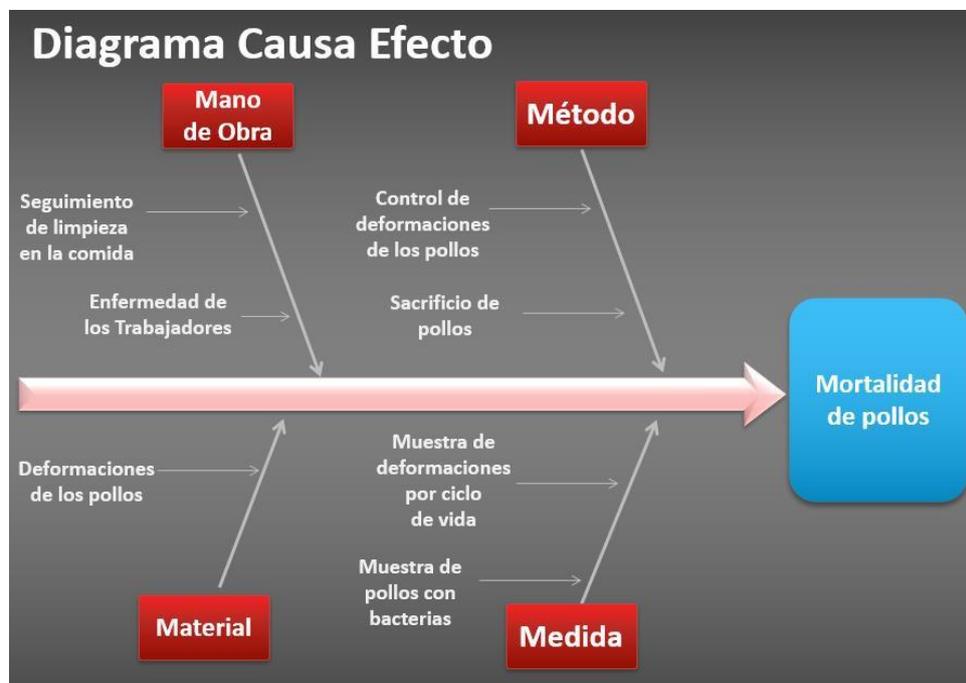


Figura 30 Ishikawa de mortalidad de los pollos de engorde

Fuente Elaboración propia

En cada categoría se observa la causa de los problemas en la empresa, el problema principal ocasiona pérdida económica en la crianza de pollos.

b. 5 porqués:

Se utilizó esta técnica donde se realizaron preguntas iterativas y se llegó a la causa raíz de todos los problemas que existen en la empresa:

1. ¿Por qué hay pérdida económica en la crianza industrial de pollos?

Porque el tiempo, desperdicio de alimento de distribución no es igual para todos los pollos.

2. ¿Por qué el tiempo, desperdicio de alimento de distribución no es igual para todos los pollos?

Porque tiene mayor cantidad de pollos en el galpón donde no se abastecen con el tiempo y no tienen la cantidad exacta de entregar comida a los pollos.

3. ¿Por qué tiene mayor cantidad de pollos en el galpón donde no se abastecen con el tiempo y no tienen la cantidad exacta de entregar comida a los pollos?

Porque solo hay un personal por galpón y solo sirve lleno el plato de comida.

4. ¿Porque solo hay un personal por galpón y sirve lleno el plato de comida?

Porque el supervisor considera que con una persona es suficiente para la distribución y la cantidad de alimento en los platos debe estar lleno.

5. ¿Por qué el supervisor considera que con una persona es suficiente para la distribución y la cantidad de alimento en los platos debe estar lleno?

Porque así se está manejando y al igual que la alimentación.

Como parte de la investigación del mercado, para saber si este proyecto tendría un gran impacto en el mercado peruano, se realizó una encuesta virtual a los consumidores de pollo. Se realizó una encuesta virtual a 150 personas sobre sus preferencias por el tipo de carne que consumen a nivel nacional, donde se pudo recolectar información muy valiosa y confirmar que el pollo es el tipo de carne más consumido en el Perú.

En la siguiente figura 31 se puede observar que:

- El 51,6 % de las personas entrevistadas fueron varones.
- El 48,4 % de las personas entrevistadas fueron mujeres.

De lo cual se puede concluir que se entrevistó a un grupo equilibrado de personas entre ambos sexos, lo cual permitió obtener una mejor apreciación de los gustos de la realidad peruana.

Género

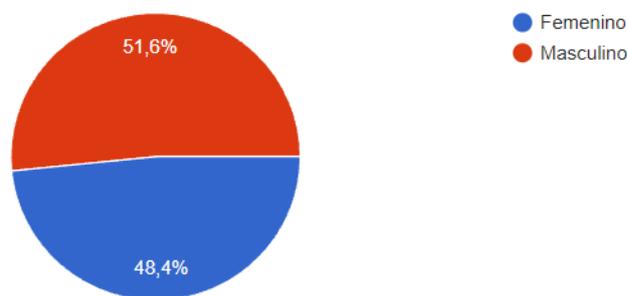


Figura 31 Gráfico sobre género de las personas entrevistadas

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 32 se puede observar que:

- El 47,4 % de las personas entrevistadas se encontraban entre las edades de 25 a 39 años.
- El 31,6 % de las personas entrevistadas se encontraban entre las edades de 40 a 60 años.
- El 12,6 % de las personas entrevistadas fueron menores de 25 años.
- El 8,4 % de las personas entrevistadas fueron mayores de 60 años.

De lo cual se puede concluir que se entrevistó a gran cantidad de personas entre los 25 y 39 años y también personas entre los 40 y 60 años, quienes en conjunto vendrían a ser el público principal, personas laboralmente activas y/o cabezas de familia, quienes frecuentemente son quienes se encargan de las compras en casa.

¿Cuántos años tienes?

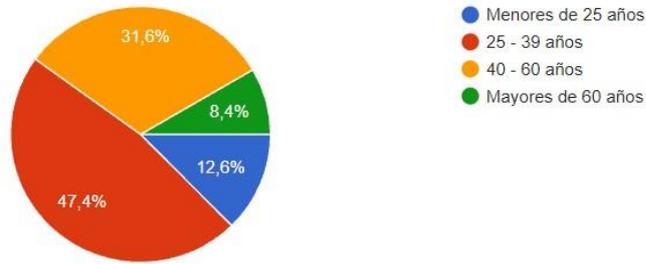


Figura 32 Gráfico sobre edades de las personas entrevistadas

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 33 se puede observar que:

- El 53,7 % de las personas entrevistadas eran solteros.
- El 35,8 % de las personas entrevistadas eran casados.
- El 8,4 % de las personas entrevistadas eran divorciadas.
- El 2,1 % de las personas entrevistadas eran viudos.

De lo cual se puede concluir que la mayor cantidad de entrevistados eran solteros, seguido por las personas casadas. Esto permite interpretar dos estados civiles importantes, en que invierten su dinero las personas solteras con respecto a la alimentación y los casados que cuentan con familia, que preferencias de comida tienen, pues la demanda de ellos sería mayor, ya que por familia son 2 o 3 como mínimo.

Estado Civil

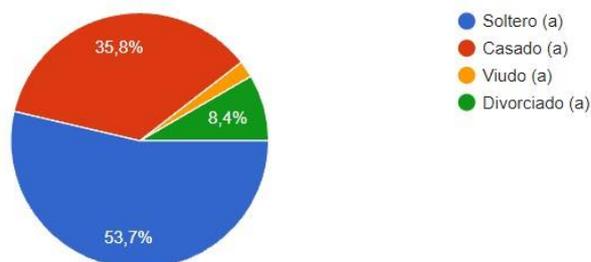


Figura 33 Gráfico sobre estado civil de las personas entrevistadas

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 34 se puede observar que:

- El 29,5 % de las personas entrevistadas dijeron que viven 4 personas en casa.
- El 27,4 % de las personas entrevistadas dijeron que viven 3 personas en casa.
- El 18,9 % de las personas entrevistadas dijeron que viven 5 personas en casa.
- El 13,7 % de las personas entrevistadas dijeron que viven más de 5 personas en casa.
- El 6,3 % de las personas entrevistadas dijeron que viven 2 personas en casa.
- El 4,2 % de las personas entrevistadas dijeron que viven solos en casa.

De lo se puede concluir que, de las personas entrevistadas, la mayoría de ellas viven 4 personas en casa aproximadamente, seguidos por familias de 3 personas, lo cual permite interpretar que la demanda de alimento es mayor.

¿Cuántas personas viven en casa?

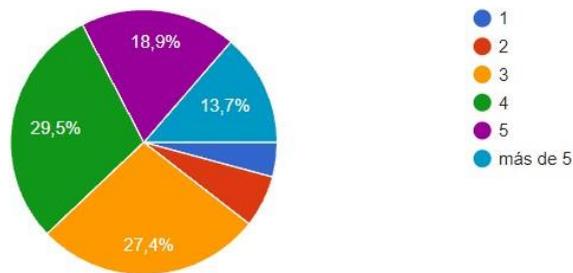


Figura 34 Gráfico sobre habitantes dentro del hogar

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 35 se puede observar que:

- El 95,8 % de las personas entrevistadas dijeron que el pollo es el tipo de carne que más comen en casa.
- El 3,2 % de las personas entrevistadas dijeron que la carne de res es el tipo de carne que más consumen en casa.
- El 1,1 % de las personas entrevistadas dijeron que el pavo es el tipo de carne que más comen en casa.

De lo cual se puede concluir que hay un gran consumo de pollo a nivel nacional, la gran mayoría peruana, piensa en el pollo como el tipo de carne a utilizar en sus comidas.

¿Cuál es el tipo de carne que más comen en casa?

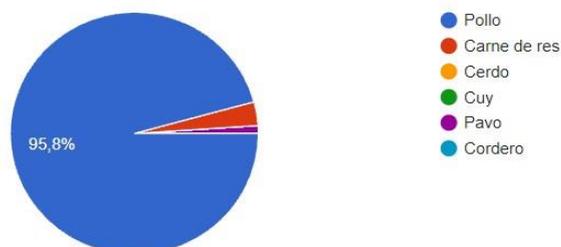


Figura 35 Gráfico sobre el tipo de carne que más consumen en casa  
Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 36 se puede observar que:

- El 97,9 % de las personas entrevistadas dijeron que sí consumen pollo.
- El 2,1 % de las personas entrevistadas dijeron que no consumen pollo.

De lo cual se puede concluir que dentro del público entrevistado la gran mayoría consume pollo, por lo tanto, sus respuestas a los atributos que se mencionarán más adelante serán de mucho valor y enriquecimiento a esta investigación.

¿Consumen usted pollo? Si la respuesta es No, terminar aquí la encuesta.



Figura 36 Gráfico sobre si la persona entrevistada consume pollo  
Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 37 se puede observar que:

- El 82,1 % de las personas entrevistadas dijeron que consumen pollo más de 2 veces a la semana.
- El 14,7 % de las personas entrevistadas dijeron que consumen pollo 2 veces a la semana.
- El 2,1 % de las personas entrevistadas dijeron que no acostumbran a comer pollo.
- El 1,1 % de las personas entrevistadas dijeron consumen pollo 1 vez cada 15 días.

De lo cual se puede concluir que la mayoría de personas entrevistadas consumen pollo más de 2 veces a la semana y es seguido por un 14,7 % que consumen pollo 2 veces a la semana, de lo se puede interpretar que la demanda del pollo es grande ya que predomina el consumo de 2 veces a la semana a más.

¿Con que frecuencia consume pollo?

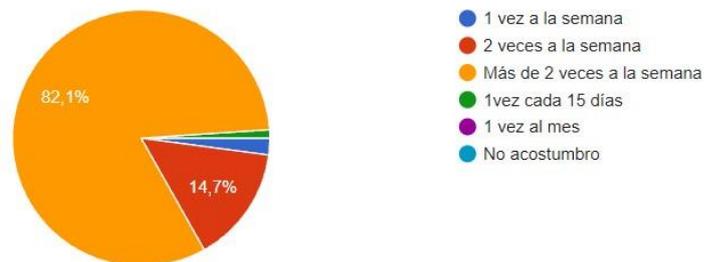


Figura 37 Gráfico sobre la frecuencia de consumo de pollo

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 38 se puede observar que:

- El 55,8 % de las personas entrevistadas dijeron que el factor determinante de su elección del pollo es basado en la calidad.
- El 32,6 % de las personas entrevistadas dijeron que el factor determinante de su elección del pollo es basado en el precio.
- El 5,3 % de las personas entrevistadas dijeron que el factor determinante de su elección del pollo es basado en el peso.
- El 5,3 % de las personas entrevistadas dijeron que el factor determinante de su elección del pollo es basado en el peso.

- El 1,1 % de las personas entrevistadas dijeron que no lo eligen ellos.

De lo cual se puede concluir que la calidad del pollo es muy importante para que las personas lo compren, lo cual da una gran responsabilidad al proceso de crianza, la mayoría de ellos quieren comprar un buen pollo además es seguido por el precio, las personas buscan precios cómodos del pollo, para poder brindarle eso, es importante reducir costos.

Cuando compras o eliges el pollo, ¿Cuál es el factor determinante para su elección?

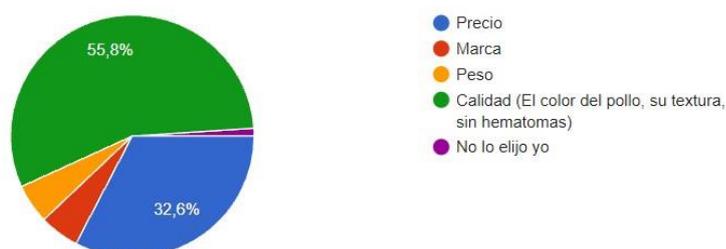


Figura 38 Gráfico sobre el factor determinante para la elección del pollo

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 39 se puede observar que:

- El 43 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo cualidades organolépticas es muy importante.
- El 38 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de cualidades organolépticas es extremadamente importante.
- El 11 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de cualidades organolépticas es moderadamente importante.
- El 5 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de cualidades organolépticas es ligeramente importante.
- El 3 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de cualidades organolépticas es nada importante.

De lo que se puede concluir que para las personas entrevistadas las cualidades organolépticas: Sabor, olor, textura ocupan un lugar importante y es seguido con una diferencia de 5% por las personas que consideran este atributo extremadamente importante.



Figura 39 Gráfico sobre las cualidades organolépticas

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 40 se puede observar que:

- El 44 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo frescura es extremadamente importante.
- El 34,7 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo frescura es muy importante.
- El 12 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo frescura es moderadamente importante.
- El 6,7 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo frescura es nada importante.
- El 2,7 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de frescura es ligeramente importante.

De lo cual se puede concluir que gran cantidad de la población entrevistada considera que el atributo frescura es extremadamente importante y es seguido con una diferencia de 9,3% por las personas que consideran que son muy importantes.

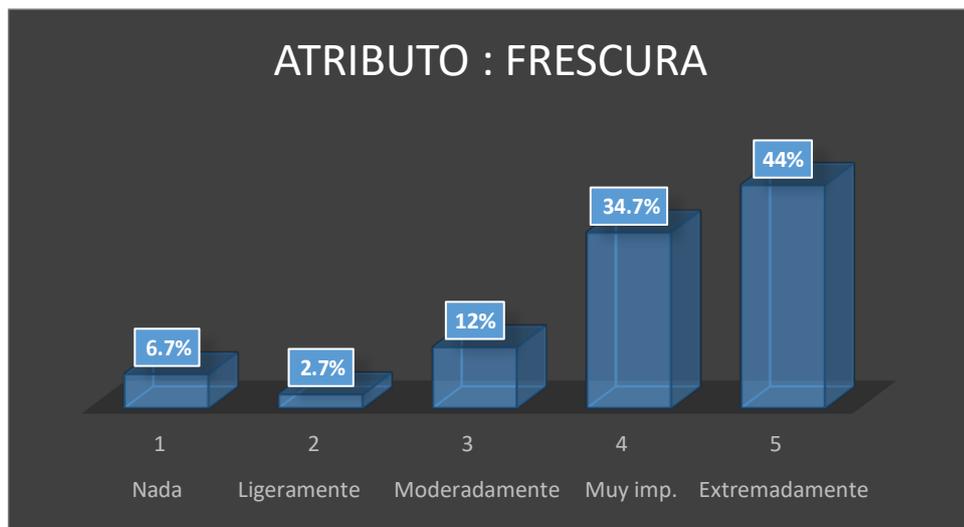


Figura 40 Gráfico sobre el atributo frescura del pollo  
Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 41 se puede observar que:

- El 37 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo ausencia de Químicos es extremadamente importante.
- El 31 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo ausencia de químicos es muy importante.
- El 15 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo ausencia de químicos es moderadamente importante.
- El 10 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo ausencia de químicos es nada importante.
- El 8 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo de ausencia de químicos es ligeramente importante.

De lo cual se puede concluir que gran cantidad de la población entrevistada considera que el atributo ausencia de químicos es extremadamente importante y es seguido con una diferencia de 6 % por las personas que consideran que la ausencia de químicos es muy importante.

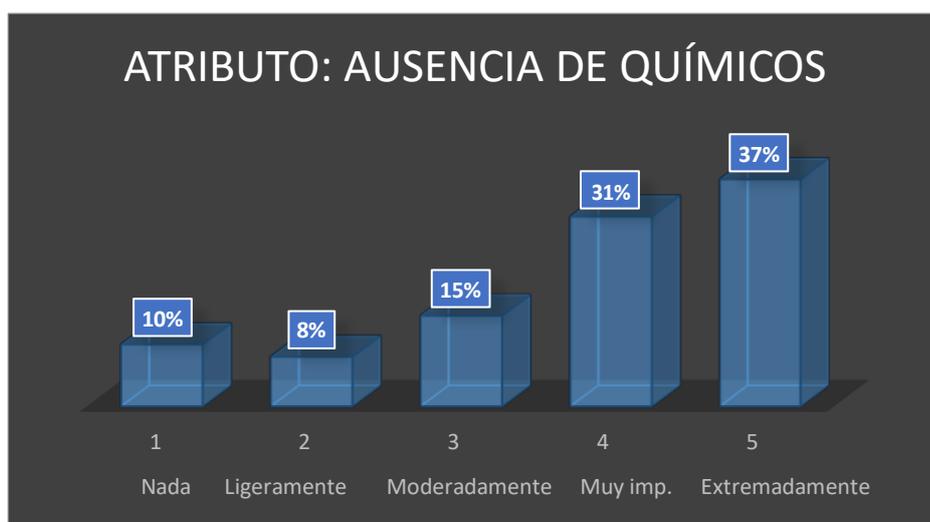


Figura 41 Gráfico sobre el atributo ausencia de químicos de pollos

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 42 se puede observar que:

- El 32 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos es extremadamente importante.
- El 30 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos es muy importante.
- El 19 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos es moderadamente importante.
- El 10 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos es nada importante.
- El 9 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo alimentación o transgénicos es ligeramente importante.

