

**Universidad del Valle de Guatemala**

Facultad de Ingeniería



**Determinación de la rentabilidad en la implementación de un proceso automatizado para la clasificación de huevos en la empresa Kaxin Sociedad Anónima**

Trabajo de graduación presentado por Isabella Ricci Quiñonez  
para optar al grado académico de  
Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala,

2020



**Universidad del Valle de Guatemala**

Facultad de Ingeniería



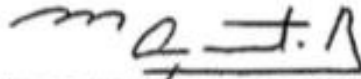
**Determinación de la rentabilidad en la implementación de un proceso automatizado para la clasificación de huevos en la empresa Kaxin, Sociedad Anónima**

Trabajo de graduación presentado por Isabella Ricci Quiñonez  
para optar al grado académico de  
Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala,

2020


Vo.Bo. Asesor



---

Ing. Martín Estuardo Argueta Ramírez

Vo.Bo. Tema Examinadora



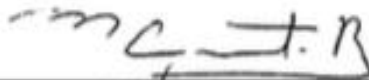
---

Ing. Ingrid Lorena de León Vilaseca



---

Ing. José Antonio Medrano García



---

Ing. Martín Estuardo Argueta Ramírez

Fecha de Aprobación: 30 de Noviembre de 2020



## PREFACIO

Durante la primera visita a la granja de producción de huevos de la empresa Kaxin, Sociedad Anónima, la cual fue a inicios del 2017, inmediatamente me interesé por la forma en la que funcionaba el proceso de la postura de huevos en general. Un aspecto que me llamó mucho la atención fue cómo a veces debían detener las bandas transportadoras debido a una acumulación de huevos en el área de clasificación, ya que el personal tenía que clasificar y colocar a mano cada huevo en cartones. Otra cosa que me llamó la atención fue que el personal no podía tomarse mucho tiempo en la selección y clasificación de los huevos, y debía colocarlos rápidamente en sus respectivos cartones, los cuales no solo estaban llenos, sino que podía verse huevos de distinto tamaño en los mismos.

Al notar a simple vista las deficiencias de este proceso, no pensé dos veces en tomar este tema para hacer mi trabajo de graduación y buscar una solución.

Quiero agradecer a la empresa Kaxin, Sociedad Anónima por abrirme sus puertas y dejarme tomar toda la información necesaria, también quiero agradecer al Ing. Christian Colindres por todo el tiempo invertido y apoyo brindado en la elaboración de este el proyecto. Finalmente, quiero agradecer al asesor de esta Tesis Ing. Martín Argueta quien se tomó el tiempo ayudándome en cada etapa de la elaboración de este trabajo.

## CONTENIDO

<b>Rubro</b>	<b>Página</b>
Prefacio.....	i
Lista de cuadros .....	iv
Lista de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción .....	1
II. Justificación.....	2
III. Objetivos.....	3
IV. Marco teórico.....	4
1. Industria avícola .....	4
2. Ingeniería económica para la toma de decisiones .....	11
3. Situación actual en la empresa Kaxin S.A .....	14
4. Automatización en la selección de huevos.....	19
5. Proyección de costos asociados con el proceso.....	27
V. Metodología .....	33
VI. Resultados.....	47
VII. Análisis de resultados.....	52

VIII. Conclusiones.....	55
IX. Recomendaciones.....	56
X. Bibliografía.....	57
XI. Anexos.....	59
XII. Glosario.....	62

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Datos de producción.....	10
Cuadro 2. Tiempos por líneas en minutos.....	17
Cuadro 3. Distribución estadística de tiempos por operación.....	17
Cuadro 4. Clasificación de tallas de huevos según peso.....	18
Cuadro 5. Proyección de crecimiento en volumen.....	19
Cuadro 6. Salario mínimo agrícola mensual extrapolado al 2030 .....	28
Cuadro 7. Valor de crecimiento de índice de precios al consumidor en vivienda, agua y electricidad extrapolados al 2030 .....	30
Cuadro 8. Valor de crecimiento de índice de precios al consumidor para servicios diversos extrapolados al 2030.....	32
Cuadro 9. Criterios de selección para máquinas clasificadoras .....	37
Cuadro 10. Plan de inversión inicial .....	39
Cuadro 11. Costos por huevos mal clasificados .....	40
Cuadro 12. Condiciones de financiamiento .....	41
Cuadro 13. Estructura del financiamiento .....	41
Cuadro 14. Gastos financieros y amortización de capital por año .....	42
Cuadro 15. Cálculo de la depreciación del proyecto.....	43
Cuadro 16. Determinación del valor de recuperación.....	43

Cuadro 17. Cuadro de primas de riesgo .....	45
Cuadro 18. Valores utilizados para determinación del costo de oportunidad (KE) .....	45
Cuadro 19. Valores utilizados para la determinación del WACC.....	46
Cuadro 20. Tiempos por líneas en proceso automatizado .....	48
Cuadro 21. Costos anuales del proceso actual y automatizado con datos del año base (2020) .....	48
Cuadro 22. Estimación de ahorro por inversión en activos (Clasificadora automática de huevos) .....	49
Cuadro 23. Flujo de efectivo proyectado con financiamiento.....	50
Cuadro 24. Flujo de efectivo proyectado sin financiamiento.....	51
Cuadro 25. Valores de TIR y Valor actual para escenario con financiamiento bancario .....	52
Cuadro 26. Valores de TIR y Valor actual para escenario sin financiamiento bancario.....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Diagrama de proceso actual en la empresa.....	16
Figura 2. Tendencia del salario mínimo en Guatemala de 2014 a 2020 extrapolado al 2030 .....	27
Figura 3. Tendencia de índice de precios al consumidor en vivienda, agua y electricidad .....	29
Figura 4. Tendencia de índice de precios al consumidor en Servicios Diversos...	31
Figura 5. Diagrama de proceso con clasificadora.....	47
Figura 6. Banda transportadora de huevos.....	60
Figura 7. Área de selección de huevos.....	60
Figura 8. Área de postura de huevos.....	61
Figura 9. Plano de máquina Omnia PX.....	61

## RESUMEN

Este presente proyecto busca concluir si es económicamente factible para la avícola Kaxin, Sociedad Anónima realizar la inversión de automatizar el proceso de selección de huevos, o si, por el contrario, le es más conveniente continuar con el método de selección actual.

Este proyecto de automatización tiene como propósito lograr una reducción de costos para la empresa, así como innovar el método de recolección que utilizan con el objetivo de brindar un mejor servicio a sus clientes internos y externos.

Para llegar a conclusiones la metodología utilizada fue el uso de diagramas de procesos, determinación de cuellos de botella, y estudios económicos. Todas estas herramientas de ingeniería fueron cruciales para llegar a determinar si es una buena opción económicamente hablando, instalar la máquina de automatizado de selección de huevos.

## ABSTRACT

This project seeks to determine whether it is economically beneficial for KAXIN S.A. to automate its egg classification process or if it serves the company's best interest to remain with the current method.

Within the automatization investment objectives, the company wishes not only to reduce costs but also to innovate its current process pursuing to increase in quality the services provided to its internal and external clients.

To reach a conclusion the methodology implied utilizing diagrams of process, determination of the bottleneck operation and economical studies. All of this engineering tools were crucial to determine if it is a good option, economically speaking, to install the automatic egg selection machine.

# I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realiza como requisito de trabajo de graduación para la licenciatura en ingeniería industrial. Este tiene como objetivo principal obtener toda la información necesaria para establecer la rentabilidad de la automatización del proceso de clasificación de huevos en la empresa Kaxin, Sociedad Anónima por medio de los estudios económicos y de producción.

Kaxin Sociedad Anónima es una empresa avícola que tiene el objetivo de producir y comercializar huevos de varios tamaños. Actualmente el proceso de selección y clasificación de huevos se lleva a cabo de manera manual, lo que trae costos implícitos y afecta negativamente el aseguramiento de la calidad. Con este proyecto se busca determinar la rentabilidad de automatizar este proceso determinando las reducciones o adiciones de costos e ingresos adicionales, con el fin de establecer el periodo de retorno o tiempo en el que se recupera la inversión. Para poder llevar a cabo este proyecto de manera exitosa será necesario realizar actividades de observación, revisión, investigación y recolección de datos con el objetivo de diagramar el proceso actual y el proceso automatizado, con ayuda de ciertos supuestos. También se realizarán listados de los costos que cada uno de los procesos implican, para que por medio de estos se determine la factibilidad económica de la automatización.

Al final de la evaluación del proyecto, los resultados obtenidos ayudarán a determinar si es rentable automatizar el proyecto.

## II. JUSTIFICACIÓN

Para que una empresa sea sostenible es necesario que esta se encuentre en un proceso de constante mejora e innovación. Actualmente en Kaxin, Sociedad Anónima se maneja un aproximado de 415,000 gallinas, las cuales ponen huevos de manera irregular, con un aproximado de 1 huevo cada 25 horas, a causa de esto se puede decir que el volumen de producto es elevado para una empresa de tamaño mediano.

Actualmente los huevos se comercializan dependiendo de su tamaño y para esto es necesario realizar una clasificación del producto previo a su empaque y su distribución. La empresa asigna el precio y comercializa los huevos según su tamaño, los cuales son clasificados como piwi, pequeño, mediano, extra, óptimo y jumbo.

Actualmente en la empresa las gallinas se separan en galpones dependiendo de su edad, en estos galpones se recogen los huevos que ponen las gallinas por medio de bandas transportadoras. Los huevos posteriormente se clasifican y se separan por tamaño, para esto hay trabajadores asalariados que se encargan de la clasificación manual de los huevos.

En este proyecto se busca determinar qué tan factible es económicamente sustituir el paso de selección manual por uno automático. Hay problemas muy notorios con la selección manual de los huevos. Los principales problemas son: la mala clasificación de los huevos, el costo que se genera por una venta de huevos en una talla equivocada, el tiempo que se lleva la clasificación manual y el hecho que esto no permite la expansión de la operación por falta de infraestructura.

Se puede decir que el proceso de clasificación manual implica una serie de costos que se podrían evitar con un proceso automatizado que fuera más exacto y estandarizado. Por esta razón se considera que la realización del presente proyecto es de utilidad para la empresa, ya que con este se puede cuantificar la factibilidad económica de la automatización la cual podría implicar ahorros importantes a largo plazo para Kaxin Sociedad Anónima.

### III. OBJETIVOS

#### A. Objetivo general

Determinar la rentabilidad de la automatización del proceso de clasificación de huevos en la empresa Kaxin Sociedad Anónima mediante un análisis financiero que compare el proceso actual y la propuesta de automatización.

#### B. Objetivos específicos

1. Determinar el costo que tiene el proceso actual de selección de huevos utilizando las herramientas necesarias.
2. Diseñar y plantear un proceso automatizado para la selección y clasificación de huevos, haciendo un estudio de los costos que este implicaría para la empresa
3. Realizar una comparación mediante un análisis financiero para determinar cuál proceso es más beneficioso para la empresa.

## 4. MARCO TEÓRICO

### A. INDUSTRIA AVÍCOLA

“La industria avícola se basa en granjas con el mismo nombre, que se conocen como establecimientos agropecuarios para la cría de aves como pollos, pavos, patos, y gansos, con el objetivo de darles uso tanto como cosecha por su carne o recogiendo sus huevos.” (Compassion in world farming, 2008)

#### 1. Industria avícola en Guatemala

En Guatemala, existen entidades públicas y privadas que llevan registros de datos relacionados con los productos avícolas. Según la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI) para el año 2017 en Guatemala el consumo per cápita anual de huevos era de 189 unidades y para el año 2019 se esperaba un alza en la demanda de productos avícolas alrededor de un 4% a 5%, mientras que la disponibilidad de estos aumentaría en un 2% a 3%. (Gamarro, 2019)

Otra asociación importante es la Asociación de Productores de Huevo de Guatemala (APHG), la cual fue fundada en año 2004 como una entidad privada, no lucrativa, apolítica, no religiosa, que se dedica al fomento, desarrollo y difusión de la actividad avícola, específicamente la producción de huevos y toda la gama que pudiera darse en relación a esta actividad. Se integra con todas las personas individuales o jurídicas que se dediquen a este objetivo, así como las cooperativas, transformadoras de productos avícolas y cualquier otra actividad estrechamente vinculada al gremio. (APHG, 2016)

#### 2. Normativas en la industria avícola

Algunas normas por las que se deben regir las empresas avícolas en Guatemala son, el Acuerdo Gubernativo 969-99, la normativa de Inocuidad en los alimentos, el decreto No. 36-98 Ley de Sanidad Vegetal y Animal y los acuerdos ministeriales 456-2009 y 218-2013. (APHG, 2016)

#### a. Acuerdo Gubernativo 969-99 Normativa de inocuidad de los Alimentos

El acuerdo gubernativo 969-99 tiene como objeto desarrollar las disposiciones del código de salud, relativas al control sanitario de los alimentos en las diferentes fases de la cadena de suministros. Este tiene como principio fundamental la protección de la salud de los habitantes del país mediante el control sanitario de los alimentos para consumo humano, así como proteger el interés de los habitantes por medio de la prohibición y sanción por la alteración y contaminación de los alimentos a comercializar y proteger los intereses del país desde el punto de vista sanitario para la comercialización internacional de los alimentos.

En el segundo título se establecen las responsabilidades y la coordinación de esta normativa, en el tercer título habla de los establecimientos y sus autorizaciones; Kaxin S.A queda enmarcado como una fábrica de Alimentos ya que esta se define como la categoría donde quedan comprendidos los establecimientos cuyo fin primordial es procesar, elaborar, transformar y empacar alimentos, de origen hidrobiológico, animal, vegetal y minerales. También establece que todo propietario de establecimientos de alimentos, previo a su funcionamiento o apertura al público, deberá obtener la licencia sanitaria extendida por la autoridad competente. Está prohibido el funcionamiento de establecimientos de alimentos sin licencia sanitaria vigente.

En el título cuatro cubre el tema de las normativas para el transporte de alimentos y establece que los vehículos de transporte de alimentos, bebidas y materias primas de los mismos, están sujetos al cumplimiento de las disposiciones higiénico-sanitarias, a la inspección sanitaria y deberán ser examinados para tal fin, de manera que protejan los productos de contaminaciones y aseguren su correcta conservación en el traslado. Está prohibido el transporte simultáneo o alterno de sustancias tóxicas con alimentos.

El título cinco cubre el registro sanitario de referencia y la evaluación de conformidad, estableciendo que el registro sanitario de referencia es el acto administrativo mediante el cual, el Ministerio de Salud por conducto del Laboratorio Nacional de Salud, evalúa y certifica un alimento procesado, conforme las normas y reglamentaciones de inocuidad y calidad específicas. El registro constituye el patrón de referencia que servirá de base para las evaluaciones del control posterior que se hagan a dicho producto en el mercado.

El título seis habla de la inspección y supervisión sanitaria y establece que la inspección y supervisión sanitaria de los establecimientos de alimentos, es el procedimiento técnico - administrativo basado en criterios de riesgo y peligro, por medio del cual y en presencia del interesado, el departamento, las áreas y Distritos de Salud, del Ministerio de Salud; y la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura en el ámbito de su competencia, verifican las condiciones higiénico sanitarias de la producción de los alimentos, transformación, empaque su almacenamiento, comercialización y transporte, así como las instalaciones y las condiciones higiénicas del manipulador. Las autoridades competentes en esta materia realizarán las inspecciones y toma de muestras de los alimentos, de conformidad con la normativa sobre la materia.

El único capítulo del séptimo título se centra en las personas que manipulan los alimentos, estableciendo que anterior a su contratación, el propietario o representante legal de un establecimiento de alimentos o unidad de producción, deberá requerir de los manipuladores de alimentos, los documentos sanitarios vigentes que legalmente procedan, para comprobar su buen estado de y mantener el historial de salud de los mismos.

El título nueve habla de las exportaciones de los alimentos y el título diez determina las sanciones, el incumplimiento y el procedimiento a llevar a cabo cuando estas existan. (Acuerdo Gubernativo 969-99, 1999)

b. Acuerdo Ministerial 456-2009 Requisitos para obtener el certificado como unidad de producción avícola libre de influenza aviar con y sin vacunación.

El acuerdo ministerial 456-2009 tiene como objeto establecer los requisitos para la obtención del certificado como unidad de producción avícola libre de influenza aviar con y sin vacunación. Este acuerdo aplica para todas las unidades de producción avícola, ubicadas dentro del territorio nacional.

El artículo 4 del acuerdo establece el procedimiento para realizar la solicitud de certificado como unidad de producción libre de influenza aviar. Esta debe ser presentada por el interesado ante el Programa Nacional de Sanidad Avícola, de la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. En los artículos 5 y 6 del acuerdo establecen los requisitos para la obtención del certificado como unidad de producción libre de Influenza sin vacunación y con vacunación

respectivamente. La vigencia del certificado será de seis meses a partir de la fecha del monitoreo. (Acuerdo Ministerial 456-2009, 2009)

c. Acuerdo Ministerial 218-2013 Acuerdo de vacunación temporal preventiva emergente contra la influenza aviar de alta patogenicidad H7N3 y medidas sanitarias competentes.

El Acuerdo Ministerial 218-2013 tiene como objeto autorizar el programa de vacunación temporal emergente y preventivo (profiláctica) contra influenza aviar en todo el territorio nacional, cumpliendo con los requisitos establecidos por el Programa Nacional de Sanidad Avícola (PROSA) y la ley de Sanidad Vegetal y Animal y su Reglamento. El programa de vacunación temporal emergente y preventiva será regulado por el protocolo para la aplicación de la vacuna contra la influenza aviar de alta patogenicidad de H7N3 y medidas sanitarias complementarias.

El artículo 5 establece que la duración de este artículo dependerá de la situación epidemiológica que se presente en el territorio nacional. En el artículo 6 del Acuerdo Ministerial se establece que la entidad responsable de la autorización, distribución y uso de la aplicación de la vacuna, es el Programa Nacional de Sanidad Avícola (PROSA). Por último, en el artículo 7 del Acuerdo Ministerial, se menciona el protocolo a seguir en caso de una situación epidemiológica. En este se establecen los procedimientos normativos, técnicos y metodológicos, para permitir la vacunación a nivel nacional del sector avícola. (Acuerdo Ministerial 218-2013, 2013)

d. Decreto No. 36-98 Ley de Sanidad Vegetal y Animal

El objetivo de la ley de Sanidad Vegetal y Animal es velar por la protección y sanidad de los vegetales, animales, especies forestales e hidrobiológicas. La preservación de sus productos y subproductos no procesados contra la acción perjudicial de las plagas y enfermedades de importancia económica y cuarentenaria, sin perjuicio para la salud humana y el ambiente.

La primera parte habla de la sanidad vegetal y principalmente establece que corresponde al MAGA, coordinar y desarrollar acciones a nivel nacional para identificar y diagnosticar, en campo y en laboratorio, los principales problemas

fitosanitarios que afectan a la producción, procesamiento y al comercio de los productos agrícolas no procesados. Las acciones específicas a desarrollar serán establecidas en el reglamento respectivo.

Posteriormente, en el tercer título se habla de las medidas zoonosanitarias y la idea principal de este título es que el MAGA dictará las normas, procedimientos y reglamentos, para el ingreso y transporte hacia y dentro del territorio nacional, de los animales, fármacos, biológicos, hidrobiológicos, materias primas, productos y subproductos no procesados de origen animal, equipos y materiales de uso animal, con la finalidad de evitar el ingreso o diseminación y establecimiento en el país de enfermedades, plagas, contaminantes y otros patógenos que afecten la salud de la biodiversidad animal, para cual se tendrá las atribuciones que se establecen en el reglamento respectivo.

En el título cuatro se habla de delegación, análisis y regencias. En este se establece el Programa de Delegación de Servicios en Sanidad Animal y Vegetal cuya organización, ejecución y control estará a cargo del MAGA, en coordinación con los Colegios Profesionales afines, con la finalidad de capacitar y autorizar a profesionales a prestar servicios relacionados con esta ley y sus reglamentos.

El título quinto habla de la coordinación nacional e internacional donde únicamente se establece que la participación de Guatemala en convenios o tratados nacionales e internacionales en el campo fitozoonosanitario, será acordada por el MAGA, delegando en los representantes oficiales, la forma de su participación.

En el título sexto se establecen las medidas disciplinarias y finalmente en el título séptimo se establecen las disposiciones finales. (Decreto No. 36-98, 1998)

### 3. Tipos de gallinas

Como se establece anteriormente hay aves que se cosechan por su carne, las cuales se conocen como broilers, mientras que las aves que se usan para la producción de huevos se denominan ponedoras. Sin embargo, hay un tercer tipo de aves, las cuales pueden ser usadas para ambos propósitos, y por lo cual reciben el nombre de gallinas de doble propósito. (Compassion in world farming, 2008)

Según lo discutido con el director de la avícola Kaxin Sociedad Anónima, las gallinas también se pueden separar dependiendo de su edad ya que así es como se les va a alimentar y el tipo de huevos que van a poner. Las gallinas que se estaban criando se llevan a la empresa a las 17 semanas de edad, a las 19 semana comienza su postura de huevos. En la primera semana de postura solo el 3% o el 4% de gallinas ponen huevos, mientras que para la semana 26 del 95% al 98% de gallinas ponen huevos en un día.

Existe un tipo de gallinas las cuales se conocen como gallinas en pelecha que son aquellas que tienen más de 70 semanas. A estas se les controla su alimentación a manera de que estas puedan seguir poniendo huevos por más semanas de lo normal. Las gallinas que no pasan por ese proceso ponen huevos de 90 a 100 semanas, mientras que las gallinas que son sometidas al proceso de pelecha pueden poner huevos de 120 a 125 semanas.

Las gallinas que se encuentran en la granja se pueden dividir también en gallinas blancas y gallinas marrones. Las gallinas marrones tienden a ser un poco más pesadas que las gallinas blancas. Las gallinas marrones son una raza europea, y estas son las que ponen los huevos marrones. En la granja hay menos gallinas marrones porque hay una menor demanda de huevos marrones en Guatemala.

Las gallinas marrones en este caso son de doble propósito, es decir que se usan como ponedoras y después se venden por su carne. (APHG, 2016)

### 4. Tipos de huevos

En el mercado hay diferentes tipos de huevos que se venden a diferentes precios, cada empresa que vende huevos los puede clasificar con su propia modalidad, ya sea por peso, tamaño o color. En Kaxin S.A. la clasificación de los huevos se da por peso. Se denominan huevos Jumbo a aquellos que pesan más de 77 gramos, huevos óptimos a los que pesan entre 71 y 77 gramos, huevos extra a los que pesan entre 65 y 71 gramos, el huevo mediano es aquel que se encuentra entre 57 y 64 gramos, el pequeño es el que

pesa entre 47 y 57 gramos y finalmente el huevo más pequeño o piwi es el que pesa menos de 47 gramos.

Según la experiencia de las personas en la empresa de Kaxin S.A. Las gallinas más jóvenes son aquellas que ponen los huevos más pequeños. Dicen que las gallinas de alrededor de un mes de edad las que ponen huevos de tamaño piwi, pequeño y mediano y las gallinas de pelecha los que ponen los huevos Jumbo.

A continuación, se presenta una tabla con datos generales de producción de huevos:

**Cuadro. 1** Datos de producción

<b>Producción de Huevos</b>	Edad al 50 % de producción	140 - 150 días
	Pico de producción	92 - 94 %
	<b>Huevos por Gallina Alojada</b>	
	en 12 meses de postura	305 - 315
	en 14 meses de postura	340 - 350
	<b>Masa de Huevo por Gallina Alojada</b>	
	en 12 meses de postura	19,0 - 20,0 kg
en 14 meses de postura	22,0 - 23,0 kg	
<b>Características del Huevo</b>	<b>Peso Medio del Huevo</b>	
	en 12 meses de postura	63,5 - 64,5 g
	en 14 meses de postura	64,0 - 65,0 g
<b>Consumo de alimento</b>	Color de la cáscara	marrón uniforme
	Resistencia de la cáscara	> 35 Newton
<b>Peso corporal</b>	1 - 20 Semanas en producción	7,4 - 7,8 kg
	Conversión alimenticia	110 - 120 g/día
		aprox. 2,1 - 2,2 kg/kg huevo
<b>Viabilidad</b>	a las 20 semanas	1,6 - 1,7 kg
	al final de la producción	1,9 - 2,1 kg
<b>Viabilidad</b>	Cría	97 - 98 %
	Período de postura	94 - 96 %

(APHG, 2016)

## B. INGENIERÍA ECONÓMICA PARA LA TOMA DE DECISIONES

Para este trabajo es necesario utilizar estudios de ingeniería económica como herramienta para la toma de decisiones. La ingeniería económica utiliza análisis financieros para determinar la rentabilidad de un proyecto a través del tiempo. Un estudio económico tiene por componentes principales los flujos de efectivo, tiempo en los que ocurren los flujos de efectivo, tasas de interés relacionadas con el valor del dinero en el tiempo y medición del beneficio económico para la selección de una alternativa.