De lo cual se puede concluir que gran cantidad de la población entrevistada considera que el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos es extremadamente importante y es seguido con una diferencia muy pequeña de 2% por las personas que consideran que la ausencia de químicos es muy importante.

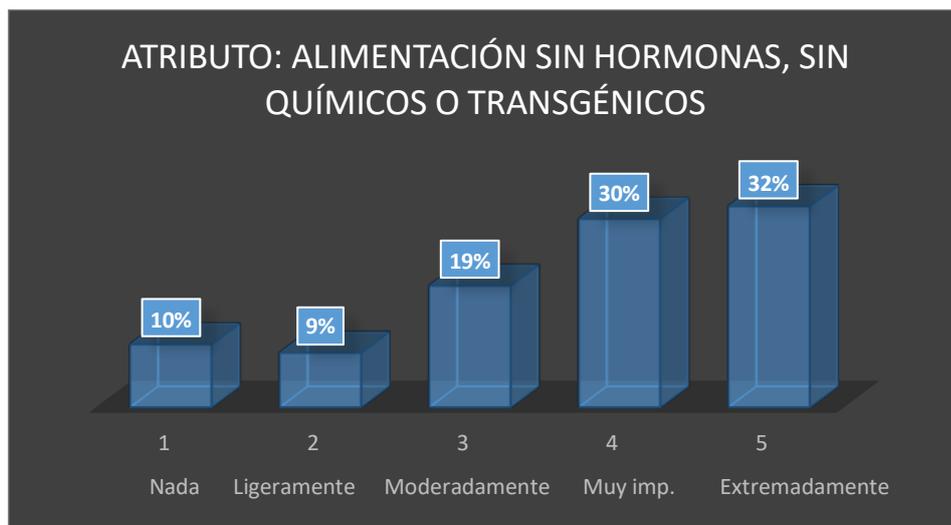


Figura 42 Gráfico sobre el atributo alimentación sin hormonas o transgénicos

Fuente Elaboración propia

En la siguiente figura 43 se puede observar que:

- El 39 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo contenido nutricional es extremadamente importante.
- El 28 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo contenido nutricional es muy importante.
- El 16 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo contenido nutricional es moderadamente importante.
- El 9 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo contenido nutricional es nada importante.
- El 8 % de las personas entrevistadas dijeron que el atributo contenido nutricional es ligeramente importante.

De lo cual se puede concluir que gran cantidad de la población entrevistada considera que el atributo contenido nutricional es extremadamente importante y una diferencia de 11% es seguido por las personas que consideran que es muy importante.

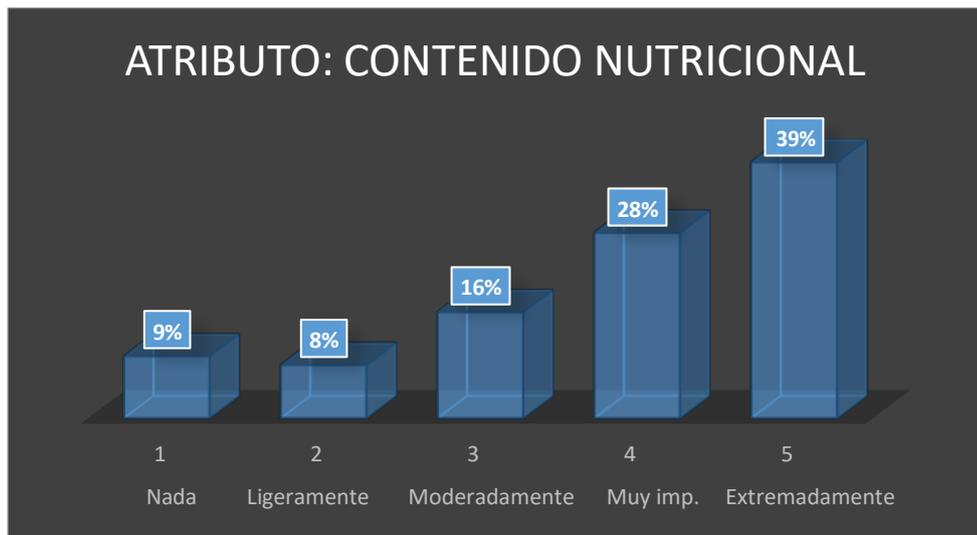


Figura 43 Gráfico sobre el atributo contenido nutricional de pollos

Fuente Elaboración propia

Como conclusión final con esta encuesta se consiguió obtener información muy valiosa, como que en el Perú el tipo de carne que más se come es el pollo, con una frecuencia de dos o más veces a la semana, además conociendo que por casa aproximadamente viven de 3 a 4 personas, indica que la demanda del pollo es grande. La mayoría de personas indicó que eligen el pollo según calidad y precio y los dos se pueden mejorar en el proceso de crianza de los pollos, más específico aún en la alimentación. Finalmente se logró observar que en los atributos las respuestas más resaltantes oscilan entre muy importante y extremadamente importante, comparando porcentajes de los resultados se obtuvo que los dos más puntuados fueron frescura y las cualidades organolépticas; sabor, color, textura, confirmando así que la calidad del pollo es lo que el mercado peruano prefiere. Por lo tanto, es importante que se pueda mantener el pollo en el mercado a precios razonables y con buena calidad, para ello como se da su alimentación puede jugar un factor muy importante ya que sabemos que el alimento balanceado representa un 70 % del costo de producción.

- c. Objetivo específico 01: Determinar la programación y secuencia lógica del sistema automatizado para mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.

- Situación Antes (Pre Test)

La distribución del alimento manual se da dos veces al día, una muy temprano por la mañana y la otra en el anochecer, en la granja se tiene un galponero por galpón, es decir una sola persona se encarga del reparto del alimento en todo el galpón, que cuenta con 800 comederos. El galponero ingresa a las 7 am y se retira del galpón aproximadamente a las 11 am, se dedica alrededor de 4 a 4 ½ horas solo en el reparto de la comida, luego por la noche ingresan a rellenar e igual se toma un tiempo aproximado de reparto, un poco menos por lo que solo es relleno. Al analizar sobre este aspecto, se observó que es demasiado tiempo de reparto continuo para una persona, primero que el galponero definitivamente presenta fatiga y por ende su productividad disminuye, además por la misma fatiga se pueden generar tiempos muertos causando mayor demora. Otro aspecto importante es que, al ser manual, la alimentación de los últimos pollos llega mucho más tarde, como dos o tres horas después, lo que provoca enfermedades a estos animales. El horario de alimentación es importante para que los pollos crezcan sanos y fuertes. Finalmente puede ser un factor de alto riesgo que el galponero este tanto tiempo dentro del galpón, puede tener una enfermedad que puede contagiar a los demás pollos, o viceversa y terminar muriendo provocando una gran pérdida, por ello mientras menor sea el tiempo de contacto entre humano y pollos es de mayor beneficio.

- Muestra antes

Tabla 9

Cuadro de tiempos en el proceso de alimentación

TIEMPO DISTRIBUCIÓN ALIMENTOS(MIN)										
DIA	PLATO 1-10	PLATO 11-20	PLATO 21-30	PLATO 31-40	PLATO 41-50	PLATO 51-60	PLATO 61-70	PLATO 71-80	PLATO 81-90	PLATO 91-100
1	3.8	2.8	3.6	2.8	3.6	2.7	3.6	2.7	3.6	2.8
2	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
3	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
4	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
5	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
6	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
7	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
8	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
9	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.7	3.8	2.8
10	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
11	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
12	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.8	3.8	2.8
13	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
14	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
15	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.7	3.8	2.8
16	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.8	3.8	2.8
17	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
18	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
19	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
20	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.8	3.8	2.8
21	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
22	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.7	3.8	2.8
23	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
24	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
25	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.8	3.8	2.8
26	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
27	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
28	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.7	3.8	2.8
29	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.8	3.8	2.8
30	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
31	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
32	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.8	3.8	2.8
33	3.8	2.8	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.8	3.8	2.8
34	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
35	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.7	3.8	2.8
36	3.8	2.7	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.7	3.8	2.8
37	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
38	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8
39	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
40	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.7	3.6	2.9	3.8	2.8
41	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.6	3.6	2.9	3.8	2.8
42	3.8	2.9	3.6	3	3.6	2.8	3.6	2.9	3.8	2.8

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos por la empresa que lo tienen registrado en un cuaderno se observa que comenzando la distribución hay más tiempo de demora debido a que tienen que llenar la comida para distribuir y así sucesivamente, en total son 800 platos por galpón donde se debe distribuir. Al observar la tabla, se tiene en promedio de tiempo de 4.34 horas por el ciclo de vida de los pollos.

$$T = \frac{182.28}{42} = 4.34$$

En la figura 44 y figura 45 se puede observar cómo es el galpón por dentro para que se pueda entender cómo funciona la distribución del alimento.



Figura 44 Galpón 1 al inicio de la campaña de crianza  
Fuente La granja



Figura 45 Galpón 3 al inicio de la campaña de crianza  
Fuente La granja

- Aplicación de la Teoría

Luego de la información recolectada de la situación real de la empresa con los tiempos de distribución de alimento, se pudo notar que la automatización de la distribución de alimento sería de gran ayuda en muchos aspectos. Para ello no solo se pensó en el sistema a utilizar sino en la programación de tiempos que debe tener este, es decir la programación es un conjunto de instrucciones consecutivas y ordenadas que llevan a la computadora a ejecutar una tarea específica, además de ello de contar con el software que de todas las herramientas y facilidades para que esa programación funcione. Luego de una ardua búsqueda, el software elegido ha sido el TIA PORTAL, este programa permite un acceso completo a la automatización digitalizada, permite configurar de una manera intuitiva y eficiente, y ofrece un entorno de ingeniería unificado para las tareas de control, visualización y accionamiento. Una vez que se tenía esto identificado se puede iniciar la construcción de la secuencia. A continuación, se comparte como se aplicó la automatización de la distribución de alimentos en el proyecto, como a través de la programación de secuencia lógica se tienen gratos resultados que mejoran procesos.



Figura 46 Proceso de la automatización del sistema  
Fuente Elaboración Propia

- Paso 1: Determinar el software ideal que pueda cumplir con los requisitos, durante esta búsqueda se encontró como mejor

propuesta el TIA PORTAL, un sistema innovador que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de producción.

- Paso 2: Construir la secuencia lógica del proceso, especificando como inicia, cuáles son las acciones a seguir del proceso, indicando acción del motor.
- Paso 3: Probar la secuencia lógica y ver posibles mejoras.
- Paso 4: Configurar Timer para la distribución del alimento, colocar cada cuanto tiempo se inicia una nueva distribución.
- Paso 5: Configurar Timer para la elevación del sistema, colocar cada cuanto tiempo se eleva e indicar la altura.
- Paso 6: Correr la secuencia lógica en la computadora.

A continuación, se mostrará la programación de secuencia lógica construida para la automatización del proceso.

En la figura 47 se puede ver el segmento 1 de la programación en el TIA PORTAL.

Segmento 1: “accionamiento general del programa”, al activar el pulsador “S1\_pulsador\_verde” (NC) este activará la memoria SetReset1 que a la vez activa la marca “Start”, si se activa “S3\_pulsador\_rojo” (NC) este desactivará la memoria y la marca.

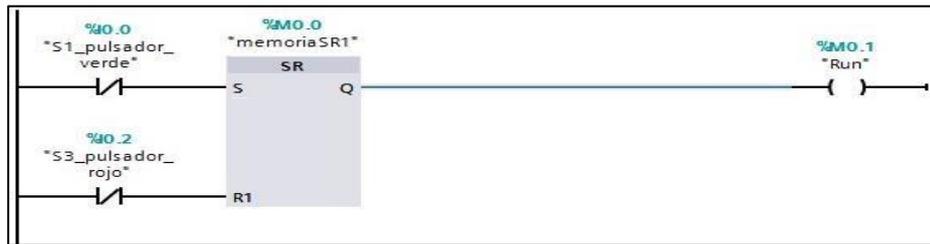


Figura 47 Segmento 1 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 2: “Contador de Alimentación”, el contador “IEC\_Counter\_0\_DB” empieza a contar si la marca Start está activada y se usa una marca interna (m200.5) de frecuencia 1hz (1seg) para darle la noción del tiempo al bloque. Este bloque se resetea con el pulsador rojo o cuando el bloque llegó a contar hasta el valor de PV (definido por bloque de datos DB), la salida del bloque (Feed\_start\_pulse) nos da el pulso para iniciar la alimentación.

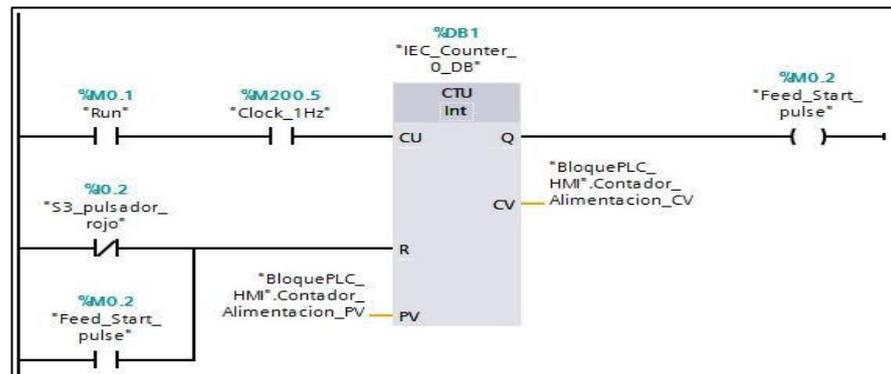


Figura 48 Segmento 2 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 3: “Activación de la Alimentación del Plato 1”, la memoria “SetReset2” que activará el cilindro neumático para la entrada de alimentación de maíz al plato 1, se activa cuando la marca Start está activada y reciba el pulso de iniciar la alimentación (Feed Start Pulse), se desactivará (se cierra el cilindro) cuando se pulse el pulsador rojo o cuando el sensor inductivo del plato 1 detecte que el plato está lleno (HL1\_sensor\_nivel1)

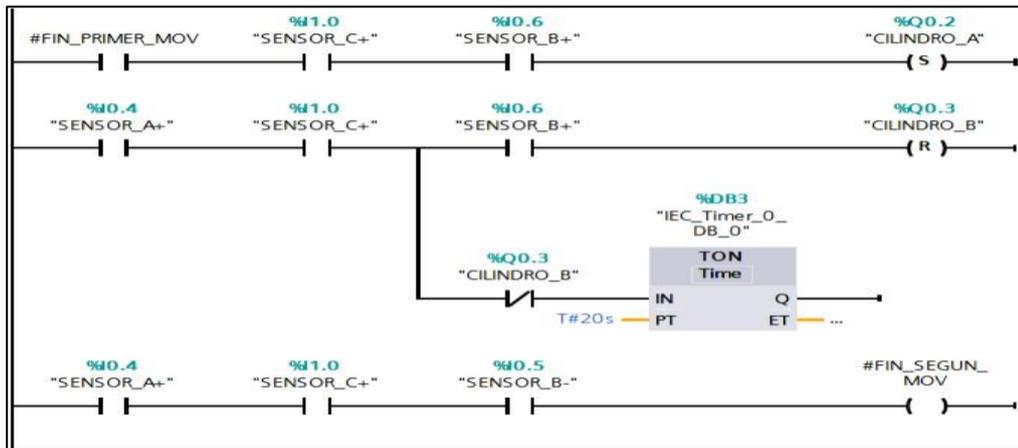


Figura 49 Segmento 3 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 4: “Activación de la Alimentación del Plato 2”, mismo comportamiento del segmento 3 pero para alimentar al plato 2.

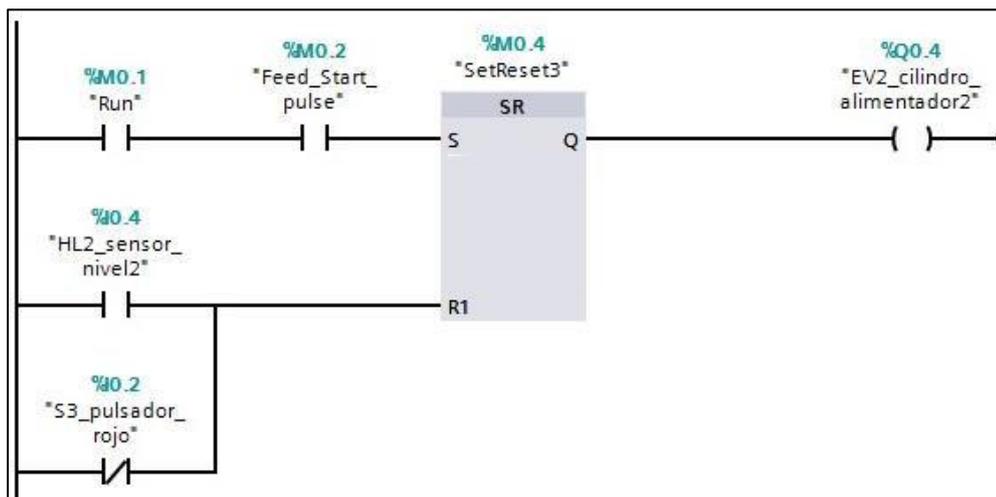


Figura 50 Segmento 4 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 5: “Accionamiento del motor de Alimentación de maíz”, el motor de alimentación (motor de las cadenas que llevan comida a los platos) se activa siempre y cuando la marca “Start” esté activada y algún de los dos cilindros esté abierto (requiera alimentación).