Hay que tomar en cuenta que los datos obtenidos a partir de estos estudios no son 100% precisos debido a las circunstancias cambiantes. (Blank *et al.* 2012)

### 1. Estudio de Ingeniería económica

Para la realización de un estudio de ingeniería económica se necesitan ciertos elementos: identificación del problema, recopilación de información relevante, estimaciones realistas de los flujos de efectivo, identificación de criterio de valor para la toma de decisiones, evaluación de cada opción e implementación de la solución. (Blank *et al.* 2012)

#### a. Identificación del problema

Para una correcta identificación del problema es necesario hacer una narración breve del problema y detallar los objetivos principales para el establecimiento de una solución. (Blank *et al.* 2012)

#### b. Alternativas

Esto implica la recolección de la información independiente de las soluciones que cumplan con los objetivos. Algunos parámetros que se toman en cuenta para las alternativas son la inversión inicial, vida esperada, valor de rescate, costo de operación anual y mantenimiento. (Blank *et al.* 2012)

### c. Análisis de ingeniería económica

Para realizar este se necesitan las estimaciones de flujos de efectivo, el valor del dinero en el tiempo y la medición de rentabilidad seleccionada. Por cada proyecto hay algunos otros parámetros que pueden variar y hay que asegurarse de que para todas las alternativas se están tomando en cuenta los mismos parámetros. (Blank *et al.* 2012)

### d. Selección de la mejor alternativa

El principal aspecto para elegir la mejor alternativa es la medición de la rentabilidad. Esta se puede medir en parámetros como la mejor tasa de retorno. También a la hora de tomar decisiones hay que tomar en cuenta factores no económicos que impactan el proyecto y estos tienden a variar para proyectos distintos. Algunos factores no económicos para tomar en cuenta son:

- Presiones de mercado
- Disponibilidad de recursos
- Leyes que imponen aspectos de seguridad
- Interés de alta dirección
- Preferencia por alguna alternativa por parte de un grupo: empleados, sindicato, gerencia, etc.

(Blank *et al.* 2012)

## 2. Tasas de retorno

Se llama tasa de retorno al interés generado durante un periodo específico y se expresa como un porcentaje de la cantidad original. La unidad de tiempo en la que se obtiene la tasa de retorno se conoce como periodo de interés.

Otro nombre para la tasa de retorno es retorno sobre inversión. (Blank *et al.* 2012)

### 3. WACC

El WACC, de las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital, también denominado coste promedio ponderado del capital, es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión. El cálculo de esta tasa puede tener tres enfoques distintos: como activo de la compañía: es la tasa que se debe usar para descontar el flujo de caja esperado; desde el pasivo: el coste económico para la compañía de atraer capital al sector; y como inversores: el retorno que estos esperan, al invertir en deuda o patrimonio neto de la compañía.

#### a. Fórmula

El WACC pondera los costos de cada una de las fuentes de capital, independientemente de que estas sean propias o de terceros. Es preciso tener presente que si el WACC es inferior a la rentabilidad sobre el capital invertido se habrá generado un valor económico agregado para los accionistas. Se explica siendo la siguiente fórmula:

$$WACC = \frac{E}{V} * Ke + \frac{D}{V} * i * (1 - T)$$

Donde:

Ke representa el costo de los fondos propios, E representa los fondos propios, D es la deuda financiera, V es el valor total de la inversión e I es la tasa de interés y T es la tasa impositiva. (Bejar-León, 2017)

### 4. KE (Costo de Oportunidad)

El costo de capital (Ke) es el costo en el que incurre una empresa para financiar sus proyectos de inversión a través de los recursos financieros propios. Aunque no es un costo que se observe de manera directa, es un concepto relevante.

La fórmula para determinar este valor es la siguiente:

$$Ke = Rf + \beta e (Rm - Rf)$$

- Donde Rf es la tasa libre de riesgo.
- Rm es la rentabilidad esperada del mercado.

- B es un valor *Beta* establecido para el tipo de negocio, en el caso de este proyecto se utilizó la *Beta* de agricultura y ganadería, este representa un valor de riesgo en el mercado.

(Bejar-León, 2017)

## C. SITUACIÓN ACTUAL EN LA EMPRESA KAXIN S.A.

### 1. Maquinaria utilizada

Según lo observado en una de las visitas de campo, Kaxin, Sociedad Anónima utiliza diferentes tipos de máquinas a lo largo de todo el proceso de producción y recolección de huevos. En primer lugar, tienen un sistema de alimentación de las gallinas el cual está basado en silos, básculas y bandas transportadoras. La empresa cuenta también con bandas recolectoras de huevos que transportan los huevos al área de selección de huevos, en esta área se cuenta con una banda de rodillos en constante movimiento que permite una selección continua de los huevos. Una vez los huevos fueron clasificados se transportan en montacargas a el área de producto terminado.

### 2. Proceso actual en la empresa

Según la información proveída por el personal de la granja en la empresa Kaxin, Sociedad Anónima, actualmente la empresa tiene su sede en una finca ubicada cerca de la aldea el Jocotillo. Las gallinas se encuentran ubicadas en la parte de la finca conocida como Rancho K. En las diferentes galeras se encuentran las gallinas las cuales llegan a la empresa en lotes, estas son transportadas en un vehículo especial para el manejo de aves, desde la granja de levante. Al ingresar a la empresa las gallinas se colocan en sus respectivos galpones.

Las gallinas no se crían en la empresa, sino que cuando estas llegan a 17 semanas de edad se transportan a las galeras de Rancho K. Una vez allí, son colocadas en jaulas en grupos de 10. Hoy en día hay cuentan con un total aproximado de 415,000 gallinas, las cuales ponen huevos aproximadamente cada 25 horas, dependiendo de su edad.

Los huevos se recogen por medio de una banda transportadora la cual dirige el producto a un área en donde manualmente se seleccionan, actividad realizada por 32 personas que determinan su talla de acuerdo con su peso estimado. Estos huevos se colocan en cartones de 30cm x 30cm, en donde generalmente caben 24 huevos, exceptuando a los huevos Jumbo, en cuyo caso los cartones son de 20 huevos. Los cartones se juntan sobre pallets y se transportan a una bodega desde la cual son distribuidos a la bodega central, ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala y posteriormente a clientes compradores.

### 3. Diagrama de proceso recolección, selección y empaque de huevos:

#### a. Diagrama de proceso:

Un diagrama de proceso es una representación gráfica que muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones y tiempos permitidos en un proceso de manufactura o negocio. Este también contempla retrasos, almacenamientos temporales, etc.

Para la realización del diagrama, es necesario utilizar símbolos que representan las diferentes etapas del proceso.

Símbolos:

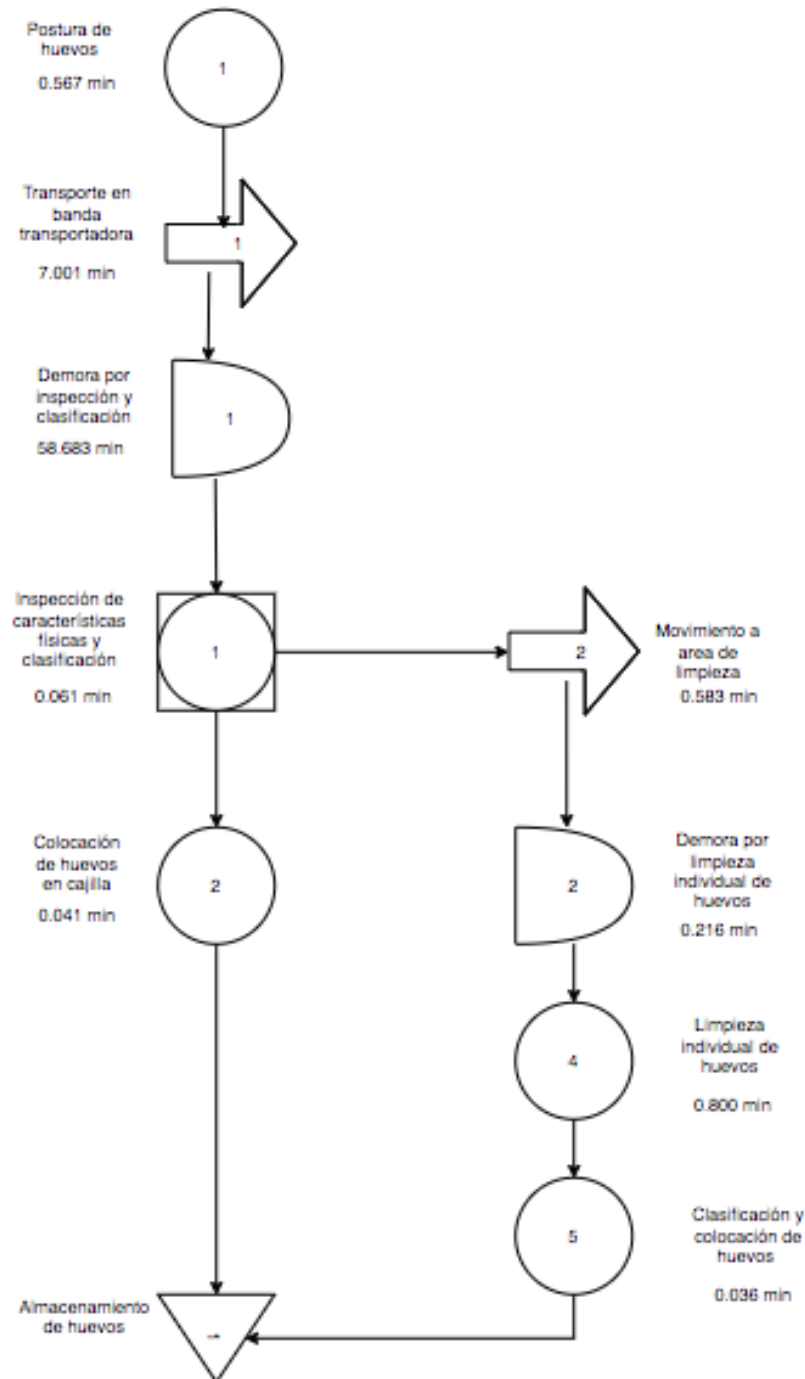
- O: Operaciones
- □: Inspecciones
- D: Retraso.
- →: transporte
- ▼: almacenamiento.

(Niebel y Freivalds, 1996)

b. Proceso de recolección, selección y empaque de huevos:

Este es el diagrama del proceso actual que se maneja en la empresa, este fue realizado después de una visita de campo, cuyo objetivo principal fue la toma de tiempos de cada operación, inspección y transporte.

**Figura 1.** Diagrama de proceso actual de la empresa.



(Elaboración propia, 2020)

**Cuadro 2.** Tiempos por líneas en minutos

	Tiempos de línea Principal		Tiempos de línea con limpieza de huevos	
	Descripción	Tiempo (min)	Descripción	Tiempo (min)
Operaciones	Postura de huevos	0.567	Postura de huevos	0.567
	Colocación de huevos en cajilla	0.041	limpieza individual de huevos	0.8
			Clasificación y colocación de huevos	0.036
<b>Sub- Total Operaciones</b>		<b>0.608</b>		<b>1.403</b>
Inspección-Operación	Inspección de características físicas y clasificación	0.061	Inspección de características físicas y clasificación	0.061
<b>Sub total Inspección-Operación</b>		<b>0.061</b>		<b>0.061</b>
Transporte	Transporte con Banda	7.001	Transporte con Banda	7.001
			Movimiento a área de limpieza	0.583
<b>Sub-Total Transporte</b>		<b>7.001</b>		<b>7.584</b>
Demora	Demora por inspección y clasificación	58.683	Demora por inspección y clasificación	58.683
			Demora por limpieza de huevos	0.216
<b>Sub-total demora</b>		<b>58.683</b>		<b>58.899</b>
<b>TOTAL</b>		<b>66.353</b>		<b>67.947</b>

(Elaboración propia, 2020)

d. Distribución estadística por operación

Cada operación posee una distribución estadística a la cual se apegan sus tiempos. Esta se determinó por medio de la toma de tiempos en varias corridas y el procesamiento de datos por el programa R.

**Cuadro 3.** Distribución estadística por operación

Operación	tiempo Promedio (min)	Distribución de tiempo	Parámetros (min)
Postura de huevos	0.567	exponencial	0.55
banda transportadora	7.001	uniforme	(0.2,14.8)
Demora por inspección	58.683	triangular	(12.5,61.2,112.3)
Inspección y clasificación	0.061	exponencial	0.058
Colocar huevos en cartón	0.041	exponencial	0.0408
Movimiento a área de limpieza	0.583	triangular	(0.467,0.567,0.683)
Demora por limpieza	0.216	triangular	(0.104, 0.123, 0.167)
limpieza individual y acomodación en cartón	0.8	exponencial	0.383
Clasificación y colocación (huevos limpios)	0.036	triangular	(0.029,0.037,0.039)

(Elaboración propia, 2020)

#### 4. Distribución de huevos en la empresa:

En la empresa actualmente se distribuyen huevos de diferentes tallas, Jumbo, Óptimo, Extra, Grande, Mediano, Pequeño, Pewee, Perla.

Actualmente, como la selección y clasificación se lleva a cabo de manera manual la distribución de las tallas varía de cómo sería con un proceso automatizado, debido al error humano.

A continuación, se muestran las distintas tallas con sus pesos y distribución, tanto para la clasificación actual como para la clasificación si se tuviera una selección automatizada, De acuerdo con las estimación y cálculos realizados e información obtenida por el fabricante.

**Cuadro 4.** Clasificación tallas de huevo según peso:

Talla	Peso (g)	Distribución sin automatización	Distribución con automatización	Precio ponderado por caja/año <sup>1</sup>
Jumbo	> 77	0.23%	0.21%	321.25
Óptimo	71-77	2.34%	2.10%	284.65
Extra	65-71	14.92%	14.72%	277.46
Grande	59-65	50.18%	51.48%	255.85
Mediano	54-59	21.38%	22.08%	231.12
Pequeño	49-54	4.32%	3.85%	170.53
Pewee	44-49	0.99%	0.99%	119.46
Perla	< 44	0.31%	0.31%	102.56
Sucio	NA	3.22%	2.57%	190.43
Roto	NA	1.70%	1.40%	133.61
Desecho	NA	0.40%	0.28%	-

(Fuente: Kaxin, Sociedad Anónima. Adaptación del autor, 2020)

<sup>1</sup> precios Ponderados de venta por talla durante el año 2019

## 5. Proyección de crecimiento en el volumen de huevos.

De acuerdo con un estudio en el mercado realizado por el personal de la empresa Kaxin Sociedad Anónima se determinó el crecimiento en volumen de huevos producidos en los próximos 10 años.

A continuación, se presenta una tabla con el aumento proyectado del volumen:

**Cuadro 5.** Proyección de crecimiento en volumen

Periodo	Producción: Cajas/año	Producción: Cajas/día
2019	346,000	948
2020	385,000	1,055
2021	407,000	1,115
2022	453,000	1,241
2023	453,000	1,241
2024	453,000	1,241
2025	511,400	1,401
2026	569,800	1,561
2027	628,200	1,721
2028	628,200	1,721
2029	686,600	1,881
2	686,600	1,881

(Fuente: Kaxin, Sociedad Anónima. Adaptación del autor, 2020)

## D. AUTOMATIZACIÓN EN LA SELECCIÓN DE HUEVOS

La automatización es la técnica, método o sistema de operar o controlar un proceso con medios altamente automáticos, y reducir la intervención humana al mínimo. La automatización también se puede definir como el uso de una máquina que realiza tareas repetitivas con algún grado de automatización.

En el caso de Kaxin S.A la automatización de la clasificación de huevo es el siguiente paso en la innovación de su proceso, esto implica la reducción de error humano, así como la selección más expedita de los huevos.

En general hay dos compañías a nivel mundial que se dedican a la fabricación de máquinas industriales para la selección y clasificación de huevos. Las empresas son Sanovoy Moba.

### 1.SANOVO

Sanovo Technology Group tiene su base en Dinamarca, y es una empresa líder en la manufactura de equipos para manipulación, empaque y procesamiento de huevos, enzimas e ingredientes funcionales para mejorar las capacidades funcionales de los huevos. Los principales valores de la empresa son el Compromiso, la cooperación, dinamismo y responsabilidad. Esta empresa también tiene un programa al que le llaman “Company Karma” por medio de este llevan a cabo su responsabilidad social, la cual incluye a sus empleados, clientes, proveedores y otros grupos de interés. (Sanovo Technology Group, 2011)

Las máquinas para la selección y procesamiento de huevos en esta empresa se dividen en cuatro rangos, los cuales se presentan a continuación. (Sanovo Technology Group, 2011)

#### a. GRADERPRO

GraderPro es una de las máquinas con mejor capacidad en la industria, esta puede procesar hasta 800 cajas por hora. También tiene un sistema de tratamiento ultrasuave para los huevos. Esta línea tiene una serie de características que la diferencian de las demás máquinas.

La GraderPro, tiene un programa completo con todos los sistemas de detección posibles, La máquina puede detectar huevos chorreados, fisurados, sucios, con sangre y por color para asegurar la calidad de los huevos.

También tiene la opción de clasificación de huevos por color, a manera de que estos sean empacados por separado y clasificados por su cuenta. Además, esta máquina le brinda un número de identificación a cada huevo que permite la trazabilidad, que mejora la gestión de la calidad.

La máquina GraderPro tienen un sistema de Fisurado y pesaje, posee un orientador de huevos, un detector de sangre, empacadoras, monitores táctiles y una pequeña superficie que aumenta su eficiencia. (Sanovo Technology Group, 2011)

A continuación, se listan los modelos:

- SANOVO GraderPro 400 - 144,000 huevos / hora (400 cajas / hora)
- SANOVO GraderPro 600 - 216,000 huevos / hora (600 cajas / hora)
- SANOVO GraderPro 800 - 288,000 huevos / hora (800 cajas / hora)

#### b. OPTIGRADER

La línea Optigrader, tiene una capacidad máxima de 707 cajas por hora o 254,520 huevos por hora. Este modelo cuenta con un cargador de huevos especializado en la carga de huevos de baja calidad que evita rupturas en los huevos. El optigrader también cuenta con un transportador de rodillos, hecho con materiales que permiten una limpieza profunda, también cuenta con un acumulador que orienta el flujo en 12 o 18 filas.

El modelo, además cuenta con un detector de huevos sucios, con la opción de agregar un sistema de redirección de estos a una limpiadora, para que se puedan reprocesar, de la misma manera, cuenta con un sistema de detección y rechazo a huevos con la membrana rota y huevos fisurados.

Para la selección de los huevos cuenta con una balanza que se recalibra después de cada pesaje y para la limpieza cuenta con un sistema UV y sistema de limpieza de rollos. (Sanovo Technology Group, 2011)

A continuación, se listan los modelos:

- SANOVO Optigrader 707 - 254,520 huevos / hora (707 cajas / hora)
- SANOVO Optigrader 600 - 216,000 huevos / hora (600 cajas / hora)
- SANOVO Optigrader 400 - 144,000 huevos / hora (400 cajas /hora)

#### c. ALPHA

Al igual que con la línea Optigrader y GraderPro, la línea Alpha cuenta con detección de huevos con daños en la membrana o con fisuras, detector de huevos sucios, un sistema de pesaje para la clasificación de los huevos, clasificación por color, detección de sangre y transportadora de rodillos de entrada.

El modelo Alpha es apropiado para las industrias de un tamaño menor y cuenta con mucha flexibilidad para su instalación, ya que puede adaptarse al proceso de cualquier operación. (Sanovo Technology Group, 2011)

A continuación, se listan los modelos:

- SANOVO ALPHA 70 - 25,200 huevos / hora (70 cajas / hora)
- SANOVO ALPHA 100 - 36,000 huevos / hora (100 cajas / hora)
- SANOVO ALPHA 125 - 45,000 huevos / hora (125 cajas /hora)

#### d. ARDENTA

Ardenta es una línea especializada en alcanzar altos requerimientos sanitarios en ambientes difíciles, esta máquina es ideal para mantener bajos los costos de mantenimiento. Es una línea altamente confiable y con costos bajos en limpieza.

Al igual que las máquinas anteriores la línea Ardent posee detectores de huevos rotos o fisurados, pesaje de huevos para su selección, clasificación de huevos por color, detección de sangre, transportador de rodillos y limpieza UV y por rodillos.

Esta posee también pantalla de control táctil y cerrador de envases. (Sanovo Technology Group, 2011)

A continuación, se listan los modelos:

- SANOVO ARDENTA 170 - 61,200 huevos / hora (170 cajas / hora)
- SANOVO ARDENTA 300 - 108,000 huevos / hora (300 cajas / hora)

## 2. MOBA

Moba es una empresa que obtiene su nombre del apellido y del nombre de la ciudad natal de su fundador, Job Moster y Barneveld respectivamente. La empresa se enfoca en la manufactura de máquinas de clasificación, empaque y procesamiento de huevos. Moba se fundó en 1947 y ha crecido a ser una empresa con más de 800 colaboradores a nivel mundial. La empresa tiene su centro en Barneveld, en Países Bajos. Su misión empresarial es ayudar a sus clientes a mejorar su negocio por medio del desarrollo y optimización de las últimas máquinas en tecnología para la selección, empaque y procesamiento de huevos.

Moba vende diferentes máquinas con operaciones específicas, que se pueden combinar y agregar dependiendo de qué tan automatizado sea el proceso. (Moba, 2013)

### a. MOBANETTE 3

Esta máquina no necesita de demasiado mantenimiento, tiene un bajo consumo de energía y puede ser operada por una persona, además es fácil de instalar ya que solo se debe enchufar y está lista para su uso.

Su función principal es la de clasificación de huevos por peso. Su capacidad máxima es de 1,440 huevos por hora o 4 cajas. Esta máquina es pequeña y por lo mismo se considera eficiente y adaptable a cualquier granja avícola, Esta mide 965 x 453 mm y pesa únicamente 20.6 Kg. La precisión del pesaje es de +/- 1 gramo. (Moba, 2013)

### b. MOBA 68/88

Estas clasificadoras son consideradas de bajo volumen, y están fabricadas para operaciones a pequeña escala. Al igual que todas las máquinas Moba, estas se fabrican a base de acero inoxidable, lo que garantiza un largo tiempo de servicio con un mantenimiento mínimo.

Estas máquinas tienen como función principal la clasificación y empaquetado de huevos por peso. (Moba, 2013)

A continuación, se listan los modelos:

- MOBA 68: Esta máquina tiene una capacidad máxima de 3000 huevos por hora o 8.3 cajas. Las medidas de la MOBA 68 son 1540 x 1755 mm y pesa 125 kg. Esta máquina solo necesita de uno o dos operarios. La precisión del pesaje es de +/- 1 gramo. (Moba, 2013)
- MOBA 88: Esta máquina tiene una capacidad máxima de 4500 huevos por hora o 12.5 cajas. Las medidas de la MOBA 68 son 1540 x 1755 mm y pesa 150 kg. Esta máquina sólo necesita de dos operarios. La precisión del pesaje es de +/- 1 gramo. (Moba, 2013)

#### c. PRIMA2000

La Prima2000 es una máquina fiable, económica y práctica de acero inoxidable con una capacidad de 20,000 huevos/hora. Una máquina con un precio de inversión relativamente bajo, pero que, por medio de un kit de mejora, se puede expandir para convertirse en una Moba2500 completa (30,000 huevos/hora), por lo que la máquina podrá crecer con las necesidades de su empresa.

Esta máquina tiene como función la clasificación y empaquetado de huevos por peso y por defectos, tiene un área superficial de 6,989 x9,013 mm y cuenta con 6 hileras de alimentación. (Moba, 2013)

#### d. MOBA2500

La Moba2500 es la solución definitiva para una clasificadora y empaquetadora de huevos moderna, sencilla, fiable y económica. Al ser una combinación perfecta de principios fiables y probados y una tecnología moderna, esta máquina le proporcionará muchos años en los que clasificará huevos sin preocupaciones. Estas propiedades, con la combinación de una estructura sencilla de plástico y acero inoxidable, hacen que la Moba2500 sea la clasificadora de huevos ideal para empresas medianas y pequeñas.