Figura 51 Segmento 5 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 6: “Recalibramiento de altura inicial”, el propósito del circuito es invertir el motor de elevación para bajar los platos hacia la altura inicial, cuando la marca “run” se activa, la memoria que acciona la reversa del motor (Motor2\_Reverse) se activara cuando se presione el pulsador amarillo (S2\_pulsador\_amarillo) y este se detendrá cuando se haya presionado el pulsador rojo (S3\_pulsador\_rojo) y se haya detectado que los platos ya llegaron a la mínima altura permitida, sensada por el final de carrera de la parte inferior. (LS4\_finaldecarrera\_bajo).

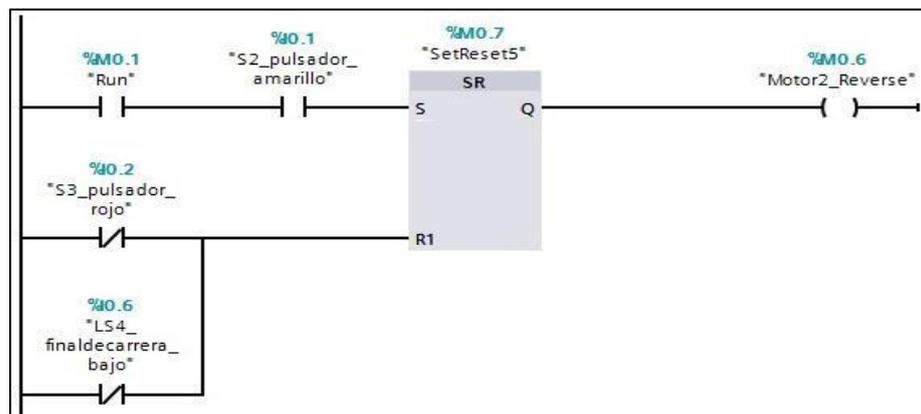


Figura 52 Segmento 6 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 7: "Contador para el accionamiento del Elevador", El bloque contador "IEC\_Counter\_0\_DB\_1", iniciara el conteo cuando la marca de habilitación este activada (Run) y la marca de reloj interna

(Clock\_1Hz) le dé el pulso para aumentar la cuenta. Cuando el valor de conteo (CV) llegue al valor determinado por PV (definida mediante base de dato DB), el contador activara un pulso a la salida (Lift\_Start\_Pulse) para iniciar el proceso de subir los platos, este contador se resetea cuando el contador haya alcanzado al PV, o cuando el pulsador rojo haya sido presionado o el motor este en reversa (Motor2\_Reverse).

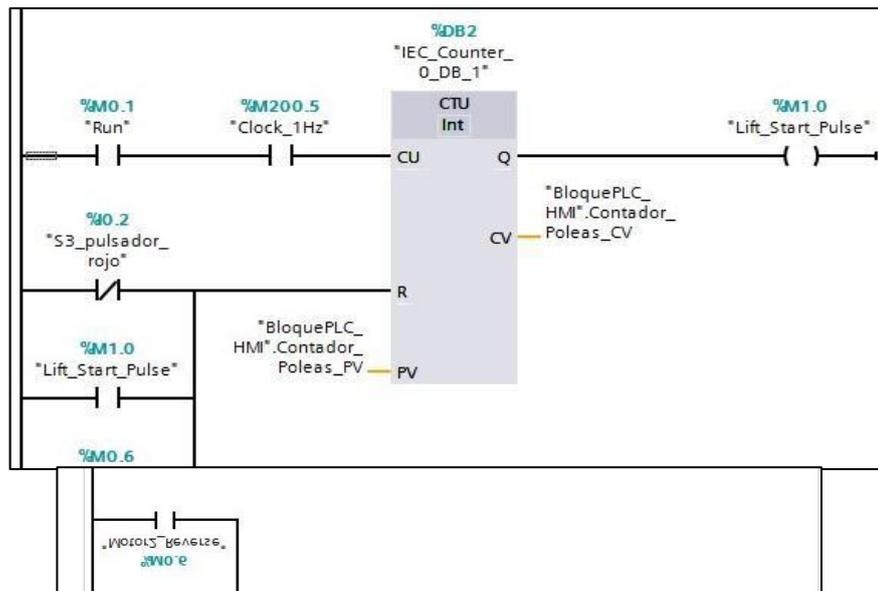


Figura 53 Segmento 7 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 8: "Accionamiento del motor elevación": La memoria (SetReset6) que acciona al motor de elevación (Motor2\_Forward) se activara cuando reciba el pulso de inicio (Lift\_start\_pulse) y se desactiva (para el motor) cuando haya pasado un determinado tiempo (0.5 seg) determinado por la marca M1.3 (MotorForward\_Timeout), también se desactivara cuando se haya alcanzado el tope máximo determinado por el final de carrera de arriba (HS5\_finaldecarrera\_arriba) o si alguien presiona el pulsador rojo (Stop).

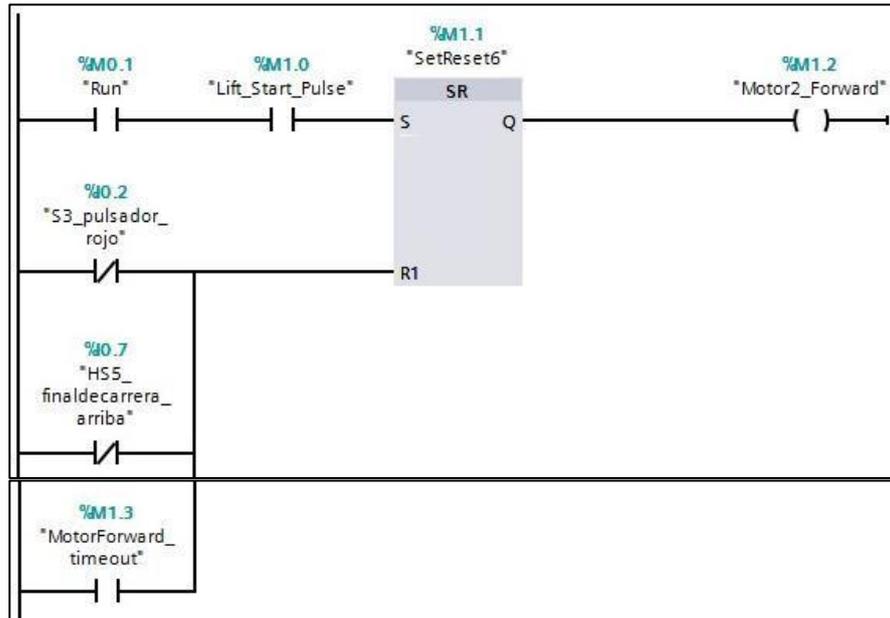


Figura 54 Segmento 8 programación de secuencia lógica de inicio  
 Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 9: "Timer para el tiempo fuera del motor de elevación", para parar el motor después de determinado tiempo (0.5s) descrito en el segmento 9; se usa un Temporizador de retardo a la conexión (IEC\_timer\_0\_DB), este una vez se inicie el accionamiento de subida (Motor2\_forward) inicia el temporizador y activa una vez se haya cumplido el tiempo determinado por el bloque de datos DB (Poleas\_Tiempo\_accionamiento).

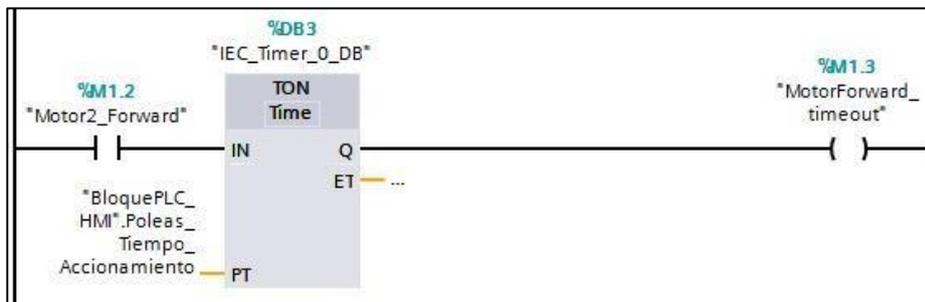


Figura 55 Segmento 9 programación de secuencia lógica de inicio  
 Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 10: "Accionamiento del motor de poleas en subida", por seguridad la lógica descrita en los segmentos 6 y 8, no accionan la salida Q directamente en su lugar activan marcas, esto para evitar un corto circuito a la hora de invertir de giro al motor. Por ello en este segmento la salida (MS2\_motor\_poleas\_subida) es activa siempre y cuando el motor no esté activado en reversa (salida MR2\_motor\_poleas\_bajada), inclusive se ha puesto un retardo a la conexión de 20 milisegundos, para evitar el caso el cambio de giro se realice al mismo tiempo.

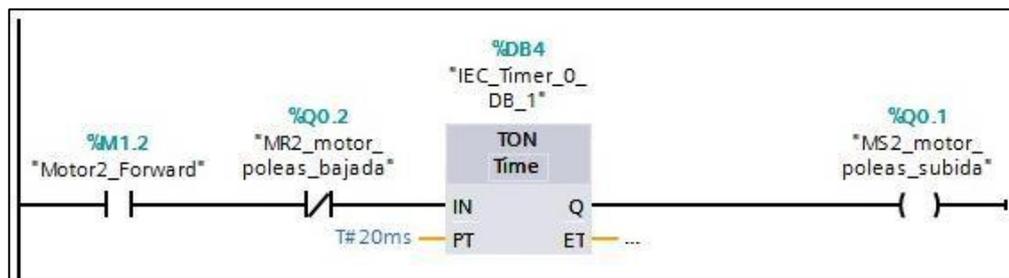


Figura 56 Segmento 10 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Segmento 11: "Accionamiento del motor de poleas de bajado", bajo el mismo sustento al del segmento 11 se realiza el circuito de protección.

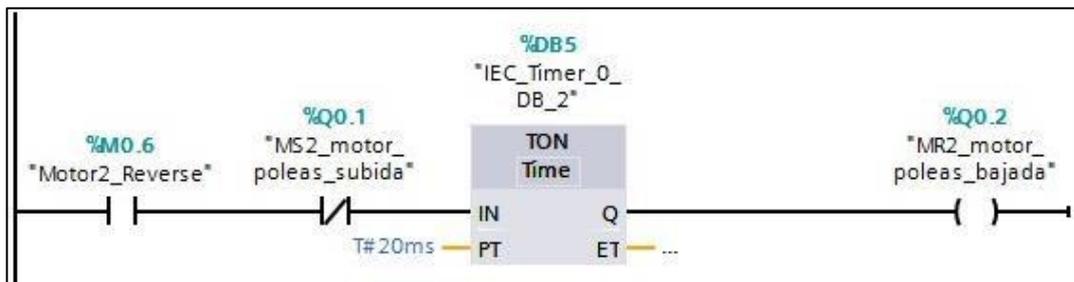


Figura 57 Segmento 11 programación de secuencia lógica de inicio

Fuente Elaboración Propia - TIA PORTAL

Como se puede observar, dentro de la programación de secuencia lógica se incluyen los tiempos, que son quienes marcan la gran diferencia, la elaboración correcta de la programación con los

tiempos ingresados para los accionamientos, permite un proceso rápido, continuo y eficiente.

- Situación Después (Post Test)

Luego de la información recolectada se tomó como tiempo aproximado de reparto 1.40 horas, además de que el sensor se activa cada 2 horas aproximadamente para rellenar, no va a rebalsar pues es controlado por los sensores de movimiento, una vez detectado el alimento se cierra el pistón y pasa al siguiente. Con una reducción de tiempo de este tipo, definitivamente genera una notable mejora en tiempos además de salvaguardar el bienestar del empleado y de los pollos, lo cual genera un beneficio económico.

- Muestra después

Tabla 10

Cuadro de tiempos en el proceso de alimentación automatizado

DIA	TIEMPO DISTRIBUCIÓN ALIMENTOS MEJORADO(MIN)										TOTAL MIN	HORA
	PLATO 1-10	PLATO 11-20	PLATO 21-30	PLATO 31-40	PLATO 41-50	PLATO 51-60	PLATO 61-70	PLATO 71-80	PLATO 81-90	PLATO 91-100	800 PLATOS	800 PLATOS
1	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
2	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
3	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
4	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
6	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
7	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
8	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
9	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
10	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
11	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
12	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
13	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
14	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
15	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
16	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
17	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
18	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
19	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
20	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
21	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
22	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
23	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
24	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
25	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
26	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
27	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
28	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
29	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
30	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
31	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
32	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
33	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
34	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
35	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
36	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
37	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
38	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
39	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
40	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4
41	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	90	1.5
42	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	84	1.4

Fuente Elaboración propia

Al observar estos nuevos tiempos en un galpón de pollo automatizado, se tiene que el tiempo de distribución se ha reducido significativamente un 66.58% en lo que ayuda en el crecimiento de los pollos.

$$\text{Tiempo Promedio} = \frac{60.50}{42} = 1.45$$

Reducción de tiempo de distribución

$$= \frac{P_{\text{antigua}} - P_{\text{nueva}}}{\text{Promedio actual}} \times 100$$

$$\text{Reducción de tiempo de distribución} = 66.58\%$$

- Se tiene como porcentaje de reducción 66.58%

d. Objetivo específico 02: Establecer un método de distribución para reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.

- Situación Antes (Pre Test)

Al realizar el proceso de distribución de alimento sigilosamente, se logró detectar que en los pasos que se iban dando para realizar la repartición se veía la caída de alimento balanceado al suelo, se puede observar tres notables pérdidas de alimento durante el reparto, el primero es cuando la comida de alimento balanceado cae por gravedad al buggy, una cantidad de ese alimento cae al suelo y se pierde, luego el galponero traslada el alimento en el buggy dentro del galpón, en ese momento se recoge el alimento del buggy con un cucharón para luego verterlo en el comedero, en esa acción de coger el alimento y trasladarlo y colocarlo en el comedero, se cae nuevamente el alimento sobre la pajilla de los pollitos de engorde y el último desperdicio detectado, es que del día 1 al día 3 de los pollitos bebés, la comida es derramada sobre el papel Kraft para que ellos aprendan a comer, pero al no ver un control de cantidad en ese momento ya que se saca la comida del saco directamente al suelo, hay

comida que no logran terminar de comer los pollos, además que a veces caen en rendijas o lugares donde el pollo no ve o no tiene fácil acceso y ese alimento es desperdiciado.

Al analizar esta información, ese alimento que cae al suelo es totalmente perdido, no se vuelve a colocar al comedero por precaución. Lo que se hizo en este estudio fue recoger esos desperdicios lo mejor que se pudo, no fue nada sencillo, pero se logró recoger una cantidad considerable para poder realizar el análisis, luego ese desperdicio fue colocado en sacos. Entonces cada vez que se repartía alimento durante la campaña, se realizó un conteo diario en cada uno de los desperdicios comentados y se fueron registrando, lo cual permitió saber el aproximado total de desperdicio por campaña que en costo es considerable. A continuación, en la figura 31 se muestra los 3 desperdicios antes mencionados, se analizó por día y se obtuvo el total.

- Muestra antes

Tabla 11

Control de desperdicios durante una campaña

Desperdicios Campaña Agosto - Septiembre de Galpón 1				
Edad (días)	Desperdicios de alimento en papel kraft con pollitos	Desperdicio del Silo al Buggy (Kg)	Desperdicio del Buggy al comedero (Kg)	Total de desperdicio diario (Kg)
1	50.00	0.980	-	50.980
2	50.00	1.200	-	51.200
3	50.00	1.000	-	51.000
4		1.000	2.010	3.010
5		0.960	1.998	2.958
6		1.100	1.999	3.099
7		0.980	2.100	3.080
8		1.000	2.050	3.050
9		0.970	2.030	3.000
10		1.050	1.997	3.047
11		0.990	1.999	2.989
12		1.300	2.000	3.300
13		1.070	2.000	3.070
14		0.990	2.100	3.090
15		0.920	2.020	2.940
16		1.000	1.999	2.999
17		0.960	2.200	3.160
18		0.990	1.998	2.988
19		1.000	2.150	3.150
20		1.100	2.070	3.170
21		1.150	1.997	3.147
22		0.990	2.000	2.990
23		1.300	1.999	3.299
24		1.000	2.100	3.100
25		1.200	2.130	3.330
26		0.970	2.080	3.050
27		0.980	1.999	2.979
28		1.000	1.998	2.998
29		1.150	2.000	3.150
30		1.250	2.050	3.300
31		0.970	1.997	2.967
32		0.980	2.200	3.180
33		1.300	1.999	3.299
34		1.200	2.060	3.260
35		0.990	2.080	3.070
36		0.970	1.998	2.968
37		1.200	1.999	3.199
38		1.000	2.120	3.120
39		0.980	1.998	2.978
40		1.250	2.000	3.250
41		1.100	1.999	3.099
42		0.990	2.000	2.990
<b>TOTAL</b>	<b>150.000</b>	<b>44.480</b>	<b>79.523</b>	<b>274.003</b>

Fuente Elaboración propia

En esta tabla se puede observar el desperdicio total hallado.

Luego de esa recolección de datos, se pudo establecer algunos resultados totales, el desperdicio promedio del día 1 al 3 es de 51 Kg por día, el desperdicio detectado del día 4 al 42 fue aproximadamente 3.10 en promedio por día. Con esta información se obtuvo como resultado total

que al final de la campaña de 42 días, hay un desperdicio de 274 Kg por galpón. Luego se multiplicó por las 7 campañas que hay en el año, obteniendo así 1 918 Kg al año en desperdicios, como sabemos que cada kilo de alimento balanceado tiene un costo de 2 soles el Kg. Se obtuvo que en desperdicios se pierden alrededor de 3 836 soles al año aproximadamente.

$$\text{Desperdicio: } \frac{274}{152190} * 100 = 0.18\%$$

152190

Tabla 12

Desperdicios totales al final de una campaña

Desperdicio		Unidades
Desperdicio promedio del día 1 al día 3	51	Kg
Desperdicio promedio del día 4 al 42	3.10	Kg
Total de desperdicio durante la campaña de 42 días (Kg)	274	Kg
Total de desperdicio anual	1918	Kg
Gasto anual en desperdicios por galpón (Soles)	3836	Soles

Fuente Elaboración propia

En la figura 58, se muestra un poco del desperdicio, en este caso es el caído del Silo al piso.



Figura 58 Desperdicios caídos del Silo

Fuente La granja

En la figura 59, se muestra como es el proceso de verter la comida en el comedero a través de un cucharón.