Esta máquina tiene como función la clasificación y empaquetado de huevos por peso y por defectos, tiene capacidad máxima de 30,000 huevos por hora, tiene un área superficial de 6,989 x9,013 mm y cuenta con 6 hileras de alimentación. (Moba, 2013)

#### e. FORTA

La Forta es un cambio de paradigma en la industria de los huevos, una clasificadora con una capacidad de 100 cajas / hora repleta de funciones de alta calidad y un sistema operativo de fácil control. La máquina está incorporada en el concepto de manejo individual de huevos de Moba. Esto significa que desde el momento en que los huevos llegan a los rodillos en la sección de alimentación hasta el paquete del consumidor, se evita cualquier contacto entre los huevos lo que reduce la posibilidad de contaminación cruzada. Se cumplen todos los requisitos de los más altos estándares de higiene, tales como una entrada lavable y carriles de empaque con partes removibles para la limpieza posterior a la producción. La Forta puede configurarse según sus necesidades específicas, lo que significa que puede agregar opciones como un inspector de huevos, un detector de fisuras y un detector de sangre. Eso hace que Forta sea su plataforma de máquina preparada para el futuro.

Esta máquina tiene como función la clasificación y empaquetado de huevos por peso y por defectos, tiene un área superficial de 6989 x9013 mm y cuenta hasta con 18 líneas de empaquetado. (Moba, 2013)

#### f. OMNIA XF2

La serie Omnia XF constituye sin duda la base instalada más grande en la industria del huevo. Estas máquinas han demostrado ser fiables y las utilizan miles de clientes en todo el mundo. Dado que las máquinas combinan la inmejorable manipulación individual de los huevos de Moba con la fabricación en acero inoxidable y las piezas de la empaquetadora extraíbles para facilitar la limpieza, se les dio el nombre de "XF", que significa "seguridad alimentaria ampliada" (por sus siglas "eXtended Food" en inglés).

El nuevo Omnia XF2 presenta una higiene mejorada y una capacidad más amplia (de 45,000 a 108,000 huevos/hora). No sólo ofrece un sistema de alimentación que se puede limpiar completamente con productos de limpieza a base de espuma y sistemas de limpieza a alta presión, sino que, además, el sistema de alimentación cuenta con un diseño de bastidor abierto que evita que la suciedad se acumule. Nunca había sido tan fácil acceder a la tecnología para limpiarla. (Moba, 2013)

#### g. OMNIA FT

La serie Omnia FT (por sus siglas en inglés, “Food Technology”) posee estándares de seguridad elevados ya que cuenta con manipulación individual de los huevos de Moba. El resultado es una de las máquinas más eficientes de la serie Omnia.

Omnia FT ofrece lo mismo que Omnia XF2, con más funciones de higiene en la sección de suministro. Esta construcción de alimentación, robusta y abierta, incluye un sistema de limpieza para todos los rodillos. De la misma manera, facilita las tareas de mantenimiento y reduce el tiempo necesario para limpiar.

Gracias a las innovaciones más recientes, Omnia FT ofrece una capacidad más amplia, que va desde los 45 000 hasta los 108 000 huevos/hora. (Moba, 2013)

#### h. OMNIA PX

Omnia PX es reconocida por tener la máxima eficiencia con un 2 % más de huevos de clase A y cumple las normativas más exigentes sobre higiene y seguridad alimentaria.

La serie Omnia PX, incluye lo mismo que las máquinas previamente mencionadas y nuevas funciones de control y de higiene en toda la máquina; algunas de estas funciones son la desinfección UV de los huevos y las pantallas táctiles sobre las líneas de empaquetado para modificar los productos rápidamente y disminuir los errores que cometen los operarios. Omnia PX tiene una capacidad que va desde los 45 000 hasta los 108 000 huevos/hora. (Moba, 2013)

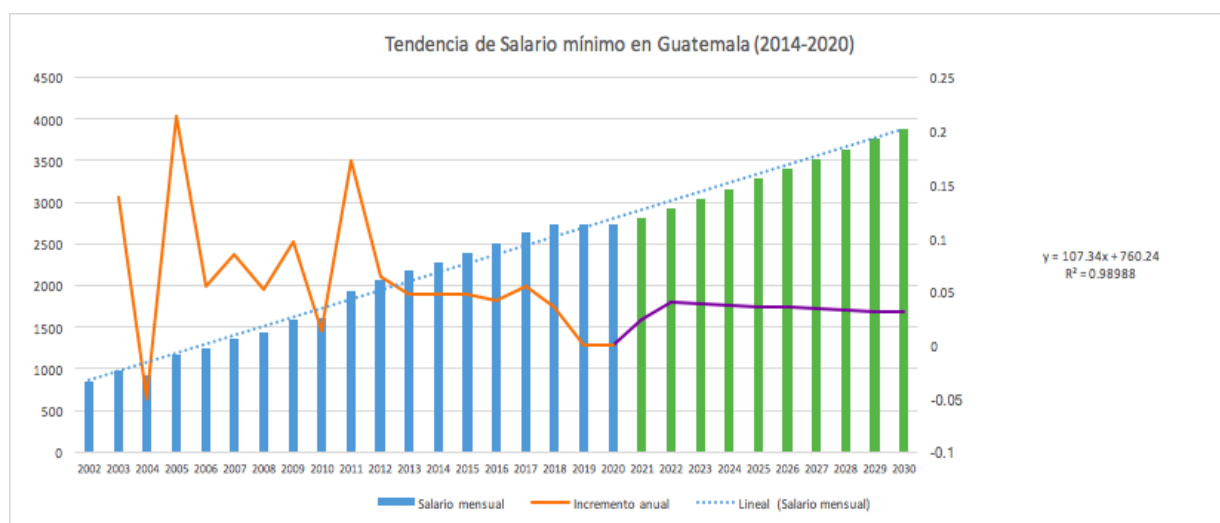
## E. PROYECCIÓN DE COSTOS ASOCIADOS CON EL PROCESO

### 1. Aumento en salario de personal

Con una máquina clasificadora, se reduce el personal necesario en una fábrica, para determinar el impacto que tendrá esta reducción de personal se realizó un cálculo del costo anual por los trabajadores que serían sustituidos por la máquina. A través del análisis del flujo de procesos se determinó que se puede reducir el personal en 18 trabajadores, quienes actualmente son los encargados de clasificar e inspeccionar los huevos manualmente. Cada trabajador involucrado en este proceso recibe como pago el salario mínimo agrícola más sus horas extras cuando aplique. Para proyectar los salarios del personal y determinar los ahorros se llevó a cabo una extrapolación de la tendencia del salario mínimo desde el 2002.

En la Figura 3 Se muestra la tendencia de los salarios. Los datos en verde y morado son los datos extrapolados.

**Figura 2.** Tendencia del salario mínimo en Guatemala de 2014 a 2020 extrapolado a 2030



(Fuente: Banco de Guatemala, adaptación del autor, 2020)

En el Cuadro 5 se muestran los datos obtenidos a partir de la extrapolación de datos realizados con la tendencia mostrada en la Figura 3.

**Cuadro 6.** Salario mínimo agrícola mensual extrapolado a 2030.

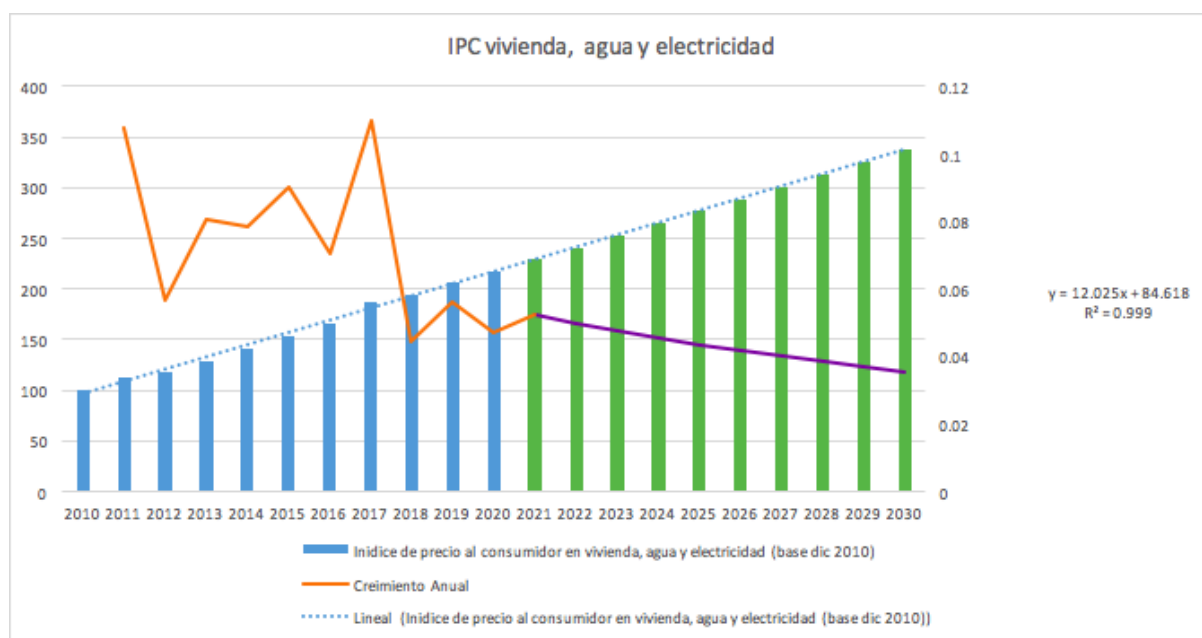
<b>Año</b>	<b>Salario mensual</b>	<b>Incremento anual</b>
2002	Q 836.46	
2003	Q970.29	13.79%
2004	Q 924.08	-5.00%
2005	Q1,174.08	21.29%
2006	Q1,242.00	5.47%
2007	Q1,355.98	8.41%
2008	Q1,429.58	5.15%
2009	Q1,581.67	9.62%
2010	Q1,603.33	1.35%
2011	Q1,937.54	17.25%
2012	Q2,068.33	6.32%
2013	Q2,171.75	4.76%
2014	Q2,280.34	4.76%
2015	Q2,394.40	4.76%
2016	Q2,497.04	4.11%
2017	Q2,643.21	5.53%
2018	Q2,742.37	3.62%
2019	Q2,742.37	0.00%
2020	Q2,742.37	0.00%
2021	Q2,807.22	2.31%
2022	Q2,925.64	4.05%
2023	Q3,044.06	3.89%
2024	Q3,162.48	3.74%
2025	Q3,280.90	3.61%
2026	Q3,399.32	3.48%
2027	Q3,517.74	3.37%
2028	Q3,636.16	3.26%
2029	Q3,754.58	3.15%
2030	Q3,873.00	3.06%

(Fuente: Banco de Guatemala, adaptación del autor, 2020)

## 2. Aumento de costo de energía eléctrica

De la misma manera en la que se asumió un crecimiento en el valor de los salarios a través de los años, también se asume un incremento en el costo de la energía eléctrica. Para la determinación de este, se realizó una extrapolación de datos utilizando el índice de precios al consumidor, específicamente el índice para precios de vivienda, agua y electricidad. En la Figura 4 se muestra la tendencia que se tomó para la extrapolación de datos.

**Figura 3.** Tendencia de Índice de precios al consumidor en vivienda, agua y electricidad.



(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, adaptación del autor)

A partir de esta tendencia se determinó un valor estimado del costo de energía para los próximos años, siguiendo la tendencia lineal obtenida de los datos originales del instituto nacional de estadísticas. En el Cuadro 6 se muestra el valor de cada año con su porcentaje de crecimiento.

**Cuadro 7.** Valor de crecimiento de índice de precios al consumidor en vivienda, agua y electricidad.

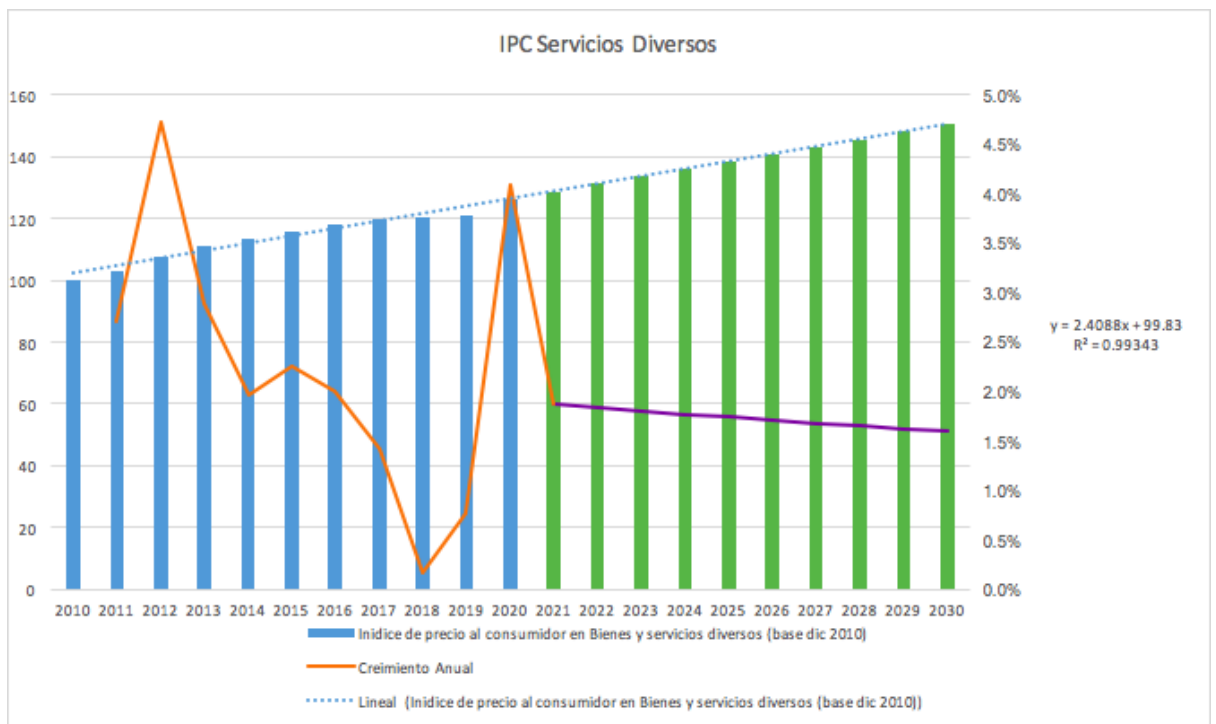
<b>Año</b>	<b>Índice de precio al consumidor en vivienda, agua y electricidad (base dic 2010)</b>	<b>Crecimiento anual</b>
2010	100	
2011	112.08	10.80%
2012	118.82	5.70%
2013	129.26	8.10%
2014	140.3	7.90%
2015	154.17	9.00%
2016	165.84	7.00%
2017	186.32	11.00%
2018	194.98	4.40%
2019	206.59	5.60%
2020	216.806	4.70%
2021	228.833	5.30%
2022	240.86	5.00%
2023	252.887	4.80%
2024	264.914	4.50%
2025	276.941	4.30%
2026	288.968	4.20%
2027	300.995	4.00%
2028	313.022	3.80%
2029	325.049	3.70%
2030	337.076	3.60%

(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, adaptación del autor.)

### 3. Aumento de costo de mantenimiento de la clasificadora

Los mantenimientos representan un costo adicional al implementar el sistema de clasificación automatizado, Para dicho cálculo se estableció que el mismo fuese un porcentaje del costo de la máquina. Este, se asume que tiene un incremento, el cual se calculó a partir de la tendencia lineal del índice de precios al consumidor de varios servicios, ya que no se encontraba dentro de ninguna otra categoría y este se considera un servicio. En la Figura 5 se muestra la tendencia que se tomó para la extrapolación de datos.

**Figura 4.** Tendencia de índice de precios al consumidor en Servicios Diversos.



(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, adaptación del autor.)

Con la tendencia determinada por los datos del 2010 al año actual, se determinaron posibles valores del índice de precios al consumidor de los próximos años por medio de una extrapolación y con estos datos se determinó el crecimiento anual de precios, los cuales se usaron para estimar el costo anual del mantenimiento por los próximos 10 años.

**Cuadro 8.** Valor de crecimiento de índice de precios al consumidor para servicios diversos extrapolados al 2030.

<b>Año</b>	<b>Índice de precio al consumidor en Bienes y servicios diversos (base dic 2010)</b>	<b>Crecimiento anual</b>
2010	100	
2011	102.79	2.70%
2012	107.88	4.70%
2013	111.1	2.90%
2014	113.33	2.00%
2015	115.95	2.30%
2016	118.32	2.00%
2017	120.03	1.40%
2018	120.23	0.20%
2019	121.15	0.80%
2020	126.3258	4.10%
2021	128.7346	1.90%
2022	131.1434	1.80%
2023	133.5522	1.80%
2024	135.961	1.80%
2025	138.3698	1.70%
2026	140.7786	1.70%
2027	143.1874	1.70%
2028	145.5962	1.70%
2029	148.005	1.60%
2030	150.4138	1.60%

(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, adaptación del autor.)

## 5. METODOLOGÍA

### A. Determinación de situación y proceso actual de la empresa

El primer paso para la determinación de la rentabilidad de la implementación de un proceso automatizado para la clasificación de huevos en la empresa, es determinar y analizar el proceso actual de clasificación que se maneja en la empresa. Para esto hubo que seguir una metodología desde una visita de campo hasta el establecimiento de los costos generados por la mala selección de huevos.

Los resultados de este paso importante, son el diagrama de proceso con sus tiempos y toda la teoría establecida previamente sobre la situación actual de la empresa.

#### 1. Visita de campo

El martes 12 de noviembre de 2019 se realizó una visita preliminar de campo en la cual se observó el proceso de producción de huevo, y se obtuvo información general de la empresa.

Posteriormente se llevó a cabo otra visita el 29 de febrero de 2020, durante la cual se realizaron observaciones relacionadas con cada una de las operaciones del proceso de producción de huevo.

Durante la segunda mitad del año 2020 se llevó a cabo otra visita para obtener información específica que fue útil para complementar y mejorar el trabajo además de realizar un muestreo para determinar ciertos costos relacionados la mala clasificación.

#### a. Inspección del proceso de producción de huevo y recolección de información

La inspección del proceso de producción de huevos fue la primera parte de la visita de campo, y se llevó a cabo durante la primera visita, durante esta se recorrió toda el área, se vio de cerca el proceso para establecer cuáles eran las operaciones. Durante este recorrido se condujo una entrevista con el personal de la granja, la cual fue de utilidad para el establecimiento de la situación actual.

#### b. Toma de tiempos

La toma de tiempos del proceso producción de huevo se llevó a cabo durante la segunda visita. En este paso, ya que se habían establecido previamente las operaciones, se tomó el tiempo de cada una. A continuación, se describe cómo se obtuvo el dato del tiempo para cada operación y parte del proceso:

#### c. Postura de los huevos

Este proceso fue complicado de observar ya que se da de manera aleatoria y hay que prestar atención para saber cuándo está poniendo la gallina sus huevos. Con un cronómetro se le tomó el tiempo a la operación 30 veces, debido que esta cantidad de observaciones tiene significancia estadística, a partir de estas observaciones se pudo establecer la distribución del tiempo que tardan las gallinas en poner los huevos, así como el tiempo promedio de la operación de producción de huevo.

#### d. Transporte en banda transportadora

Cada Galpón se separa en 5 hileras donde se colocan jaulas de ambos lados, a su vez cada hilera tiene jaulas en 4 diferentes niveles y cada nivel tiene una banda transportadora. En un momento dado se mueve únicamente un nivel de bandas en todas las hileras de manera simultánea, con el propósito de recolectar todos los huevos de un nivel en otra banda colocada al frente del galpón. Esta banda principal cambia de nivel cada cierto tiempo.

Tomando en cuenta estas consideraciones se tomaron los tiempos de transporte de 30 diferentes huevos, el número de observaciones corresponde a lo mínimo requerido por su significancia estadística. Los huevos observados estaban colocados en diferentes partes de la banda para asegurar un dato promedio de los tiempos apegado a la realidad, a partir de estos datos se determinó una distribución de tiempo.

#### e. Inspección de características físicas y clasificación

En esta etapa del proceso se realiza una breve inspección de las características físicas, sobre todo si este tiene manchas o suciedad. Todos los huevos que no aprueben la inspección serán enviados a otra área en donde una persona los limpia manualmente. Al mismo tiempo que se hace la inspección física, el operario decide por peso y criterio propio la talla de huevo. La utilización del criterio propio puede traducirse en costos

adicionales ya que los huevos pueden volver a revisarse y sufrir cambios de talla a la hora de la comercialización de los mismos.

f. Colocación de huevo en cartón

Al igual que en las demás operaciones se tomó y analizó el tiempo de 30 huevos. En esta operación se colocan los huevos en el cartón correspondiente de acuerdo con su peso y tamaño. Las tallas de huevos se encuentran en el Cuadro 2 del marco teórico.

g. Clasificación de huevos recién limpios

En el momento que los huevos que se pasan al proceso de limpieza estos deben ser debidamente clasificados y colocados en los cartones correspondientes. Se tomó el tiempo de esta operación 30 veces para determinar la distribución de tiempo con la que se realiza la operación.

h. Almacenamiento

Los huevos ya en cartones se paletizan y se dejan a un lado en el área designada para el almacenamiento. Con montacargas estos se mueven a la hora de ser transportados a una bodega centralizada para su comercialización.

i. Demora por clasificación e inspección

Este tiempo es el que los huevos se encuentran detenidos a causa de la acumulación de huevos que están siendo clasificados. Para tomar este tiempo se marcaron treinta (30) huevos y se anotó el momento en el que inicia la demora (se sustrajo el tiempo en el que se movían en la banda transportadora) y se dejó de tomar tiempo cuando estos fueron clasificados. Los huevos que se ponían en el momento en el que su banda transportadora estaba en movimiento y se encontraban cerca del área de clasificación, tienen tiempos muy bajos de demora, menores a dos (2) minutos, mientras que un huevo que se había puesto en una banda que se encontraba estática, podía llegar a tener tiempos muy altos de demora, superiores a 50 minutos.

### 3. Distribución estadística por operación

Una vez realizado el diagrama y con la información obtenida del trabajo de campo, se estimó la distribución estadística de cada una de las operaciones por medio del programa R. Para esto se tomaron los datos de todas las corridas de tiempo y por medio de estos se estableció la distribución que formaban. Con la información de la distribución se establecieron los parámetros.

### 4. Diagramación del proceso actual

Una vez se habían realizado las visitas de campo y se tenía toda la información necesaria para el proceso, se utilizó el programa para diagramas que ofrece Google, para realizar el diagrama.

Con el objetivo de realizar un diagrama de proceso comprensible, se utilizaron símbolos básicos con los cuales se podía identificar fácilmente si algo era una operación, una inspección, una operación-inspección, un transporte, una demora o un almacenaje. Una vez definido el diagrama, se agregaron los tiempos promedio para cada parte del proceso y en la parte posterior del diagrama se colocó una suma de los tiempos.

### 5. Determinación de costos mensuales

Para la determinación del costo mensual que tiene el proceso actual, se listaron las variables que afectan el costo de este proceso. Posteriormente con la ayuda del personal de la empresa, se obtuvo la información del costo de cada uno de los rubros del listado, basado en información recopilada de meses anteriores en la empresa.

Los gastos mensuales se calcularon por categorías. Las categorías son las siguientes: Costos de fabricación, importación de maíz, importación de soya, gastos de operación y gastos de ventas.

Además, se determinó los ingresos que se dejan de percibir por huevos mal clasificados en tallas superiores e inferiores. Estos ingresos se dejaron de percibir cuando un huevo se vende al precio de un huevo de menor talla. Para determinar esto se estableció el peso teórico de cada talla de huevo. Con una balanza se pesaron 30 observaciones por talla durante tres repeticiones de muestras físicas de cartones de cada una de las tallas. Se determinó el error de clasificación para cada talla, con estos valores se realizó un ajuste a la distribución actual sin clasificación automatizada; para determinar el escenario de la distribución de tallas de huevo con un proceso

automatizado además se incorporó el error de pesaje de la máquina de acuerdo con la información proporcionada por los fabricantes.

## B. Investigación de máquinas seleccionadoras de huevos y determinación de máquina a usar

Una vez se tiene toda la información sobre el proceso actual, ya se tiene una idea de las máquinas que se acoplan al proceso dependiendo de las necesidades. Con esta información se realizó un proceso de investigación y se determinaron las máquinas populares en la industria, la información de estas, como sus características y su capacidad, se encuentran en el marco teórico.

### 1. determinación de máquina a utilizar

Ya que se tiene una lista de la selección de máquinas en el mercado fue necesario determinar cuales se acoplaban específicamente al proceso, para esto se evaluó el cumplimiento de los siguientes requerimientos: capacidad (rango de 300 a 400 cajas por hora), clasificación por peso, descarte de huevos dañados y limpieza de huevos. La tabla con la información del cumplimiento de características de cada máquina se puede encontrar en Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Criterios de selección para máquinas clasificadoras.