Figura 59 Desperdicios al verter el alimento balanceado en el comedero

Fuente La granja

- Al aplicar la Teoría Para darle solución a este problema se propuso un correcto reparto del alimento, con la investigación se logró ver que la optimización de distribución de alimentos logra reducir desperdicios y costos, la optimización busca obtener mejores resultados, mayor eficacia y eficiencia en el desempeño de una tarea, en este caso la distribución de alimento. Pero para lograr la optimización se estableció un método de distribución automatizado, como se daría este reparto de manera ordenada y que reduzca el desperdicio y la intervención humana. A continuación, explicamos un método coherente de distribución para lograr un correcto proceso.



Figura 60 Proceso de optimización de la distribución de alimentos

Fuente Elaboración Propia

- Paso 1: Llenar el Silo de comida
- Paso 2: Presionar pulsador Start de activación para que el sistema empiece a correr el sistema.
- Paso 3: Se activa el contador de alimentación

- Paso 4: Se activa el cilindro neumático o pistón para la entrada del alimento balanceado, es decir se contrae para permitir el paso del alimento por las tuberías.
- Paso 5: Se activa el sensor inductivo, hasta que perciba la presencia del alimento al nivel que se encuentra.
- Paso 6: Se cierra el pistón neumático del primer plato.
- Paso 7: Se abre el pistón neumático del plato 2, para que el alimento balanceado ingrese al comedero 2.
- Paso 8: Se activa el sensor inductivo del comedero 2, hasta que perciba la presencia del alimento al nivel que se encuentra.
- Paso 9: Se cierra pistón neumático del segundo plato.
- Paso 10: Sucederá así sucesivamente hasta llegar al plato 800.
- Paso 11: Se detiene cuando complete los 800 comederos o cuando se presione el pulsador Stop.

En la figura 61, se muestran las partes en un prototipo que permite entender cómo sería ese método de distribución.

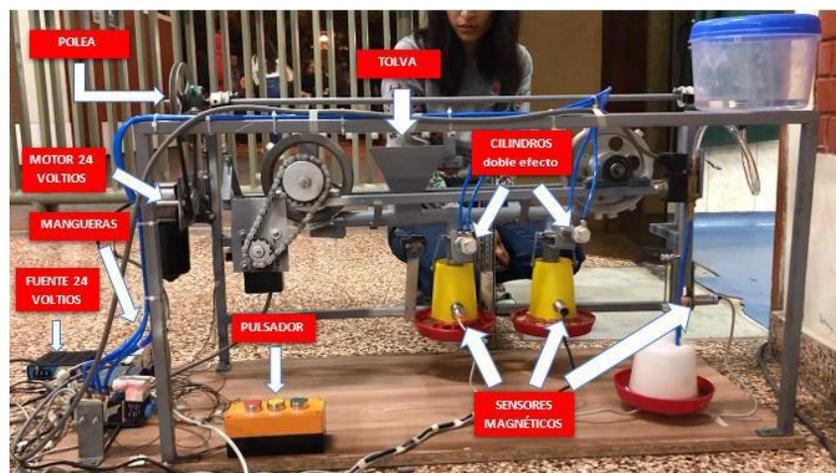


Figura 61 Vista frontal de prototipo

Fuente Elaboración Propia

Se aplicó este método de distribución sin intervención humana y haciendo uso de la tecnología se consiguió optimizar el proceso logrando una reducción de desperdicio considerable.

- Situación Después (Post Test)

Tabla 13

Cantidad de alimento balanceado que consume un pollo promedio

Cantidad de alimento balanceado		
Kg que come un pollo macho durante toda la campaña	5073	G
	5.073	Kg
Kg que comen los 30 000 pollos en un galpón	152190	Kg

Fuente Elaboración propia

Al tener claro la cantidad de alimento que se consume por campaña, se realizó un exhaustivo control de todos aquellos tipos de desperdicios, que se han podido visualizar en la tabla anterior. Entonces lo que se propone es un método correcto para la distribución del alimento, el mejor método que se ha encontrado, es a través de un sistema de alimentación automatizado, en donde no hay intervención humana, pues eso es lo que genera el desperdicio en la distribución manual.

Al desarrollar y simular un sistema de alimentación automatizado, en donde el método de reparto es uniforme y realizado por un sistema sin intervención humana, se logra observar la disminución significativa de desperdicio de alimento balanceado. Dentro de las especificaciones de la maquina se encuentra que la eficiencia de dicho sistema es de 90%, si bien se indica que no se genera ningún desperdicio, al haber realizado un prototipo se notó un mínimo y probable residuo al cerrar los pistones del sistema, por ello, al ser una máquina que trabaja al 90%, ese 10% restante es el residuo más probable a obtener, de ellos obtuvimos que el nuevo desperdicio se daría aproximadamente de un 0,274 kg, lo cual representa un 0.00018%.

- Muestra después

Tabla 14

Cantidad de alimento balanceado que consume un pollo promedio

Edad del pollo en días	Desperdicios de alimento al cierre del pistón	Edad del pollo en días	Desperdicios de alimento al cierre del pistón	Edad del pollo en días	Desperdicios de alimento al cierre del pistón
1	0.05098	15	0.00294	29	0.00315
2	0.0512	16	0.002999	30	0.0033
3	0.051	17	0.00316	31	0.002967
4	0.00301	18	0.002988	32	0.00318
5	0.002958	19	0.00315	33	0.003299
6	0.003099	20	0.00317	34	0.00326
7	0.00308	21	0.003147	35	0.00307
8	0.00305	22	0.00299	36	0.002968
9	0.003	23	0.003299	37	0.003199
10	0.003047	24	0.0031	38	0.00312
11	0.002989	25	0.00333	39	0.002978
12	0.0033	26	0.00305	40	0.00325
13	0.00307	27	0.002979	41	0.003099
14	0.00309	28	0.002998	42	0.00299
				<b>Total</b>	<b>0.274</b>

Fuente Elaboración Propia

Con esa nueva data de desperdicio, se logra observar que la pérdida es casi insignificante, no llega ni a un kilo, se logra reducir del 0.18% de desperdicio al 0.00018% del desperdicio.

$$\text{Nuevo Desperdicio: } \frac{0,274}{152190} * 100 = 0.00018\%$$

152190

e. Objetivo específico 03: Integrar un sistema de elevación para reducir la mortalidad de los pollos de engorde.

- Situación Antes (Pre Test)

Una de las variables en estudio es la mortalidad, con investigación se pudo llegar a alguna conclusión, para ello se conversó con el responsable de la parte administrativa de la granja y brindó información sobre las deformaciones y mortalidad que hay en toda la granja de pollos, de ello se estuvo revisando y muchas razones de la mortalidad son genéticas pero se observaron un par de puntos importantes, primero que las deformaciones en cuello y patas se dan

debido a la mala posición de los comederos, naturalmente a medida que los pollos van creciendo, su cabeza se encuentra más alejada del piso que es en donde se encuentran los comederos colocados, por ende los pollos deben estirar su cuello mucho para agacharse, dejando lesiones en las almohadillas de sus patas y en su cuello; además que al estar al nivel del suelo, los pollos pisan el alimento, lo rebalsan y ese alimento cae en las camas de los pollos en donde se mezclan con heces, lamentablemente a veces los pollos comen ese alimento contaminado y humedecido con bacterias que agrava o desarrolla alguna enfermedad compleja en los pollos. En la tabla 15 podrán observar con mayor detalle la mortalidad incluso por cada galpón que hay en la granja y cuáles son las enfermedades más frecuentes durante la campaña de 42 días.

- Muestra Antes

Tabla 15

Control de mortalidad de una campaña de la granja

Control de Mortalidad (Campaña de crianza)						Control de Mortalidad (Campaña de crianza)					
MAYO - JUNIO 2021						MAYO - JUNIO 2021					
GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD			GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD		
1	7	M	Onfalalitis	40	9.48%	1	14	M	Onfalalitis	20	6.99%
			Retención de Yema	50	11.85%				Retención de Yema	36	12.59%
			Material caseoso	60	14.22%				Material caseoso	50	17.48%
			Erosión Molleja	79	18.72%				Erosión Molleja	61	21.33%
			Uratosis	80	18.96%				Higado Graso	50	17.48%
			Higado Graso	73	17.30%				Problema respiratorio	12	4.20%
			Inhalación	40	9.48%				Higado Hemorrágico	57	19.93%
			<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>422</b>	<b>100.00%</b>				<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>286</b>	<b>100.00%</b>
1	21	M	Material caseoso	100	34.48%	1	28	M	Onfalalitis	25	7.02%
			Erosión Molleja	57	19.66%				Retención Yema	15	4.21%
			Higado Graso	78	26.90%				Material caseoso	43	12.08%
			Higado hemorrágico	55	18.97%				Erosión Molleja	70	19.66%
									Higado Graso	80	22.47%
									Deformaciones	69	19.38%
<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>290</b>	<b>100.00%</b>	<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>356</b>	<b>100.00%</b>						
1	35	M	Sangre en Ciego	25	11.85%	1	42	M	Onfalalitis	23	13.14%
			Material caseoso	25	11.85%				Retención Yema	27	15.43%
			Erosión Molleja	20	9.48%				Material caseoso	27	15.43%
			Higado Graso	44	20.85%				Erosión Molleja	14	8.00%
			Deformaciones	77	36.49%				Higado Graso	29	16.57%
			Higado hemorrágico	20	9.48%				Inhalación	55	31.43%
			<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>211</b>	<b>100.00%</b>				<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>175</b>	<b>100.00%</b>
					<b>TOTAL DE MORTALIDAD</b>	<b>1740</b>					

Fuente La granja en estudio

Como se puede observar en la tabla, por una campaña de 42 días se tiene alrededor de 1740 pollos por galpón. Con ello se obtuvo que la mortalidad por galpón es del 5.8%. La cual es muy alta, superior al promedio y con ello viene una gran pérdida económica.

Indicador de Mortalidad:

$$\text{Mortalidad: } \frac{1740}{30000} * 100 = 5.80\%$$

- Aplicación de la Teoría (Variable Independiente)

La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada, es la propuesta ante la problemática que se presenta frente a la mortalidad, muchos de los pollos mueren debido a que el alimento está en el piso causando deformaciones de extremidades y enfermedades, por ello se estableció que integrar un sistema de elevación a los comederos sería de gran beneficio, por tanto, al saber que los pollos por semana crecen alrededor de unos 3.5 cm aproximadamente, esta será la altura que se utilizará para la programación del sistema de elevación durante las 6 semanas. El sistema de elevación es impulsado por un motor y un sistema de poleas para poder llegar al punto más alto requerido, trayendo beneficios como optimización de costos, así como la calidad de producto. Además, el sistema de elevación tiene un funcionamiento silencioso y escalabilidad, es decir tiene la propiedad de incrementar el tamaño del sistema sin que la calidad y funcionamiento resulten comprometidos. A continuación, se explicará cómo se da el desarrollo al integrar la elevación antes mencionada, como se aplica y se realiza paso a paso, lo cual depende de la secuencia lógica programada y del accionar en el mismo sistema.



Figura 62 Proceso de elevación del sistema alimentación  
Fuente Elaboración Propia

- Paso 1: Se presiona pulsador de activación para que empiece a correr el sistema.
- Paso 2: Se activa contador para el accionamiento del elevador.
- Paso 3: Se inicia el conteo cuando la marca de habilitación este activada.
- Paso 4: La marca de reloj interno da el pulso para aumentar la cuenta.
- Paso 5: Cuando el conteo llegue al valor determinado, es decir el valor que ha sido definido mediante base de datos, el contador activará un pulso a la salida para iniciar el proceso de subir los comederos.
- Paso 6: Los comederos inician su ascenso a través de un sistema de poleas.
- Paso 7: Los comederos llegan hasta la altura máxima establecida por la data ingresada y tienen contacto con el final de carrera superior.
- Paso 8: El contador se resetea cuando llega al punto máximo o cuando el pulsador Ambar haya sido presionado.

- Paso 9: El motor trabaja en reversa para el descenso de los comederos.
- Paso 10: El sistema se detiene cuando el final de carrera de la parte inferior detecta que ya llegó al inicio.

Para poder realizar el sistema de elevación se necesitó de la secuencia lógica con tiempos, finales de carrera superior e inferior, además de un sistema de poleas, lo cual permite hacer este proceso viable.

- Situación Después (Post Test)

Contar con un sistema de elevación permite que los pollos puedan comer con comodidad sin exigir sus extremidades, y disminuye el riesgo de bacterias en el área. Los pollos ya no saltan sobre el plato, o lo golpean y lo botan provocando que el alimento caiga. Con la investigación realizada a este tipo de sistema y sus especificaciones, la nueva mortalidad esperada sería de 1.5 %. Logrando así una reducción de 4.3 % en mortalidad por galpón, pollos que ya no morirán, sino que se convertirán en un mayor ingreso, además de resultar con una calidad mayor, debido a su correcto cuidado.

- Muestra después

Con la nueva mortalidad esperada de 1.5%, que representa a 450 pollos muertos por galpón. Se tiene reducción de mortalidad al evitar que se propaguen las bacterias y sin deformaciones, por ello analizando la mortalidad esperada, se obtuvo una nueva tabla de mortalidad en donde aquellas enfermedades ocasionadas por las bacterias y deformaciones, tienen una reducción en la cantidad de muertes.

Tabla 16

Control de mortalidad de una campaña de la granja

Control de Mortalidad (Campaña de crianza)					Control de Mortalidad (Campaña de crianza)						
GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD		GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD			
1	7	M	Onfalatitis	40	40.00%	1	14	M	Onfalatitis	20	24.39%
			Retención de Yema	0	0.00%				Retención de Yema	0	0.00%
			Material caseoso	60	60.00%				Material caseoso	50	60.98%
			Erosión Molleja	0	0.00%				Erosión Molleja	0	0.00%
			Uratosis	0	0.00%				Higado Graso	0	0.00%
			Higado Graso	0	0.00%				Problema respiratorio	12	14.63%
			Inhalación	0	0.00%				Higado Hemorragico	0	0.00%
<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>82</b>	<b>100.00%</b>						
GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD		GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD			
1	21	M	Material caseoso	100	100.00%	1	28	M	Onfalatitis	25	36.76%
			Erosión Molleja	0	0.00%				Retención Yema	0	0.00%
			Higado Graso	0	0.00%				Material caseoso	43	63.24%
			Higado hemorragico	0	0.00%				Erosión Molleja	0	0.00%
									Higado Graso	0	0.00%
						Deformaciones	0	0.00%			
						Higado hemorragico	0	0.00%			
<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>68</b>	<b>100.00%</b>						
GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD		GALPÓN	EDAD (Días)	SEXO	CAUSAS MORTALIDAD			
1	35	M	Sangre en Ciego	25	50.00%	1	42	M	Onfalatitis	23	46.00%
			Material caseoso	25	50.00%				Retención Yema	0	0.00%
			Erosion Molleja	0	0.00%				Material caseoso	27	54.00%
			Higado Graso	0	0.00%				Erosión Molleja	0	0.00%
			Deformaciones	0	0.00%				Higado Graso	0	0.00%
			Higado hemorragico	0	0.00%				Inhalación	0	0.00%
<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>50</b>	<b>100.00%</b>	<b>Totalidad Mortalidad</b>	<b>50</b>	<b>100.00%</b>						
					<b>TOTAL DE MORTALIDAD 450</b>						

Fuente Elaboración propia

## Indicador de Mortalidad:

$$\text{Mortalidad: } \frac{450}{30000} * 100 = 1.5 \%$$

30000

### i. Resumen de resultados

Tabla 17

Resumen de resultados

Hipótesis	Variables Independiente	Variables dependiente	Indicador VD	Pre-test	Post-Test	Variación	% de variación
1	Programación de secuencia Lógica	Tiempo de distribución de alimentos	Reducción del tiempo de distribución	4.34	1.45	-2.89	-66.59%
2	Método de distribución de alimentación	Desperdicio de alimento balanceado	% Desperdicio	274	0.274	-273.726	-99.90%
3	Integración de sistema de elevación	Mortalidad de los pollos	% Mortalidad	1740	450	-1290	-74.14%

Fuente Elaboración Propia

### ii. Flujo económico de la solución propuesta

#### 1. Ahorro en Mano de obra

Este sistema de automatización en la distribución de alimentos permite prescindir de dos galponeros y de 1 capataz, puesto que ya no se necesitará a un galponero por galpón, sino que podrá ser manejado por dos galponeros de día y uno de noche, y ya no será necesario capataz y un administrador, sino que se podrá manejar con una sola persona. En la tabla 18, se puede observar los sueldos que se pagan por cada una de las posiciones junto con todos sus beneficios que también son asumidos por el empleador.

Tabla 18

Costo total de trabajadores a prescindir

<b>Costo de trabajadores</b>		
<b>Conceptos</b>	<b>Galponero</b>	<b>Capataz</b>
Sueldo anual	11,400	15,600
Pagos a cargo del empleador		
Essalud 9%	1,026	1,404
Gratificación	950	1,300
Vacaciones	950	1,300
CTS-	950	1,300
<b>Total beneficios a pagar al trabajador</b>	15,276	20,904
Se tiene 2 galponeros y 1 capataz	30552	20,904
<b>Ahorro Anual en mano de obra</b>	<b>51456</b>	

Fuente Elaboración propia

Como se puede observar, con el desarrollo de este proyecto se lograría ahorrar anualmente 51 456 soles solo en mano de obra.

## 2. Ahorro Total en desperdicios

En la presentación de resultados se ha demostrado la cantidad en kilogramos de desperdicios que se pierde, este desperdicio podría ser ahorrado al desarrollar este sistema de alimentación automatizado para pollos de engorde. A continuación, en la tabla 19, se puede observar la cantidad total anual de desperdicios por galpón en kilogramos durante las 7 campañas que hay en el año, además se puede observar el costo total de esta.

Tabla 19

Ahorro anual en desperdicios por galpón

<b>Ahorro en desperdicios</b>	
<b>Total de desperdicio durante la campaña de 42 días (Kg)</b>	<b>1,918</b>
<b>Gasto por campaña en desperdicios (Soles)</b>	<b>3,836</b>
<b>Ahorro Anual en desperdicios por Galpón</b>	<b>3,836</b>

Fuente Elaboración propia

Como se puede observar, con el desarrollo de este proyecto se lograría ahorrar anualmente 3 836 soles disminuyendo el desperdicio.