Tecnología	Capacidad	Sistema de limpieza	Empaque	Soporte en Latinoamérica	Estiquetado (fecha)	Tamaño	Presupuesto
Grader Pro	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Optigrader	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Ardenta	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Alpha	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Mobanette 3	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Moba 68	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Moba 88	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Prima 2000	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Moba 2500	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Forta	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Omnia XF2	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Omnia FT	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Omnia PX	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

(Fuente: Elaboración Propia, 2020)

A partir de la tabla de criterios se determinó que la mejor máquina para el proyecto y la única que cumple con todos los requerimientos es la OMNIA PX de la marca Moba.

## C. Determinación del proceso automatizado

### 1. Elaboración del diagrama del nuevo proceso

Después de la investigación de la máquina de clasificación, tomando en cuenta su funcionamiento y sus tiempos se diseñó un nuevo proceso. Para esto se tomó en cuenta que la máquina puede procesar 300 cajas por hora, cada caja contiene 360 huevos. Estos datos se obtuvieron de las especificaciones de fábrica de la Omnia PX.

Además, se tomó en cuenta que este proceso incluye solo un transporte desde la postura de huevos hasta la máquina. Para esto fue necesario calcular la distancia promedio de los huevos hasta la clasificadora y la velocidad de la banda transportadora. El tiempo de limpieza también se determinó por medio de especificaciones de fábrica. Los valores de postura de huevos y transporte de montacargas son los mismos valores de las operaciones del proceso actual,

## D. Flujo de efectivo

### 1. Análisis de costo de inversión inicial

La inversión inicial del proyecto no integra únicamente el costo de la maquinaria. Los principales rubros de la inversión inicial son los servicios, maquinaria y equipo, vías de acceso y servicios generales e imprevistos.

El costo de la maquinaria se determinó de acuerdo a la información que fue proveída por el personal de ventas de Moba.

Para el valor de urbanización y servicios la empresa ya había realizado una cotización para proyectos anteriores y se trasladaron y adaptaron los valores, al igual con los valores de vías de acceso y servicios generales.

El dato de imprevistos fue un estimado y se utilizaría como colchón en casos de emergencias por lo que no es un valor exacto.

A continuación, en el Cuadro 10 se muestra un desglose de la inversión inicial.

**Cuadro 10.** Plan de inversión inicial

COMPONENTES	MONTO QTZ	%
<b>Urbanización y servicios</b>	<b>Q275,000.00</b>	<b>5%</b>
Reconversión Energía trifásica	Q200,000.00	4%
Movimiento de tierras	Q75,000.00	1%
<b>Vías de acceso y servicios generales</b>	<b>Q905,000.00</b>	<b>17%</b>
Bodegas	Q825,000.00	16%
Oficinas administrativas, operativas y otros	Q80,000.00	2%
<b>Maquinaria y equipo</b>	<b>Q3,922,990.00</b>	<b>74%</b>
Maquinaria de clasificación	Q2,701,961.00	51%
Maquinaria de transporte huevo Galpón	Q470,029.00	9%
Instalaciones eléctricas	Q92,000.00	2%
Instalaciones de acceso	Q155,000.00	3%
Instalaciones generales	Q140,000.00	3%
Instalaciones control y automatización	Q224,000.00	4%
Instalaciones sistema de seguridad	Q140,000.00	3%
<b>Imprevistos</b>	<b>Q183,510.00</b>	<b>3%</b>
Imprevistos	Q183,510.00	3%
<b>Total</b>	<b>Q5,286,500.00</b>	<b>100.0%</b>

(Fuente: Kaxin S.A, Adaptación del autor, 2020)

## 2. Ahorros con la clasificadora

Los ahorros que implican la clasificadora tienen dos principales fuentes. La primera fuente de ahorro es la reducción en el pago de la planilla por el personal al que sustituye la máquina. Para determinar este ahorro se calculó multiplicando el salario mínimo (salario actual que tienen los trabajadores) por el número de trabajadores que ya no se requieren. Este ahorro se ajustó a través de los años con la tendencia determinada en el Cuadro 6 en el marco teórico.

La segunda fuente de ahorro es la omisión del costo de los huevos mal clasificados. Los huevos mal clasificados pueden generar costos cuando estos se venden como huevos de una talla menor. Para determinar esto se obtuvo la distribución actual que se maneja en la empresa, esta fue extraída de los últimos récords de venta. Es decir, con información de las ventas se determinó que porcentaje representó la comercialización de cada talla en el total.

Posteriormente, se realizaron tres muestreos de 30 huevos por talla y se determinó el error en la muestra el cual después se aplicó a la población.

una vez obtenido el error se determinó la distribución correcta. Con la proyección del crecimiento anual de la empresa, según el equipo comercial de esta, se determinó la pérdida por mala clasificación y se agregó al flujo de efectivo como un ingreso.

**Cuadro 11.** Costos por huevos mal clasificados

Periodo	Producción: cajas/año	Ingresos por mejor clasificación
2019	346,000	Q390,053.75
2020	385,000	Q429,901.74
2021	407,000	Q454,467.56
2022	453,000	Q505,832.44
2023	453,000	Q505,832.44
2024	453,000	Q505,832.44
2025	511,400	Q571,043.51
2026	569,800	Q 636,254.58
2027	628,200	Q701,465.65
2028	628,200	Q701,465.65
2029	686,600	Q766,676.72
2030	686,600	Q766,676.72
<b>TOTAL</b>		<b>Q6,935,503.21</b>

(Fuente: Kaxin S.A, Adaptación del autor, 2020)

### 3. Determinación de costos con la máquina clasificadora.

El mantenimiento de la clasificadora se calculó como un porcentaje del costo de la máquina. Este, se asume que tiene un incremento, el cual se calculó a partir de la tendencia lineal del índice de precios al consumidor de varios servicios, ya que no se encontraba dentro de ninguna otra categoría y este se considera un servicio. En la figura 4 encontrada dentro del marco teórico, se muestra la tendencia que se tomó para la extrapolación de datos.

### 4. Gastos financieros y amortización

Se realizó una comparación entre la recuperación de la inversión con un financiamiento bancario y sin este. Para poder determinar el financiamiento, se determinaron los gastos financieros y la amortización anual para un periodo de 10 años.

Se asume una estructura de financiamiento de 65% de deuda bancario y 35% inversión de los accionistas la cual puede considerarse una estructura de financiamiento según políticas de la empresa y requerimiento del banco para este tipo de proyectos de inversión en activos fijos;

**Cuadro 12.** Condiciones de financiamiento

<b>CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO</b>	
Plazo	10 años
Interés	7.00%
Pago intereses	mensual
Capital:	mensual
Amortización capital:	Q33,000.00

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

**Cuadro 13.** Estructura del financiamiento

Fuente financiamiento	Monto (Q)	%
Fondos propios	Q1,850,275	35%
Deuda	Q3,436,225	65%
<b>Total</b>	<b>Q5,286,500</b>	<b>100%</b>

(Fuente: Kaxin S.A, 2020)

Para determinar los gastos financieros, se desglosó una tabla con los intereses y el capital que se deberá pagar durante 120 meses. Los gastos financieros anuales son la suma de los intereses que se pagan durante el año.

**Cuadro 14.** Gastos financieros y amortización capital por año

AÑO	Gastos financieros	Amortización capital
2021	Q(212,544.65)	Q(377,984.75)
2022	Q(227,830.75)	Q(377,984.75)
2023	Q(200,110.75)	Q(377,984.75)
2024	Q(172,390.75)	Q(377,984.75)
2025	Q(144,670.75)	Q(377,984.75)
2026	Q(116,950.75)	Q(377,984.75)
2027	Q(89,230.75)	Q(377,984.75)
2028	Q(61,510.75)	Q(377,984.75)
2029	Q(33,790.75)	Q(412,347.00)

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

#### 5. Determinación de ahorro total con máquina clasificadora.

Antes de realizar el flujo de efectivo, se analizó el ahorro que se obtiene con la máquina clasificadora, con los valores en el año base, es decir sin tomar en cuenta la variación en el valor del dinero a través del tiempo. Esto se ve reflejado en el Cuadro 21, el cual se ubica en el área de resultados de este trabajo.

Después se hizo el ejercicio tomando en cuenta los valores en los próximos diez años para tener una idea real del ahorro. El resultado de este se encuentra en el área de resultados en el Cuadro 22.

#### 6. Determinación de la depreciación del proyecto.

Para determinar la depreciación de la clasificadora se tomó en cuenta la infraestructura general, la infraestructura productiva y posibles imprevistos. La infraestructura general hace referencia a las partes de urbanización y vías de acceso, la infraestructura productiva hace referencia a la máquina como tal. De acuerdo con los años de vida útil se calculó una depreciación anual para todo el proyecto, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 15.** Cálculo de la depreciación del proyecto

<b>Depreciación</b>	<b>Valor activo</b>	<b>% Anual</b>	<b>Vida útil activo</b>	<b>Monto QTZ anual</b>
Infraestructura general	1,180,000.00	5.0%	20 años	59,000.00
Infraestructura productiva	3,922,990.00	6.7%	15 años	261,533.00
Imprevistos	183,509.74	10.0%	10 años	18,351.00
<b>Total</b>	<b>5,286,499.74</b>	<b>6.4%</b>		<b>338,884.00</b>

(Fuente: Elaboración propia)

#### 7. Determinación de valor de recuperación

El valor de recuperación se determinó a partir del valor inicial de la máquina (únicamente de la máquina) y se restó el valor de la depreciación anual por el número de años como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 16.** Determinación del valor de recuperación

<b>DEPRECIACIÓN</b>	<b>Valor Activo</b>	<b>% Anual</b>	<b>Vida Util Activo (Años)</b>	<b>Monto QTZ/Anual</b>	<b>Valor de recuperación</b>
Infraestructura productiva	Q 3,922,990.00	6.7%	15 años	Q 261,533	Q 1,307,663

(Fuente: Elaboración Propia)

#### 8. Elaboración del flujo de efectivo.

##### a. Flujo de efectivo

Tomando en cuenta todos los factores económicos mencionados anteriormente, la inversión inicial, los ingresos adicionales, los costos operativos, gastos financieros, la depreciación, etc, se creó un flujo de efectivo para poder determinar la TIR y el Valor Actual Neto. El flujo de efectivo toma en cuenta los ahorros y costos adicionales por la implementación del proyecto en un periodo de 10 años. En este flujo se suman los valores que entran a la empresa y se restan los valores que salen. En el cuadro 23 y 24, en el área de resultados, muestra el flujo de efectivo. Se realizaron dos cuadros para el flujo de efectivo ya que en uno se puede ver el financiamiento, sin embargo el flujo es el mismo, solo se cambia manera en la que se evalúa este.

## E. Estudio económico de rentabilidad

### 1. WACC y Ke

El WACC, como se establece en el marco teórico, es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión. Para evaluar esta inversión utilizaremos el WACC cuando el mismo sea financiado una parte con fondos propios y la otra por medio de un préstamo bancario. Para el caso en el que se evaluará el proyecto solamente utilizando fondos propios de la empresa utilizaremos el Ke. Estos son diferentes ya que el costo de oportunidad del proyecto es diferente en ambos casos y el WACC toma en cuenta las condiciones del financiamiento.

Un valor importante de determinar es la prima del riesgo y según la política de la empresa estas son las condiciones para su establecimiento:

**Cuadro 17.** Cuadro de primas de riesgo.

Riesgo	Prima riesgo (%)	Criterios:
Bajo	7-10%	Demanda y precios estables. Poca o nula competencia. 100% financiamiento bancario
Medio	10-20%	Demanda y precios variable. Competencia considerable. Financiamiento mixto (deuda bancaria /financiamiento propio)
Alto	20-25%	Demanda y precios variable. Competencia considerable. 100% financiamiento propio.

(Fuente: Políticas de inversión y financiamiento de Kaxin, Sociedad Anónima, Adaptación de autor, 2020)

El Ke se determinó antes que el WACC ya que la fórmula de este incluye el Ke. Para la determinación del KE, se utilizaron los siguientes valores.