### 3. Ahorro en disminución de mortalidad

La mortalidad es una de las variables importantes a tratar, pues representa una pérdida considerable que podría generar mayor ingreso, muchas de estas muertes son provocadas por malformaciones o enfermedades que se agravan cuando por causa del desperdicio caído al piso, esto se mezcla con las heces, ocasionando que los pollitos muchas veces coman directamente de este desperdicio con heces que se encuentran en la pajilla o cama, esto genera bacterias que enferman a los pollos o que agravan mucho más aún una enfermedad que ya podrían tener pues se acumulan bacterias que producen infecciones o daños irreversibles a los pollitos, además se conseguiría un ahorro paulatino de vacunas, pues definitivamente al no enfermarse tanto, o con infecciones graves, el uso de éstas disminuiría. En la tabla 20, se puede observar la cantidad de pollos muertos durante una campaña normal y la cantidad de pollos muertos esperados al implementar este sistema.

Tabla 20

Disminución de muertes con la propuesta de mejora

Mortalidad Actual	1,740
Mortalidad Esperada	450
Pollos que ya no morirán	1,290
Pollos que ya no morirán al año	<b>9030</b>

Fuente Elaboración propia

En la tabla 21, se puede observar datos como el valor de venta del pollo, el costo de un pollo alimentado, la utilidad bruta, otros gastos que se presentan y finalmente la utilidad neta por pollo que es de 0.48 céntimos por kilo de pollo.

Tabla 21

Utilidad Neta por pollo criado

<b>Vventa</b>	5.38
<b>Costo</b>	4.6
<b>Utilidad Bruta</b>	0.78
<b>Gastos</b>	0.3
<b>Utilidad Neta</b>	0.48

Fuente Elaboración propia

En la tabla 22, finalmente se muestra el ahorro total cuando de halla el valor de venta por un pollo de aproximadamente 2.8 kg.

Tabla 22

Total de ahorro en mortalidad

<b>Venta por Pollo</b>	15.064
<b>Costo por Pollo</b>	12.88
<b>Utilidad Bruta por Pollo</b>	2.184
<b>Gastos por pollo</b>	0.84
<b>Utilidad Neta por pollo</b>	1.34
<b>Totalidad de ahorro en Mortalidad Anual</b>	<b>12136</b>

Fuente Elaboración propia

Finalmente se puede observar el ahorro total por los 1290 pollos por galpón, al año ya no morirán 9030 pollos a partir de este sistema de alimentación automatizado, ahorrando alrededor de 19 722 soles anual.

#### 4. Ahorro Total anual

Entonces al revisar el ahorro total anual con una disminución de mano de obra, ahorro en desperdicios y en la disminución de mortalidad se obtiene un total de 75 014 soles al año.

Tabla 23

Ahorro total anual

<b>Ahorro total</b>	
Ahorro Anual en mano de obra	51456
Ahorro Anual en desperdicios	3,836
Total de ahorro en mortalidad	12,136
<b>Ahorro total anual</b>	<b>67428</b>

Fuente Elaboración propia

#### 5. Flujo económico de la solución propuesta

Se realizó el flujo económico para saber en cuanto tiempo se podrá recuperar la inversión, para ello se está analizando el ahorro, la inversión para poder llevar a cabo este sistema de alimentación automatizado, como el sistema en sí, el implementarlo, los materiales electrónicos, el software, diseño y capacitación, al mismo tiempo también se analizan los gastos de operaciones, es decir el mantenimiento para que esta solución pueda seguir funcionando, como los repuestos, consumibles de la máquina, salarios y un aumento en la luz para el funcionamiento de este, con una tasa de descuento de 20%, logrando obtener la recuperación de la inversión a los 4 años después de su implementación, el VAN del proyecto es de 35 380, el TIR o tasa interna de retorno es de 35 % y el ROI o retorno sobre la inversión es del 29%.

En la tabla 24, se puede observar lo antes mencionado de manera más específica.

Tabla 24

Flujo económico de la solución propuesta

### FLUJO ECONÓMICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

CONCEPTO/PERIODO	0	1	2	3	4	5
<b>A. AHORRO</b>		67,428	67,428	67,428	67,428	67,428
Reducción de Mermas		67,428	67,428	67,428	67,428	67,428
<b>B.- INVERSIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN (implementar/instalar solución)</b>	122,285					
Sistema de comedero automatizado	82,280					
Implementación del sistema de comederos automaticos	20,549					
Materiales electrónicos y eléctricos	5,710					
Software para laimplementación del proyecto	6,015					
Diseño y programación del portal	4,731					
Capacitación	3,000					
<b>C.- GASTO DE OPERACIONES (funcionar y mantener la solución)</b>	0	12,342	12,342	12,342	12,342	12,342
Repuestos		2,742	2,742	2,742	2,742	2,742
Consumibles de la máquina		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Salarios de mantenimiento		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Aumento de luz		3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
<b>D.- FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	-122,285	55,086	55,086	55,086	55,086	55,086
<b>E.- TASA DE DESCUENTO (costo oportunidad del dinero-mejor alternativa de inversión)</b>	20%					
<b>F.- VAN DEL PROYECTO</b>	35,380					
<b>G.- TASA INTERNA DE RETORNO</b>	35%					
<b>H.- PERIODO DE RECUPERACION EN AÑOS</b>	3.10					
<b>I.- ROI (return on investment - Retorno sobre la inversión)</b>	29%					

Fuente Elaboración propia

## 6. Simulación ProModel

Como se menciona en los capítulos anteriores, para la propuesta de mejora de la distribución del alimento se desarrolló una simulación con el Software ProModel. Se realizó la simulación de los dos escenarios, el actual y el mejorado a fin de compararlos y evidenciar qué si hay una verdadera mejora con lo propuesto, permite disminuir los tiempos de operación y disminuir el desperdicio.

### ▪ Modelo Actual

En este escenario se plasmó la situación actual (real) que presenta la granja. Como se observa en la Figura 63, se puede observar la simulación real antes de iniciar, se colocó el almacén de alimentos que representan al Silo en la granja real, si bien cada galpón cuenta con 800 platos, en está simulación se muestra el proceso de 10 platos para una mejor visualización del reparto manual, cada barrita a la altura del galpón representa si el plato está lleno o si su cantidad va bajando, el tacho de basura representa al desperdicio que se genera en cada repartición y tenemos marcadores que muestran el consumo de alimento y el almacén de desperdicio. Además, resaltar que la capacidad de alimento por galpón es de 2400 Kg. Se puede apreciar también que la distribución está por comenzar un lunes a las 7 am.

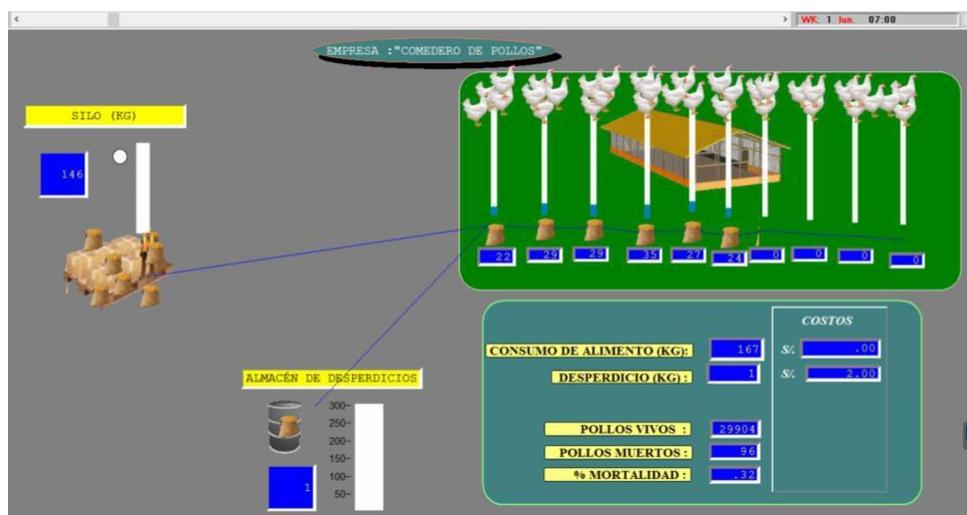


Figura 63 Modelo actual en el software ProModel Lunes 7 am  
Fuente Promodel - Elaboración propia

En la figura 64, se muestra el modelo actual operando el mismo día lunes a las 10 am, en esta figura ya se puede observar al galponero trabajando, y las barras de alimento casi llenas, pues está terminando la distribución de la mañana.

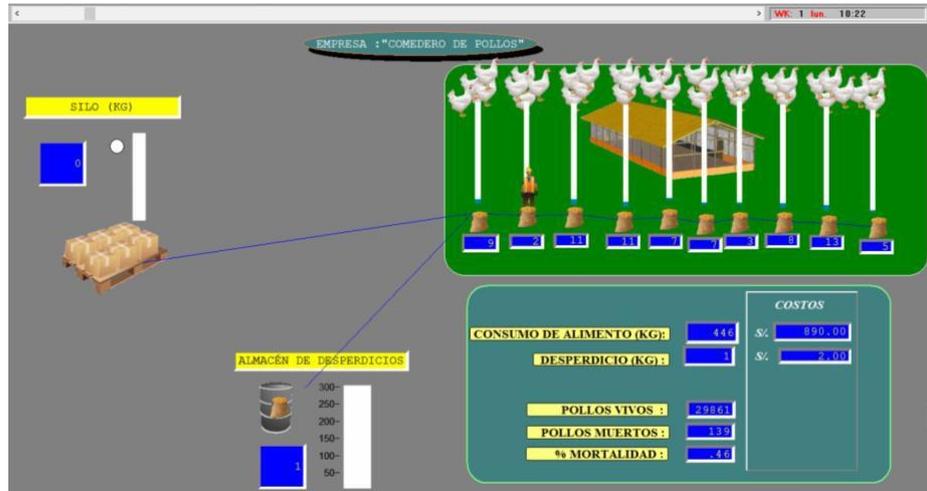


Figura 64 Modelo actual en el software ProModel Lunes 10 am

Fuente Promodel - Elaboración propia

En la figura 65, se muestra el modelo actual operando el mismo día lunes a las 4 pm, en esta figura se puede observar que las barras de alimento han bajado pues ya han sido consumidas y en el turno de la tarde se están rellenando los comederos, también se puede visualizar el consumo de alimento hasta esa hora y también ya se registra el desperdicio en kg en el almacén de desperdicios.

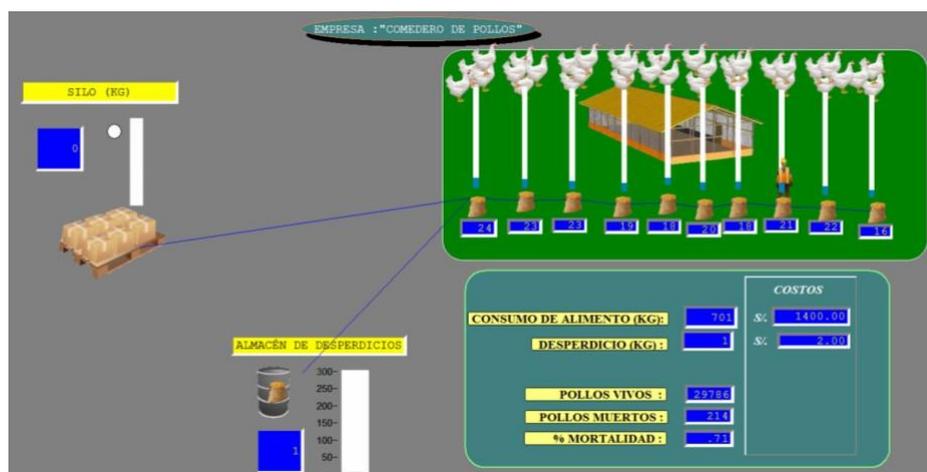


Figura 65 Modelo actual en el software ProModel Lunes 4 Pm

Fuente Promodel -Elaboración propia

Y así sucesivamente se puede ir visualizando cada día de la semana por cada uno de los turnos en que se desarrolla la distribución manual, tanto en la mañana como en la tarde-noche.

En la figura 66, se puede observar el reporte obtenido de la simulación actual, donde muestra el nivel ocupado de los 10 platos, es importante recordar que para la demostración solo se están considerando 10 platos para multiplicarlo luego por 80 y obtener la totalidad de los 800 comederos. También se puede apreciar el Silo que en este caso se observa aún está lleno a un 99%, otro factor importante es el desperdicio, donde se coloca todo el desperdicio obtenido.

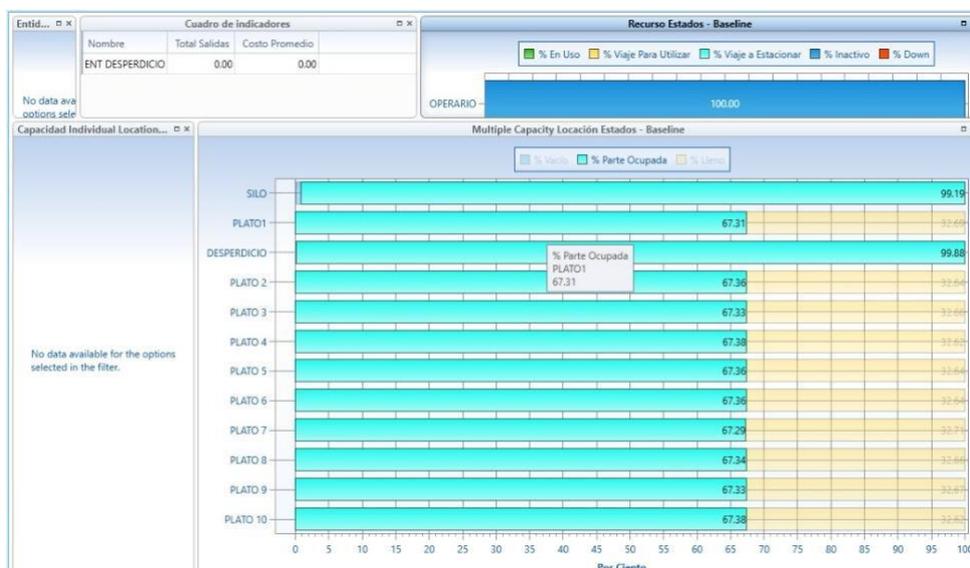


Figura 66 Reporte de simulación actual de la distribución de alimento

Fuente Promodel -Elaboración propia

En la Tabla 25, se puede visualizar el reporte del tiempo, la capacidad total de cada una de las entidades, además del contenido acumulado que tiene cada una de las variables, este reporte muestra de forma más clara las cantidades del transcurso de la operación.

Tabla 25

Reporte de la capacidad y tiempo

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
SILO	42.00	608,760.00	152,190.00	3.00	453.33	2,819.00	0.00	0.07	
PLATO1	32.08	255.00	15,086.00	1.67	32.77	255.00	2.00	12.85	
DESPERDICIO	42.00	300.00	259.00	359.58	92.39	259.00	259.00	30.80	
PLATO 2	22.55	255.00	15,066.00	0.84	23.31	255.00	0.00	9.14	
PLATO 3	29.52	255.00	15,181.00	1.32	28.38	255.00	0.00	11.13	
PLATO 4	29.96	255.00	15,235.00	1.32	27.96	255.00	1.00	10.97	
PLATO 5	30.56	255.00	15,259.00	1.34	27.92	255.00	0.00	10.95	
PLATO 6	28.94	255.00	15,199.00	1.33	29.01	255.00	1.00	11.38	
PLATO 7	29.14	255.00	15,198.00	1.34	29.03	255.00	0.00	11.38	
PLATO 8	29.06	255.00	15,165.00	1.33	28.82	255.00	2.00	11.30	
PLATO 9	29.21	255.00	15,448.00	1.34	29.44	255.00	0.00	11.54	
PLATO 10	29.66	255.00	15,094.00	1.32	27.96	255.00	0.00	10.97	
GALPON POLLO	42.00	30,000.00	30,000.00	757.68	22,550.07	30,000.00	16,410.00	75.17	
loc pollos muertos	42.00	999,999.00	1,740.00	0.02	0.03	4.00	0.00	0.00	

Fuente ProModel -Elaboración propia

En la tabla 26, se puede visualizar de las variables de entrada de maíz, consumo de alimento, almacén de desperdicio, donde se registra los tiempos de reparto.

Tabla 26

Reporte de las entradas de la simulación

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Hr)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
ENTRADA DE MAIZ	152,190.00	0.01	0.00	152,190.00	152,190.00	55,469.95
CONSUMO DE ALIMENTO	151,917.00	0.01	0.00	151,917.00	151,917.00	54,919.02
ALMACÉN DE DESPERDICIO	273.00	3.67	0.00	273.00	273.00	97.60
V pollos vivos	31,740.00	0.03	0.00	30,000.00	28,260.00	28,704.11
V pollos muertos	1,740.00	0.58	0.00	1,740.00	1,740.00	1,295.89
V Mortalidad	1,740.00	0.58	0.00	5.80	5.80	4.32
v COSTO ALIMENTO	151,911.00	0.01	0.00	303,834.00	303,834.00	109,837.38
v COSTO DESPERDICIO	273.00	3.67	0.00	546.00	546.00	195.20
V tiempo	152,190.00	0.01	0.00	1,001.00	1,001.00	503.47

Fuente ProModel-Elaboración propia

- Modelo de mejora

En este escenario se plasmó nuestra propuesta de mejora automatizada para la distribución de alimentos, por lo cual se ha simulado como sería el proceso con esta mejora, para ello podrán observar en la figura 67, como se ve el proceso antes de iniciar, donde se colocó nuevamente el almacén de alimentos que representa el Silo donde se coloca el alimento balanceado, se puede apreciar la distribución del alimento de una manera más uniforme y se colocó una barra al lado derecho del galpón que muestra el máximo de la capacidad de alimento del galpón e indica en ese preciso momento hasta donde está lleno de alimento, por último se colocó una pequeña consideración de desperdicio casi nulo por la ejecución de cierre de pistones.

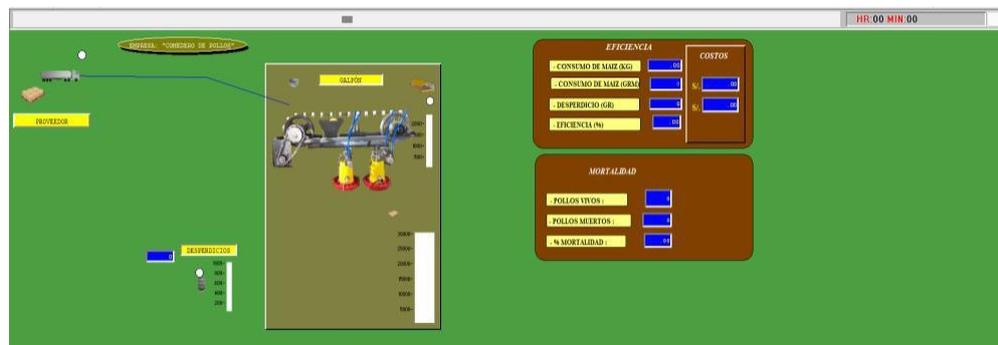


Figura 67 Modelo de mejora en el software ProModel antes de inicio

Fuente Promodel-Elaboración propia

En la figura 68, se muestra el modelo mejorado trabajado en ProModel, pero ya se encuentra en marcha, como se puede observar ya la barra de cantidad de alimento dentro del galpón se ha comenzado a llenar y se registra un desperdicio casi insignificante.

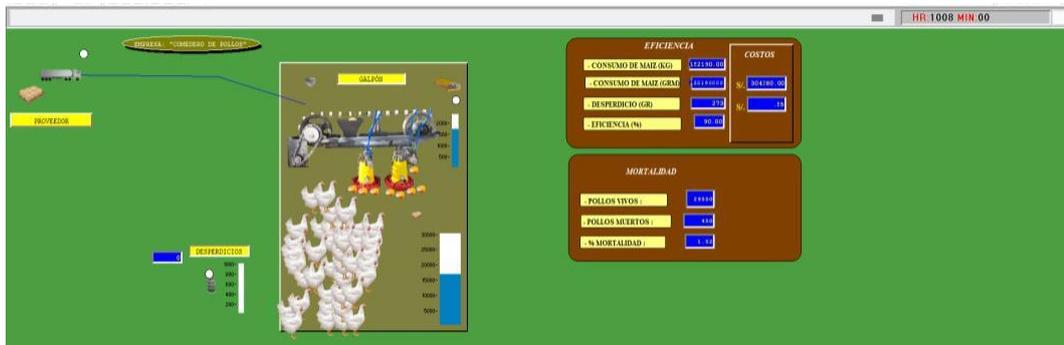


Figura 68 Modelo de mejora en el software ProModel en proceso

Fuente ProModel-Elaboración propia

En la tabla 27, se puede observar la tabla resumen de las locaciones establecidas para el sistema de alimentación automatizado, tenemos tiempo, capacidad, % de utilización de la locación.

Tabla 27

Reporte de simulación

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
PROVEEDOR	1,008.00	999,999.00	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
GALPÓN	1,008.00	2,400.00	152,190.00	397.76	1,000.91	1,790.00	1,717.00	41.70
DESPERDICIOS	1,008.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA CARGA	1,008.00	999,999.00	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
ZONA DESCARGA	1,008.00	999,999.00	152,196.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
GALPON POLLO	1,008.00	30,000.00	30,000.00	45,460.94	22,550.07	30,000.00	16,410.00	75.17
loc pollo muertos	1,008.00	999,999.00	450.00	1.00	0.01	2.00	0.00	0.00

Fuente ProModel-Elaboración propia

En la tabla 28, se puede observar el resumen de las variables utilizadas en el sistema de alimentación automatizado, aquí tenemos como la entrada de maíz, el consumo de alimento y un desperdicio que como se puede observar es casi insignificante.

Tabla 28

Reporte de variables

Variable Resumen							
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio	
V CONSUMO DE ALIMENTO KG	152,190.00	0.40	0.00	152,190.00	152,190.00	54,079.82	
v consumo de alimento GRM	152,190.00	0.40	0.00	152,190,000.00	152,190,000.00	54,079,819.93	
V DESPERDICIO	152,190.00	0.40	0.00	273.00	273.00	96.86	
POLLOS MUERTOS	450.00	134.19	0.00	450.00	450.00	335.26	
POLLOS VIVOS	30,450.00	1.98	0.00	30,000.00	29,550.00	29,664.74	
MORTALIDAD	450.00	134.19	0.00	1.52	1.52	1.13	
EFICIENCIA	152,190.00	0.40	0.00	90.00	90.00	90.00	
V COSTO CONSUMO DE MAIZ	152,190.00	0.40	0.00	304,380.00	304,380.00	108,159.64	
v COSTO DESPERDICIO	152,190.00	0.40	0.00	0.55	0.55	0.19	
V tiempo	152,190.00	0.40	0.00	1,007.00	1,007.00	503.49	

Fuente ProModel-Elaboración propia

7. Diseño del sistema de alimentación automatizado

A continuación, se muestra la propuesta de diseño de cómo podría darse el sistema automatizado, que contaría con el Silo para el alimento balanceado, motores, poleas, plc, electroválvulas, sensores, cilindros neumáticos de doble efecto, relays, entre otros elementos. En la figura 69, se puede observar la pantalla del proceso en TIA PORTAL.

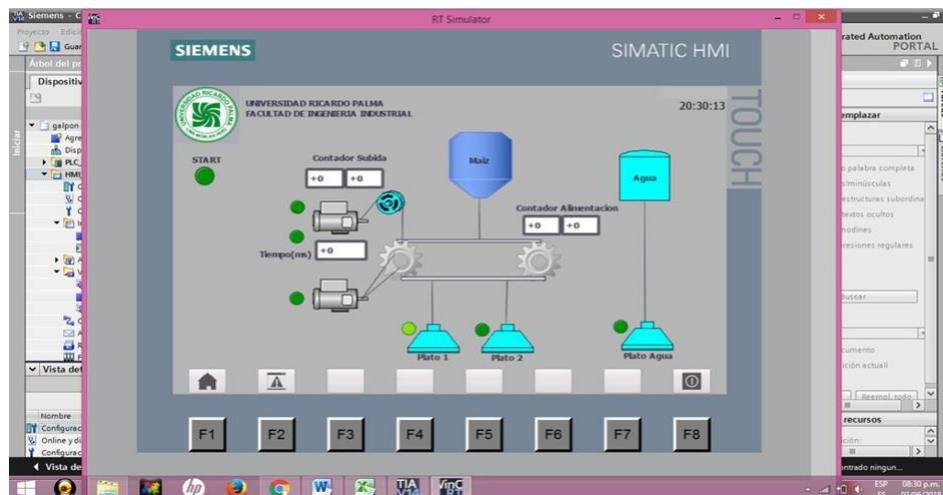


Figura 69 Pantalla del proceso en TIA PORTAL

Fuente Elaboración propia

También se realizó diseño del casco o estiba del sistema, es decir lo que soporta a los comederos y algunos sistemas electrónicos, en las figuras 70, 71 y 72, se puede observar el casco desde todos sus ángulos.

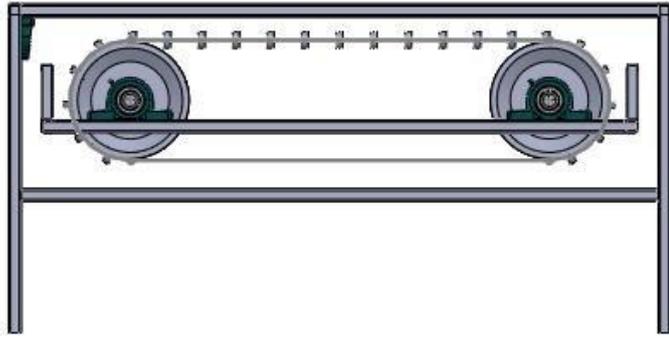


Figura 70 Vista frontal del diseño del casco en SolidWorks  
Fuente Elaboración propia



Figura 71 Vista superior del diseño del casco en SolidWorks  
Fuente Elaboración propia

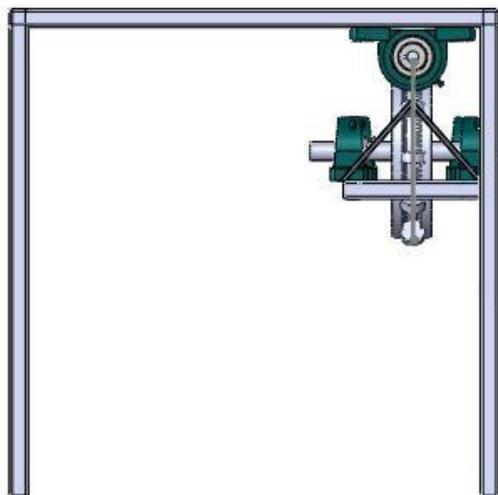


Figura 72 Vista de perfil del diseño del casco en SolidWorks  
Fuente Elaboración propia

Este diseño, se tomó en cuenta para construir un prototipo y poder demostrar el funcionamiento de este sistema, la máquina automatizada que se propone tiene el mismo sistema, para que se pueda tener una idea mejor de este prototipo y sus funciones que se realizó estando en el curso de MAC II, o también llamado Manufactura asistida por computadora fue un gran logro para poder seguir con esta investigación, para una mayor comprensión de lo antes mencionado revisar anexos (2,3).

## 5.2 Análisis de Resultados

- Pruebas de normalidad (para las tres hipótesis)

Para las pruebas de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. =< 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)

Por lo tanto, los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal.

- Contrastación de hipótesis (para las tres hipótesis)

Para la contrastación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H<sub>0</sub>: Hipótesis Nula – NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

H<sub>1</sub>: Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), o lo que es lo mismo, se rechaza la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. ≤ 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>), o lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

- a. Primera hipótesis específica: La automatización de la distribución de alimentos, mejorará el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.

Pruebas de normalidad

- Pre-test: Muestra de normalidad de distribución del alimento

H<sub>0</sub>: Los datos de la variable tiempo si presentan una distribución normal.

H<sub>1</sub>: Los datos de la variable tiempo no presentan una distribución normal.

En la siguiente Tabla 29 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

Tabla 29

Prueba de Normalidad de tiempo de distribución del alimento Pre-Test.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T.actual.hrs	,291	42	,200	,847	42	,739
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data extraída de la granja procesado en SPSS IBM Statistics 25.

Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (42 días) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,739; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal. Por lo tanto, se acepta la hipótesis.

- Post-test: Muestra de normalidad de tiempo de distribución del alimento

En la siguiente Tabla 30 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: Los datos de la variable tiempo sí presentan distribución normal.

H1: Los datos de la variable tiempo presentan distribución normal.

Tabla 30

Prueba de Normalidad de tiempo post test de la distribución del alimento

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T.mejorado.hrs	,532	42	,200	,912	42	,449
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25.

Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (42 días) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,449; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal.

### Contrastación de hipótesis

- Resultados de la contrastación

Al presentar tanto las variables en el pre-test como en el post-test una significancia mayor al 0,05 se realizará la prueba de variables relacionadas ya que se está evaluando las mismas variables a través del tiempo.

### Prueba de muestras relacionadas al tiempo de distribución

En la siguiente Tabla 31 se indicará el grado de significancia para determinar si la hipótesis es aceptada.

H0: La automatización de la distribución de alimentos, no mejorará el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.

H1: La automatización de la distribución de alimentos, mejorará el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.

Tabla 31

Prueba de muestras relacionadas del tiempo de distribución

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	T.actual.hrs - T.mejorado.hrs	2,3005	2,70174	,41689	1,45856	3,14240	5,518	41	,001

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia.

El resultado de la prueba de muestras emparejadas arroja un grado de significancia de 0,001; el cual es menor a 0,05. Esto indica que se rechaza la hipótesis nula.

La automatización de la distribución de alimentos sí tiene efectos significativos sobre los tiempos de distribución de alimentos para pollos de engorde.

- Estadísticos descriptivos

#### Muestra Pre-test

Tabla 32

Estadísticos descriptivos del tiempo actual

<b>Estadísticos</b>		
T.actual.hrs		
N	Válido	42
	Perdidos	0
Media		4,3433
Mediana		4,3500
Desv. Desviación		,02610
Varianza		,001

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 -Elaboración propia.

#### Muestra Post-test

Tabla 33

Estadísticos descriptivos del tiempo mejorado

<b>Estadísticos</b>		
T.mejorado.hrs		
N	Válido	42
	Perdidos	0
Media		1,4429
Mediana		1,4000
Desv. Desviación		,05009
Varianza		,003

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 -Elaboración propia.

- b. Segunda hipótesis específica: La optimización de la distribución de alimentos, reducirá el desperdicio de alimentos para pollos de engorde.

Pruebas de normalidad

- Pre-test: Prueba de normalidad de desperdicio de alimentos para pollos de engorde.

En la siguiente Tabla 34 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: Los datos de la variable desperdicio si presentan distribución normal.

H1: Los datos de la variable desperdicio no presentan distribución normal.

Tabla 34

Prueba de Normalidad al desperdicio de alimento Pre-Test

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desperdicio.Actual	,153	42	,200	,958	42	,801
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data extraída de la granja procesado en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (42 días) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,801; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal.

- Post-test: Muestra de normalidad de desperdicio de alimentos para pollos de engorde.

En la siguiente Tabla 35 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: Los datos de la variable desperdicio sí presenta distribución normal.

H1: Los datos de la variable desperdicio no presenta distribución normal.

Tabla 35  
Prueba de Normalidad al desperdicio Post-Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desperdicio.Mejorado	,168	42	,200	,932	42	,593
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25.

Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (42 días) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,593; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal.

#### Contrastación de hipótesis

- Resultados de la contrastación

En la siguiente Tabla 36 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: La optimización de la distribución de alimentos, no reducirá el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.

H1: La optimización de la distribución de alimentos, reducirá el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.

Tabla 36  
Prueba de muestras relacionadas del desperdicio

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Desperdicio.Actual - Desperdicio.Mejorado	6,51242	12,49129	1,927449	2,619865	10,404991	3,379	41	,002

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia

El resultado de la prueba de muestras emparejadas arroja un grado de significancia de 0,002; el cual es menor a 0,05. Esto indica que se rechaza la hipótesis nula.

La optimización de la distribución de alimentos sí tiene efectos significativos en el desperdicio de alimentos para pollos de engorde.

- Estadísticos descriptivos

#### Muestra Pre-test

Tabla 37

Estadísticos descriptivos del desperdicio actual

<b>Estadísticos</b>		
Desperdicio.Actual		
N	Válido	42
	Perdidos	0
Media		6,5190
Mediana		3,0945
Desv. Desviación		12,50380
Varianza		156,345

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia

#### Muestra Post-test

Tabla 38

Estadísticos descriptivos del desperdicio mejorado

<b>Estadísticos</b>		
Desperdicio.Mejorado		
N	Válido	42
	Perdidos	0
Media		,0065237
Mediana		,0030945
Desv. Desviación		,01250240
Varianza		,000

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia

- c. Tercera hipótesis específica: La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada, reducirá la deformación y mortalidad de los pollos de engorde.

#### Pruebas de normalidad

- Pre-test: Muestra de normalidad de distribución del alimento

En la siguiente Tabla 39 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: Los datos de la variable deformación y mortalidad sí presenta distribución normal.

H1: Los datos de la variable deformación y mortalidad no presentan distribución normal.

Tabla 39

Prueba de Normalidad a la mortalidad actual de pollos de engorde Pre-Test

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mortalidad. Actual	,167	6	,200*	,968	6	,880
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data extraída de la granja procesado en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (6 rangos) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,880; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal.

- Post-test: Muestra de normalidad de tiempo de distribución del alimento

En la siguiente Tabla 40 se indicará el grado de significancia para determinar el tipo de distribución.

H0: Los datos de la variable mortalidad sí presentan distribución normal.

H1: Los datos de la variable mortalidad no presentan distribución normal.

Tabla 40

Prueba de Normalidad a la mortalidad de los pollos de engorde Post-Test

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Mortalidad.Mejorada	,197	6	,200 <sup>*</sup>	,866	6	,209
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia.

Debido al tamaño de la muestra (6 rangos) la prueba elegida es la de Shapiro-Wilk. El resultado de la prueba de normalidad arroja un grado de significancia de 0,209; el cual es mayor a 0,05. Esto indica que los datos presentan una distribución normal.

#### Contrastación de hipótesis

- Resultados de la contrastación

En la siguiente Tabla 41 se indicará el grado de significancia para determinar si la hipótesis es aceptada.

H0: La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada no reducirá la mortalidad de los pollos de engorde.

H1: La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada reducirá la mortalidad de los pollos de engorde.

Tabla 41

Prueba de muestras relacionadas a la mortalidad

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
		Diferencias emparejadas					t	GI	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Mortalidad.Actual - Mortalidad.Mejorada	215,000	75,55131	30,84369	135,71377	294,28623	6,971	5	,001

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia.

El resultado de la prueba de muestras emparejadas arroja un grado de significancia de 0,01; el cual es menor a 0,05. Esto indica que se rechaza la hipótesis nula. La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada sí tiene efectos significativos en la mortalidad de los pollos de engorde.

- Estadísticos descriptivos

Muestra Pre-test

Tabla 42

Estadísticos descriptivos de mortalidad actual

<b>Estadísticos</b>		
Mortalidad.Actual		
N	Válido	6
	Perdidos	0
Media		290,00
Mediana		288,00
Desv. Desviación		90,843
Varianza		8252,400

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia

## Muestra Post-test

Tabla 43

Estadísticos descriptivos de mortalidad mejorada

<b>Estadísticos</b>		
Mortalidad.Mejorada		
N	Válido	6
	Perdidos	0
Media		75,0000
Mediana		75,0000
Desv. Desviación		22,79474
Varianza		519,600

Fuente: Data procesada en SPSS IBM Statistics 25 - Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Como resultado del diseño y la simulación de un sistema de alimentación automatizado se comprobó que este sistema mejora el proceso de crianza industrial de pollos significativamente, tanto en costos y calidad.
2. La automatización a través de la programación y secuencia lógica con el software TIA PORTAL y la simulación en Promodel redujo el tiempo en la distribución de alimentos en un 67 %, llegando a obtener un nuevo tiempo de 1.45 horas promedio.
3. La optimización de la distribución de alimentos mediante el método propuesto redujo los desperdicios del proceso en un 99%, reduciendo el desperdicio de 274 kg a 0,274 kg de alimento balanceado por campaña.
4. La integración de un sistema de elevación en el proceso de distribución de alimentos dentro de un galpón de pollos redujo la mortalidad en un 74 %, disminuyendo de 1740 pollos a una nueva mortalidad de 450 pollos por campaña.
5. Se logró un ahorro económico de 67 428 soles anual, conformado por el ahorro de mano de obra de 51 456 Soles anual, el ahorro en desperdicios por galpón es de 3 836 soles anual y finalmente el ahorro de mortalidad de 12 136 soles anual.
6. Con la aplicación de la simulación, se comprobó que es factible automatizar la distribución de alimentos en un galpón de pollos con un VAN de S/ 35 380.