**Cuadro 18.** Valores utilizados para la determinación del Costo de oportunidad (KE):

RF = Tasa libre de riesgo (Rf)	2.80%
E[RM] = Rentabilidad esperada del mercado E[Rm]	7.80%
BL = Bu * [1 + (1-t)*(D/E)]	1.77
Riesgo País (Guatemala)	7.50%
Beta (b) determina el riesgo de mercado de un activo, función, de la conjuntura y fluctuación del mercado Agricultura y Ganadería	0.74
T: Tasa impositiva (Guatemala)	25.00%
Resultado del costo de Oportunidad (KE)	19.23%

(Fuente: Elaboración Propia)

El Valor RF o la tasa libre de riesgo se determinó utilizando como base los bonos del tesoro de Estados Unidos, La rentabilidad esperada del mercado es un valor obtenido de la bolsa de valores de Nueva York, el riesgo del país es el valor que determina el Banco de Guatemala, la tasa impositiva es la tasa del ISR calculada sobre las utilidades, finalmente el BL se obtuvo a partir de la fórmula mostrada en el Cuadro 15. El valor de Bu es el valor de beta para agricultura, el cual ya está predeterminado, la D representa el valor de la deuda y la E representa el capital que aporta la empresa.

Una vez obtenido el costo de oportunidad, se procedió a obtener el valor del WACC, se obtuvo el valor del WACC que se usó para determinar posteriormente el valor actual. Para obtener este valor se utilizaron los siguientes valores y se ingresaron a la fórmula de WACC:

**Cuadro 19.** Valores utilizados para la determinación del WACC

Ke (costo de oportunidad)	19.23%
Fondos propios (E)	GTQ1,850,275.00
Endeudamiento (D)	GTQ3,436,225.00
Tasa de interés. (i)	700%
<b>Resultado del WACC</b>	<b>11.28%</b>

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

## 2. TIR

Para la determinación de la TIR se utilizó únicamente el flujo de efectivo, se determinó tanto para el proyecto con financiamiento del banco y con el financiamiento con el capital de la empresa. El valor exacto se determinó utilizando el programa de Microsoft Excel.

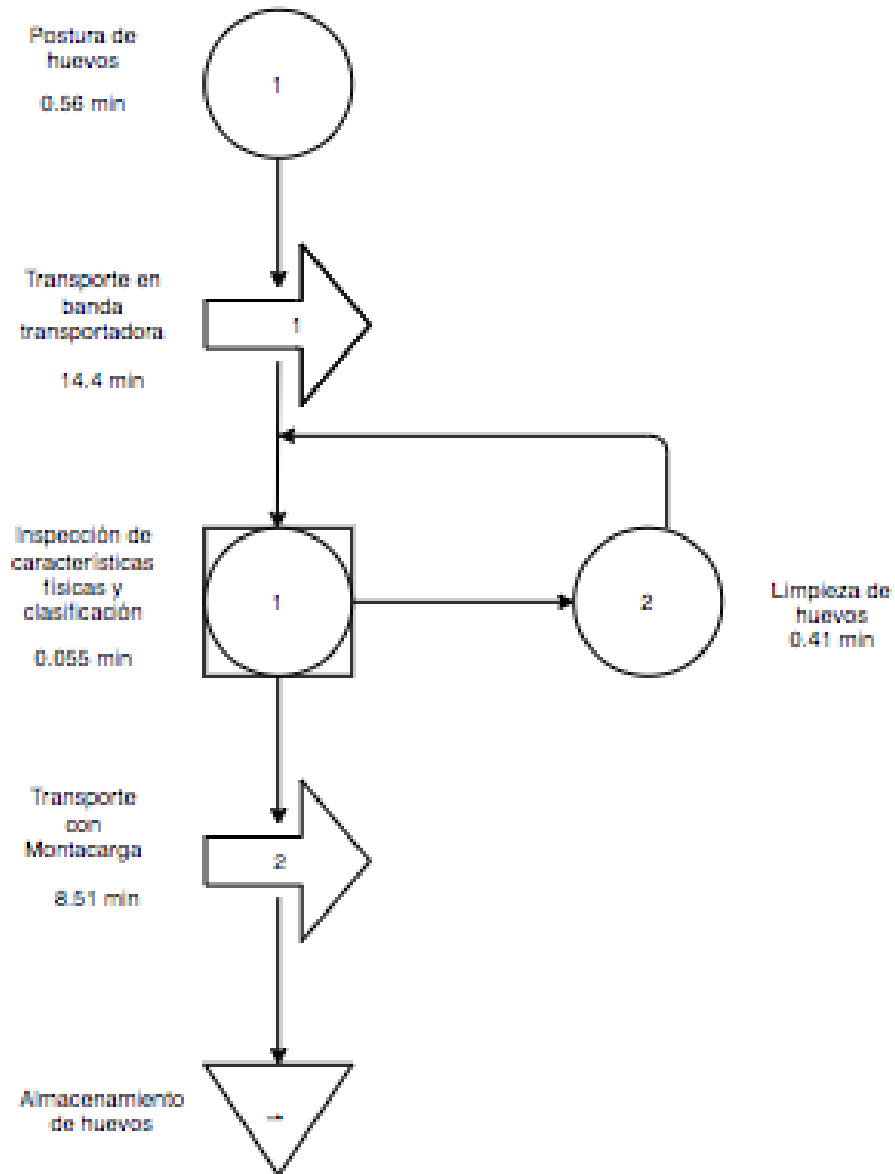
## 3. VAN

De la misma manera que la TIR, el valor actual se determinó utilizando el flujo de efectivo de cada uno de los escenarios utilizando el WACC y el Ke como la tasa de interés para los escenarios con financiamiento y sin financiamiento respectivamente. El valor exacto se determinó utilizando el programa de Microsoft Excel.

## VI. RESULTADOS

### A. DETERMINACIÓN DE PROCESO CON CLASIFICADORA

**Figura 5.** Diagrama de proceso con clasificadora



(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En esta figura se muestra para un huevo como sería el proceso y el tiempo promedio que le tomaría llegar desde la postura hasta su almacenaje. El tiempo promedio de clasificación de un huevo se estimó según la cantidad de huevos clasificados en una hora de trabajo.

**Cuadro 20.** Tiempos por líneas en proceso automatizado

	Tiempos de línea Principal		Tiempos de línea con limpieza de huevos	
	Descripción	Tiempo (min)	Descripción	Tiempo (min)
Operaciones	Postura de huevos	0.56	Postura de huevos	0.56
			Limpieza de huevos	0.41
<b>Sub-total operaciones</b>		<b>0.56</b>		<b>0.97</b>
Inspección-operación	Inspección de características físicas y clasificación	0.055	Inspección de características físicas y clasificación	0.055
<b>Sub-total Inspección operación</b>		<b>0.055</b>		<b>0.055</b>
Transporte	Banda transportadora	14.4	Banda transportadora	14.4
	Montacarga	8.51	Montacarga	8.51
<b>Sub-total Transporte</b>		<b>22.91</b>		<b>22.91</b>
<b>TOTAL</b>		<b>23.525</b>		<b>23.935</b>

## B. COSTO ANUAL POR PROCESO

**Cuadro 21.** Costos anuales de proceso actual y automatizado con datos del año base (2020).

Rubros	Sin automatización	Con automatización	Variación
Costos de producción	Q 28,207,289.57	Q 28,575,140.38	-Q 367,850.81
Importación maíz	Q 18,012,837.96	Q 18,012,837.96	Q -
Importación soya	Q 12,781,837.53	Q 12,781,837.53	Q -
Gastos administrativos	Q 2,213,080.24	Q 2,213,080.24	Q -
Gastos de operación	Q 3,447,716.47	Q 3,447,716.47	Q -
Gastos de venta	Q 11,317,641.02	Q 11,317,641.02	Q -
<b>Subtotal</b>	<b>Q 75,980,402.79</b>	<b>Q 76,348,253.60</b>	<b>-Q 367,850.81</b>

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En este cuadro se muestran las diferencias entre los costos anuales si existiera el proceso automatizado y el proceso actual.

**Cuadro 22.** Estimación de ahorro por inversión en activos (Clasificadora automática de huevo)

Periodos/Rubros	Costos adicionales			Reducción de costos		Total
	Energía eléctrica	Mantenimiento	Depreciaciones	Mano de obra	Horas extras	
2020	-Q 73,458.0	-Q 29,154.6	-Q 491,000.0	Q 918,863.4	Q 42,600.0	Q 367,850.8
2021	-Q 75,661.7	-Q 29,446.2	-Q 491,000.0	Q 940,090.2	Q 43,584.1	Q 387,566.4
2022	-Q 77,931.6	-Q 30,329.5	-Q 491,000.0	Q 978,141.9	Q 45,348.2	Q 424,229.0
2023	-Q 80,269.5	-Q 31,239.4	-Q 491,000.0	Q 1,016,193.6	Q 47,112.4	Q 460,797.0
2024	-Q 82,677.6	-Q 32,176.6	-Q 491,000.0	Q 1,054,245.2	Q 48,876.5	Q 497,267.5
2025	-Q 85,158.0	-Q 33,141.9	-Q 491,000.0	Q 1,092,296.9	Q 50,640.7	Q 533,637.7
2026	-Q 87,712.7	-Q 34,136.2	-Q 491,000.0	Q 1,130,348.6	Q 52,404.8	Q 569,904.5
2027	-Q 90,344.1	-Q 35,160.3	-Q 491,000.0	Q 1,168,400.2	Q 54,168.9	Q 606,064.8
2028	-Q 93,054.4	-Q 36,215.1	-Q 491,000.0	Q 1,206,451.9	Q 55,933.1	Q 642,115.5
2029	-Q 95,846.0	-Q 37,301.5	-Q 491,000.0	Q 1,244,503.6	Q 57,697.2	Q 678,053.2
2030	-Q 98,721.4	-Q 38,420.6	-Q 491,000.0	Q 1,282,555.2	Q 59,461.3	Q 713,874.6

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En este cuadro se presenta la misma información que en el cuadro anterior, solo que se extrapola la información para tener un dato real del ahorro o variación durante los próximos 10 años.

## C. ESTUDIO FINANCIERO

### 1. Flujo de efectivo para evaluación con financiamiento

**Cuadro 23.** Flujo de efectivo proyectado con financiamiento

Rubros	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Ingresos adicionales</b>											
<i>Mejor clasificación (1)</i>		Q 454,468	Q 505,832	Q 505,832	Q 505,832	Q 571,044	Q 636,255	Q 701,466	Q 701,466	Q 766,677	Q 766,677
Deuda	-Q 3,436,225										
Valor de Recuperación											
<b>Costos adicionales</b>											Q 1,307,663
<i>Energía eléctrica</i>		-Q 75,662	-Q 77,932	-Q 80,270	-Q 82,678	-Q 85,158	-Q 87,713	-Q 90,344	-Q 93,054	-Q 95,846	-Q 98,721
<i>Mantenimiento</i>		-Q 29,446	-Q 30,330	-Q 31,239	-Q 32,177	-Q 33,142	-Q 34,136	-Q 35,160	-Q 36,215	-Q 37,302	-Q 38,421
<i>Depreciaciones</i>		-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884
Gastos financieros		-Q 227,831	-Q 200,111	-Q 172,391	-Q 144,671	-Q 116,951	-Q 89,231	-Q 61,511	-Q 33,791	-Q 6,071	
Inversión inicial	-Q 5,286,500										
<b>Reducción ingresos</b>											
<b>Reducción de costos</b>											
<i>Mano de obra</i>		Q 940,090	Q 978,142	Q 1,016,194	Q 1,054,245	Q 1,092,297	Q 1,130,349	Q 1,168,400	Q 1,206,452	Q 1,244,504	Q 1,282,555
<i>Horas extras</i>		Q 43,584	Q 45,348	Q 47,112	Q 48,877	Q 50,641	Q 52,405	Q 54,169	Q 55,933	Q 57,697	Q 59,461
<b>Variación Neta en Utilidades antes impuestos</b>	-Q 8,722,725	Q 766,320	Q 882,067	Q 946,355	Q 1,010,546	Q 1,139,847	Q 1,269,045	Q 1,398,136	Q 1,461,907	Q 1,590,776	Q 2,940,331
<i>Impuestos sobre variación neta en utilidades</i>		-Q 191,580	-Q 220,517	-Q 236,589	-Q 252,636	-Q 284,962	-Q 317,261	-Q 349,534	-Q 365,477	-Q 397,694	-Q 735,083
<i>Gastos financieros (+)</i>		Q 227,831	Q 200,111	Q 172,391	Q 144,671	Q 116,951	Q 89,231	Q 61,511	Q 33,791	Q 6,071	
<i>Depreciaciones</i>		Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884
Deuda	Q 3,436,225										
Flujo Neto Efectivo	-