## RECOMENDACIONES

1. Es muy importante monitorear y hacer un seguimiento exhaustivo al cumplimiento de los tiempos del sistema, para poder llevar un correcto control de ella, de sus mantenimientos, de su eficiencia, y si hubiese alguna falla o novedad pueda ser tratada y solucionarla con tiempo. Es importante recordar que son maquinas importadas por lo tanto el mantenimiento preventivo es de suma importancia.
2. Llevar un registro en Excel si se presenta algún tipo de desperdicio mientras el sistema automatizado está operando, detallar en qué momento se da y cada cuando tiempo, además de siempre monitorear el precio del Maíz para tener un mayor cuidado cuando este se eleve.
3. Continuar llevando la data de cuantos pollos se enferman y cuantos pollos sufren deformaciones, y luego de realizar la necropsia resaltar todos aquellos casos que se registran por bacterias y cuales son netamente genéticos, así mismo también siempre controlar minuciosamente la magnitud de elevación del sistema para que sea siempre acorde al crecimiento de los pollos de engorde.
4. La granja debe realizar capacitaciones constantes a los galponeros, no solo de las funciones correctas que deben realizar sino también de conocimiento general del pollo, sus características, los procesos.
5. Fomentar la correcta coordinación de los protocolos de bioseguridad, ya que el contacto con los pollos debe ser con mucha responsabilidad ya que luego serán sacrificados para el consumo humano, por ello los protocolos son indispensables para que la productividad siga en aumento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Salazar, Jhony & Mejía Arango, Juan Guillermo (2017). *TIA PORTAL, aplicaciones de PLC*. Fondo editorial ITM.
- Avian Farms (2019). *Manual del pollo de engorde*. Waterville, Maine, EE.UU.
- Cembranos, Florencio J., (2002). *Sistemas de control secuencial* , Paraninfo - Madrid. pag. (103-115).
- Centeno, Pedro (2018). *Introducción a TIA PORTAL S7-1500*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid. Proyecto Fin de Carreras
- Cobb-Vantress (2013). *Guía de manejo del pollo de engorde*.
- Colque, José Gabriel (2017). *Uso de la domotica y su impacto en la gestión de producción del criadero avícola fundo los olivos*. (Tesis de grado), Universidad privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Corcino Leyva, D. G. (2017). *La estructura de costos de producción por procesos para la determinación de la utilidad y la toma de decisiones en la empresa industrial del distrito de Comas* año. Obtenido de Universidad de Ciencias y Humanidades: <http://repositorio.uch.edu.pe/handle/uch/117>
- David, Dennis, Sweeney, & Thomas. (2015). *Estadística para administración y economía*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Deppert, W. y Stoll, K., (2001). *Dispositivos neumaticos*. (Alfaomega, México D.F), PAG. (7-13) 3.
- Dominguez, J. (14 de agosto de 2015). *Manual de metodología de investigación*. Recuperado el octubre de 2019, de Ebevidencias: [https://ebevidencia.com/wpcontent/uploads/2016/01/Manual\\_metodologia\\_investigacion\\_ebevidencia.pdf](https://ebevidencia.com/wpcontent/uploads/2016/01/Manual_metodologia_investigacion_ebevidencia.pdf)
- Espinosa, H. (2010). *Comparación de rendimientos sobre parámetros zootécnicos y económicos, utilizando comederos automáticos y manuales en pollos de engorde en el trópico*. (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Fonseca, D. (2018). *Comportamiento productivo del pollo de engorde COBB 500 en el distrito de Chimban, Chota, a 1611 msnm*. Obtenido de Universidad Nacional de

- Cajamarca:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2515/Tesis%20Final%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- G., C., A., C., E., G., & E., L. (22 de octubre de 2019). *Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola*. Obtenido de Tecnológico Nacional de México: <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.011>
- Galeano, J. (2018). *Automatización de planta avícola*. (Tesis de Pregrado), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota, Colombia.
- García Sánchez, M. V., & Escobar Naranjo, J. C. (2019). *Diseño de sistemas de control industrial de robots basados en industria*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29952>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F., México: McGRAW-HILL.
- I ., L., & D., G. (febrero de 2011). *Control y monitoreo de un criadero avícola controlado con un microcontrolador desde un sitio web dinámico*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1664/12/UPSGT000235.pdf>
- J., E., N., N., & J., G. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial Edición 2019*. México: Paraninfo.
- Latorre, Rincón, & Arnal. (2007). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona, España: Experiencia.
- López, P., & Roldán, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona.
- Morales, P. (2018). *Comportamiento productivo en pollos de carne utilizando bebedero camapana vs tipo tetina (niple)*. (Tesis de grado), Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Méndez, M. (2017). *Propuesta de implementación del programa de mantenimiento productivo*. (Tesis de Pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Ñaupas, H. e. (2014). *Metodología de la investigación*. (4<sup>a</sup> ed.). Obtenido de Ediciones de la U, Bogotá: [https://edicionesdelau.com/wpcontent/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia\\_%C3%91aupas\\_5aEd.pdf](https://edicionesdelau.com/wpcontent/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_%C3%91aupas_5aEd.pdf)

- Ortiz, E. & Pedraza, J. (2019). *Automatización de apertura de puertas y dosificación de agua y alimentos para un recinto avícola en la mesa.-Cundinamarca*. (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogota, Colombia.
- Quispe, W., & Taculí, M. (2017). *Diseño de mejora en el proceso de producción en la Avícola Soto SAC para reducir costos de producción*. Obtenido de universidad Privada del Norte, Perú.: <http://hdl.handle.net/11537/10688>
- Ruiz Vadillo, D. M. (2019). Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipos y maquinas industriales. FMEE0208. Antequera, España: IC Editorial.
- Sánchez Mayorga, M. R. (19 de julio de 2019). *Implementación de un Sistema Avícola de Precisión Mediante Controladores Industriales Para Iot, a fin De Optimizar Recursos en el Galpón de Crianza De Aves de Postura En La Empresa Proalisan*. Obtenido de Universidad De Las Fuerzas Armadas: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/20720/T>
- Sanchis, R., Romero, J., & Ariño, C. (2010). *Automatización industrial*. Obtenido de *Publicaciones de la Universidad Jaume I, España*: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/24182>
- Sarmiento, M., & Vargas, P. (2014). Comedero automatizado para pollos de engorde. (Tesis de grado) Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Vasquez, H. (2016). *Efecto de un concentrado proteico en dietas de preinicio sobre respuesta productiva, inmunocompetencia y metabolismo energético de pollos de Carne*.(Tesis de Pregrado) Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Velasquez Costa, José A., (2005). *Los sensores em la producción, perfiles de la ingeniería*. (Revista de la facultad Ricardo Palma) pp: I12 - I16
- Villacorta, J. & Sulca, A. & Villena, E. & Salazar, J. (2019). *Crianza y comercialización de pollos de engorde*. (Tesis de grado), Universidad de San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

**ANEXOS** Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VI</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADOR VD</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>				
¿Cómo mejorar el proceso de crianza industrial de pollos mediante el diseño y simulación de un sistema de alimentación automatizado?	Diseñar y Simular un sistema de alimentación automatizado para mejorar el proceso de crianza industrial de pollos.	El diseño y simulación de un sistema de alimentación automatizado mejorará el proceso de crianza industrial de pollos.	Sistema de alimentación Automatizado		Proceso de crianza de pollos.	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>				
¿Cómo mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde?	Determinar la programación y secuencia lógica del sistema automatizado para mejorar el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.	La automatización de la distribución de alimentos, mejorará el tiempo de distribución de alimentos para pollos de engorde.	Programación de secuencia lógica	Sí/No	Tiempo de distribución de alimentos	Tiempo de ciclo de producción
¿Cómo reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde?	Establecer un método de distribución para reducir el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.	La optimización de la distribución de alimentos, reducirá el desperdicio de alimento balanceado para pollos de engorde.	Método de distribución de alimentación	Sí/No	Desperdicios de alimento balanceado	% Desperdicio de alimento
¿Cómo reducir la mortalidad en pollos de engorde?	Integrar un sistema de elevación para reducir las deformaciones y mortalidad de los pollos de engorde.	La elevación del sistema de alimentación en forma automatizada, reducirá la mortalidad de los pollos de engorde.	Integración de sistema de elevación	Sí/No	Mortalidad de los pollos de engorde.	% Mortalidad

## Anexo 2 Matriz Operacional

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Tiempo de distribución de alimentos	% Tiempo del ciclo de distribución de alimentos	El tiempo de distribución adecuada de alimento a los comederos es que todas las aves tengan la misma oportunidad de comer al mismo tiempo. (Dr. Amir Nilipour, p. 01, 2017)	Es cuando el operario recoge el alimento y lo reparte a los pollos de manera manual a cada uno de los platos y bebederos, generando demoras en reparto, no cumpliendo con los horarios establecidos para una óptima alimentación.
Desperdicios de alimento	% Desperdicios	Ineficiencia en la que se incurre en la entrega de insumo. Se refiere tanto al insumo perdido como a la ejecución de trabajo innecesario. Esto ocasiona costos adicionales en la compra. En consecuencia, el fundamento del concepto de desperdicio está relacionado con el hecho de originar costos y no generar valor. (Art. Conexión Esan, 2018)	Es el momento en que los operarios distribuyen el alimento sin medidas precisas y de manera manual, aquí se ocasiona el desperdicio de insumos.
Mortalidad de los pollos de engorde.	% Mortalidad	Los trastornos no infecciosos suelen tener orígenes genéticos o nutricionales. Varios de estos trastornos también se consideran "enfermedades metabólicas", en pollos de rápido crecimiento, porque son más frecuentes cuando las altas tasas de acumulación de masa corporal superan y abruma la maduración y mineralización de las estructuras de soporte esquelético. (Robert F. Wideman, Jr., Art. 1, 2017)	A medida que los pollos van creciendo los bebederos y platos se van elevando para que ellos puedan alimentarse en una mejor posición, lamentablemente si los platos no van nivelados de acuerdo a su crecimiento, el esfuerzo que ellos hacen en sus patas para alcanzar la comida, causa deformaciones en ellas, al igual que una mala alimentación lo provoca.

### Anexo 3: Formulario de los trabajadores

#### 1. Cargo y la descripción de sus funciones

- Galponero 1: entrega de alimentos a los pollos revisión, llenado de control de operaciones.
- Galponero 2: revisión de los pollos como esta su plato de comida y de ahí se entrega comida de alimentos.
- Galponero 3: llevar comida a 2 galpones y revisión de cantidades que hay en cada galpón
- Galponero 4: entrega de alimentos, llenar control de entrega de alimentos.

#### 2. ¿Cómo es el proceso de entrega de comida a todos los pollos? ¿Cómo empieza? ¿Cuáles son todos los pasos del proceso? Y ¿Cómo termina?

- Galponero 1: Llenar en un envase la cantidad de alimento de ahí se entrega el alimento para cada plato del galpón que son 800 platos luego si hay sobrante se guarda la comida en el costal
- Galponero 2: un envase se llena la comida de ahí se va a un galpón a entregar la comida, luego de terminar de entregar la comida si se encuentra en el envase comida se devuelve a su costal donde se guarda la comida.
- Galponero 3: Colocar en un envase la comida del pollo de ahí trasladar e ir a cada galpón para la entrega de comida.
- Galponero 4: Carga de alimento en un envase y pasar por 2 galpones para la entrega de alimentos, se llena cada tolva.

#### 3. ¿Cuántas veces al día se repite este proceso?

- Galponero 1: Se repite 2 veces en la mañana y en la tarde.
- Galponero 2: 2 veces se repite en la mañana y tarde.
- Galponero 3: Se realiza 2 veces al día (mañana y tarde)
- Galponero 4: 2 veces

4. ¿Para cuántos galpones realizan el proceso de entrega de comida a todos los Pollos?
- Galponero 1: Solo se entrega en un solo galpón
  - Galponero 2: Solo entrego en un solo galpón
  - Galponero 3: Solo 1 galpón.
  - Galponero 4: Son 4 galpones y se entrega 2 veces (mañana y tarde), entrego solo a 1 galpón.
5. ¿Cuántos pollos hay en cada galpón?
- Galponero 1: 30 mil pollos
  - Galponero 2: 30 mil pollos
  - Galponero 3: 30 mil aprox.
  - Galponero 4: 30 mil pollos
6. ¿Cuántas personas realizan el proceso a la vez?
- Galponero 1: 1 por cada galpón
  - Galponero 2: 1 persona por cada galpón
  - Galponero 3: 1 persona por cada galpón
  - Galponero 4: 1 persona por galpón.
7. ¿Cómo es la distribución de personas en el proceso?
- Galponero 1: Somos los galponeros y 1 volante que es el ayudante
  - Galponero 2: Somos 4 galponeros, pero cada 1 realiza 1 sola función para la distribución de comida ya sea turno mañana o tarde
  - Galponero 3: Son 4 galponeros y 1 volante(apoyo)
  - Galponero 4: 4 personas y 1 volante(apoyo)
8. ¿Las personas requieren inducción o capacitación para hacer el proceso? ¿Reciben capacitación suficiente?
- Galponero 1: Sí, siempre nos están induciendo por diferentes temas.
  - Galponero 2: Si se requiere inducción, se realiza diariamente de diferentes temas como 5s, de ahí control de moscas.

- Galponero 3: Todos recibimos por ejemplo control de moscas, proceso respiratorio, 5s.
  - Galponero 4: Sí, siempre se realiza diariamente por ejemplo las 5s, procesos respiratorios
9. ¿Cuánto tiempo demora todo el proceso de entrega de comida a todos los pollos?
- Galponero 1: 4 horas
  - Galponero 2: 4 horas
  - Galponero 3: 4.1 horas
  - Galponero 4: Aprox. Entre 3.5 a 4 horas
10. ¿Hay desperdicios cuando el pollo termina de comer? O ¿Hay desperdicios cuando se renueva la comida?
- Galponero 1: Si hay desperdicios.
  - Galponero 2: Siempre hay desperdicios, se tiene un registro de las cantidades desperdiciadas.
  - Galponero 3: Si hay desperdicios, pero eso se registra, por lo que no tengo a la mano la cantidad exacta
  - Galponero 4: Si
11. Si la respuesta es sí, ¿Cuánto es la cantidad de desperdicio que se da aproximadamente cada día (por galpón)? ¿Ese desperdicio se debe a que se ha entregado mucha comida a los pollos?
- Galponero 1: Existe un registro donde se anota de ello
  - Galponero 2: Hay un registro de ello
  - Galponero 3: Hay un registro de las cantidades de los sobrantes.
  - Galponero 4: Hay un registro
12. ¿Cuántas veces al día entrega comida a todos los pollos, y que horarios tiene?
- Galponero 1: 2 veces se entrega que es en la mañana y tarde
  - Galponero 2: Se comienza a las 7am.
  - Galponero 3: Entrego a las 7 am y a las 4:00 pm.

- Galponero 4: 2 veces, en la mañana y en la tarde.

13. ¿Encuentra deformaciones mensualmente en los pollos?

- Galponero 1: Muy frecuente, debido a la mala posición para comer.
- Galponero 2: Si, lo que es descamación.
- Galponero 3: Si hay variedad de deformaciones y enfermedades como ampollas o lesiones en las extremidades
- Galponero 4: Si, se dan deformaciones por el mal nivel del comedero y esos pollos al final son sacrificados.

14. ¿Qué pasa con los pollos que tienen deformaciones?

- Galponero 1: Se matan y lo usan como guano.
- Galponero 2: Se eliminan, los matan y lo usan como guano y así se van desintegrando.
- Galponero 3: Los matan, se usa como guano.
- Galponero 4: Eliminan a los pollos, los matan, usan como guano esos animales.

15. ¿El proceso de alimentación se hace a la misma hora?

- Galponero 1: Si se tiene el horario de 6:30-7 y el otro es de 4:30-5pm
- Galponero 2: Si, 6:30-7am
- Galponero 3: Se realiza 6:30-7am y 4:30-5pm
- Galponero 4: Si, se tiene un registro

16. ¿Existen inconvenientes en el proceso de alimentación? ¿Cuáles son?

- Galponero 1: Solo si se encuentra personal enfermo.
- Galponero 2: Un mayormente es personal enfermo.
- Galponero 3: Sí, hay ocasiones como que un galponero se encuentre enfermo.
- Galponero 4: Si, personal enfermo.

17. ¿Este procedimiento de la alimentación está escrito

- Galponero 1: Si hay un registro de ello

- Galponero 2: Si existe un registro
- Galponero 3: Si, el Supervisor lo tiene registrado
- Galponero 4: Sí, hay un registro

18. ¿Existe alguna persona controlando el proceso de alimentación cuando este se realiza diariamente?

- Galponero 1: Bueno los galponeros, el capataz, supervisor, doctor
- Galponero 2: Bueno nosotros vemos la alimentación y está el capataz, supervisor, doctor para ver el estado de los pollos.
- Galponero 3: Si los galponeros, de ahí está el capataz y la revisión de un doctor.
- Galponero 4: Galponero, capataz, garitero, doctora, personal administrativo.

19. ¿Qué equipos y herramientas utilizan para la alimentación? (instalaciones: Electricidad, potencia, sistema de agua, etc.)

- Galponero 1: Agua, luz
- Galponero 2: Agua, luz
- Galponero 3: Agua, luz
- Galponero 4: Gas, comedero, niples, gas, agua

De acuerdo a esta entrevista que se realizó a los operarios se obtiene la información mucho más clara desde su punto de vista, nos permitieron entender mejor como es el proceso de crianza de los pollos, que problemas ellos identifican y/o propuestas que ellos que dominan el proceso consideran que podrían ser soluciones.

Anexo 4: Validación de la entrevista a los trabajadores de la granja

**Ficha de Evaluación del Instrumento de Recolección de datos**

**EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO “Entrevista a Trabajadores de la granja”**

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					x
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables y/o medibles.				x	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				x	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					x
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>					12	15
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		<b>27</b>				

**RESULTADOS**

- Valoración total cuantitativa: 27
- Opinión: Concreto, práctico y alineado al objetivo  
 Favorable (X)      Con oportunidades de mejora ( )      No Favorable ( )
- Observaciones: sugerencia; dejar que los entrevistados se expresen teniendo una actitud de escuchar, dejar que hablen



Evaluador: Mg. Falcón Tuesta, José Abraham

Firma:

Anexo 5: Validación de la encuesta sobre consumo de pollos de engorde

**EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO “Encuesta sobre consumo de pollo”**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables y/o medibles.					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				x	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					x
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				x	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.					x
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>					12	15
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		27				

**RESULTADOS**

- Valoración total cuantitativa: 27
- Opinión: está alineado al objetivo  
Favorable (X)      Con oportunidades de mejora ( )      No Favorable ( )
- Observaciones: Sugerencia; comunicar instrucciones previas a los encuestados



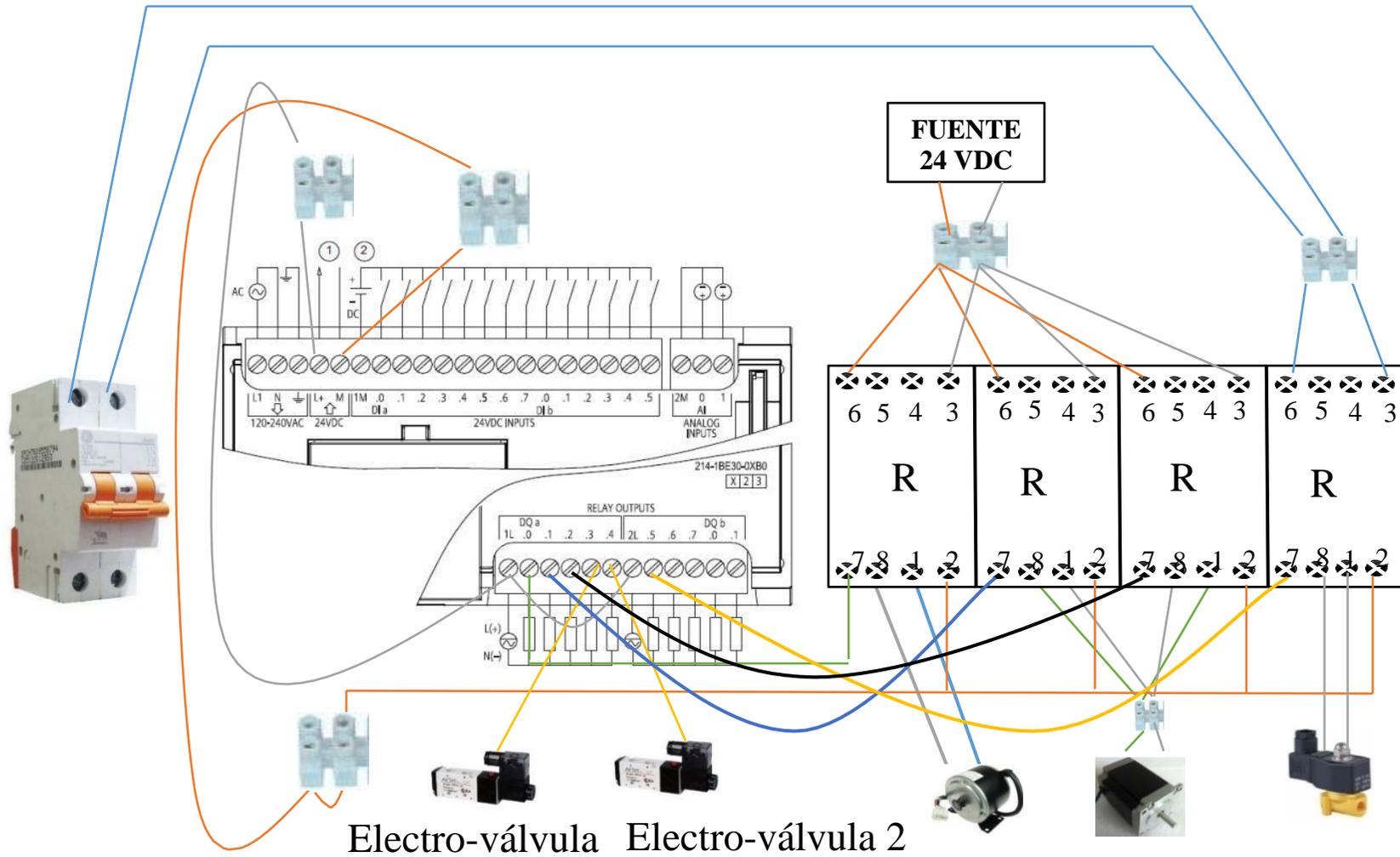
Evaluador: Mg. Falcón Tuesta, José Abraham

Firma:

Anexo 6: Galpón de la granja en el exterior, permite visualizar el Silo



Anexo 7: Conexiones al PLC del proyecto



Anexo 8: Etapas en la elaboración del proyecto



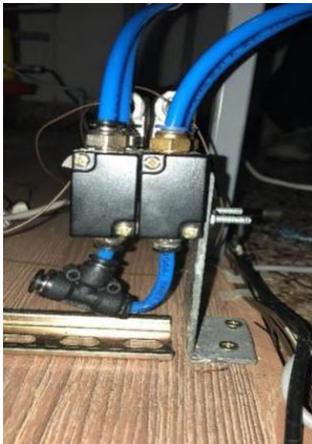
Vista del PLC Y Cableado



Vista de conexiones de Relays por detrás



Vista conexiones Relays por delante



Electroválvulas



Fuente de 24 Voltios

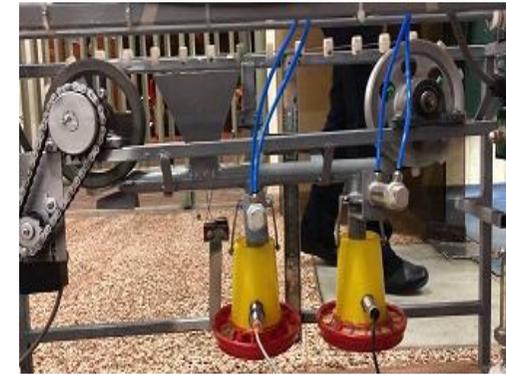
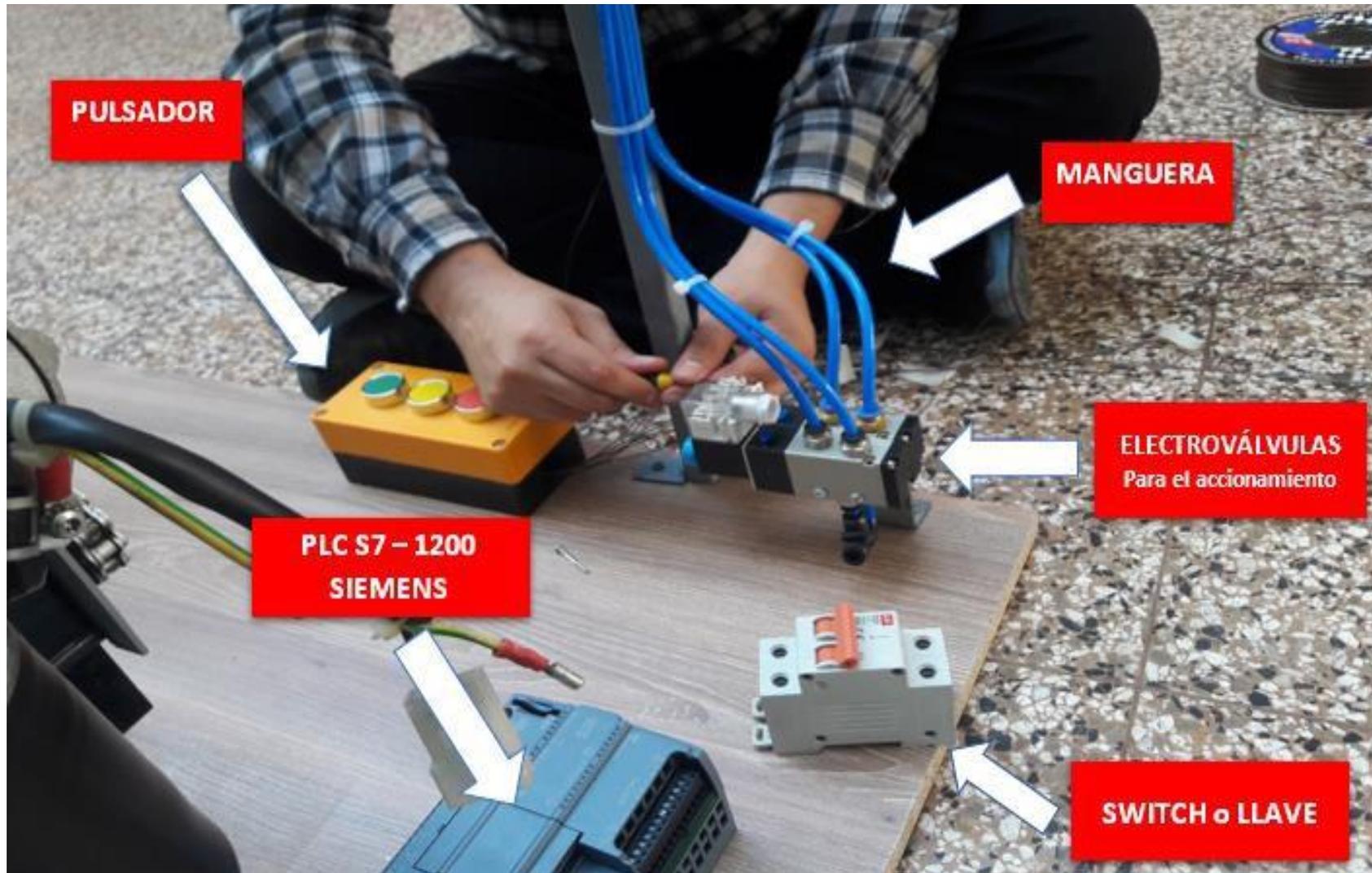
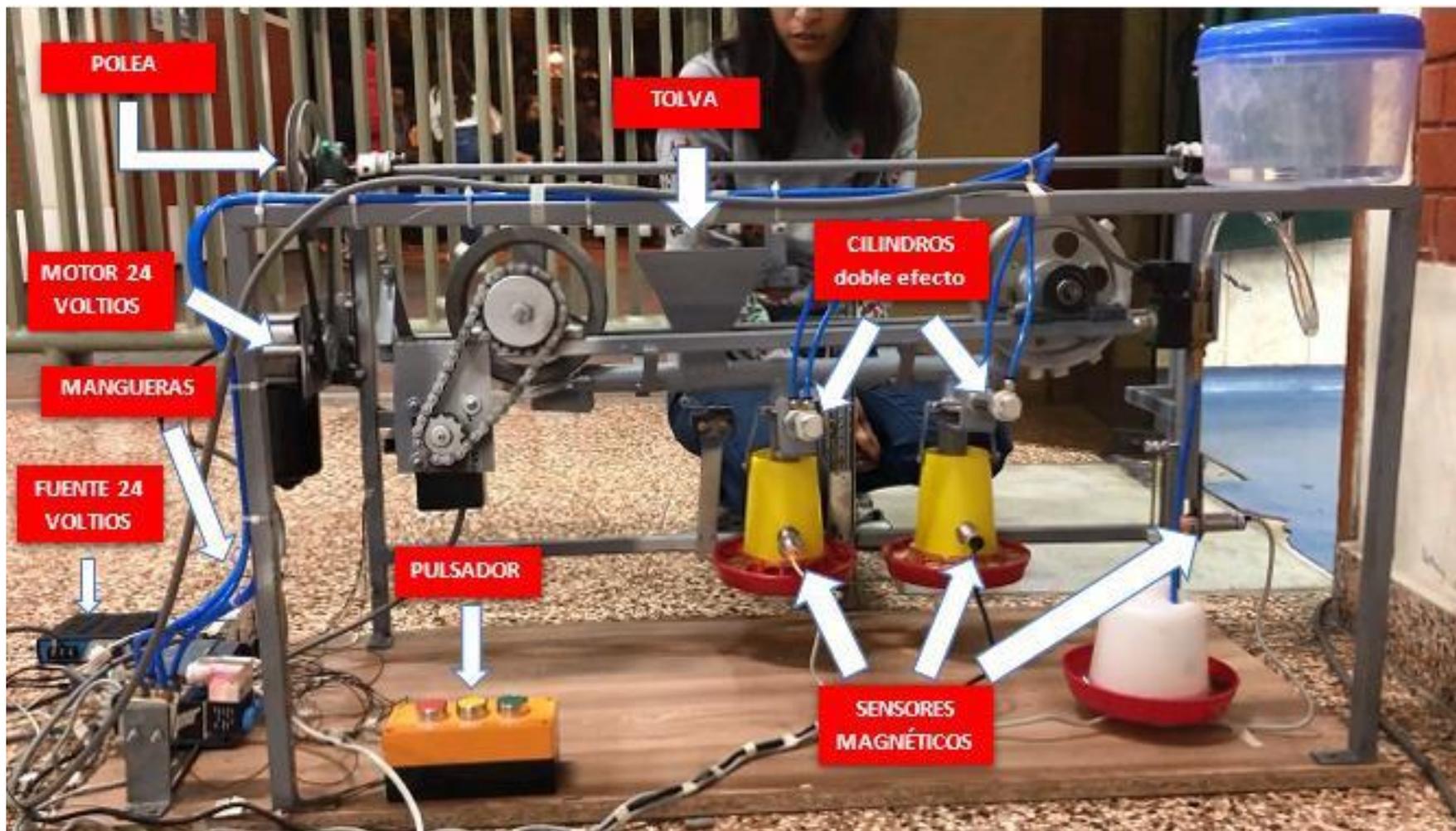


Foto del Proyecto

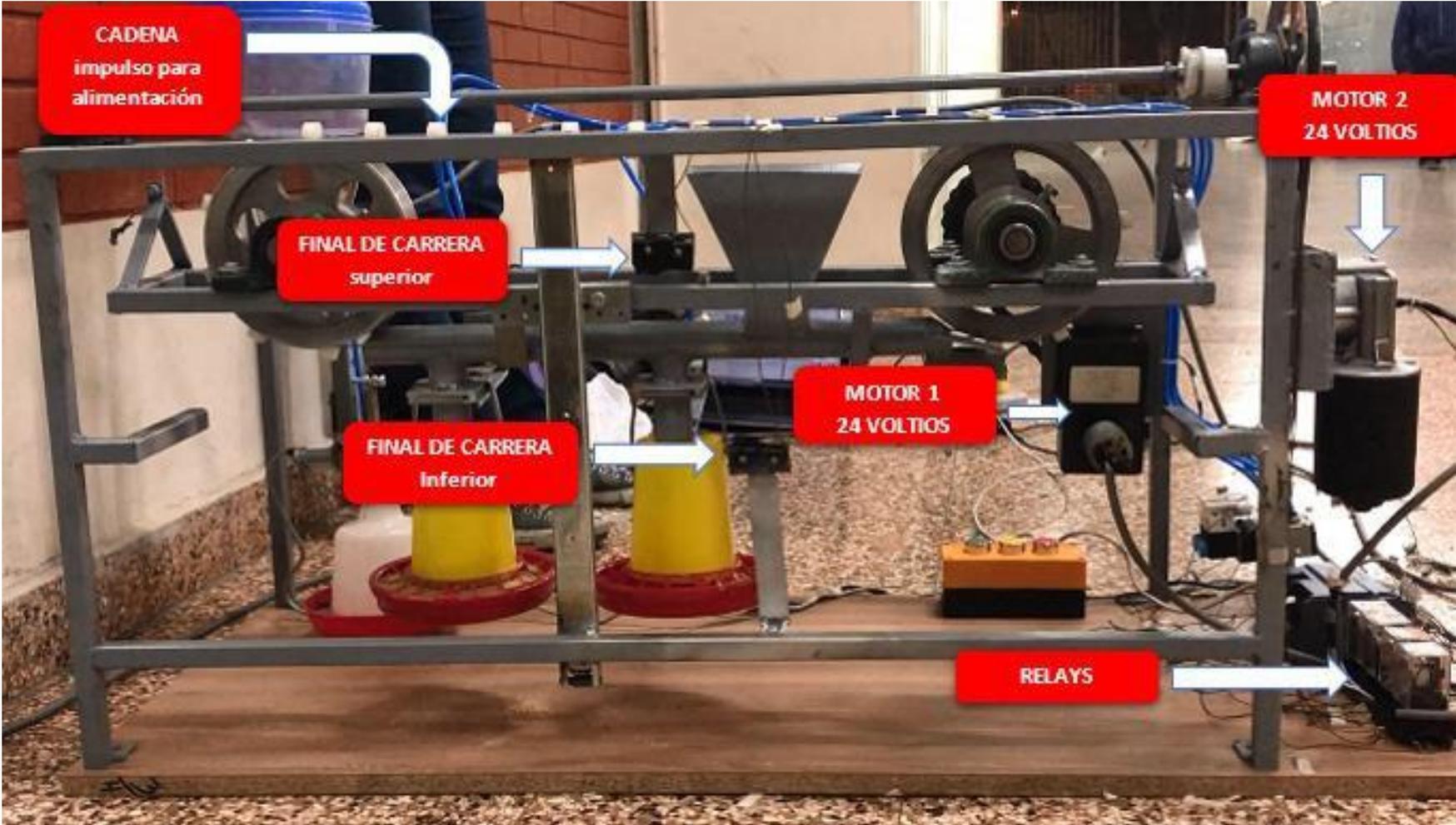
Anexo 9: Componentes del proyecto



Anexo 10: Vista frontal de los componentes del proyecto



Anexo 11: Vista superior de los componentes del proyecto



Anexo 12: Visita a la granja ubicada en Chincha



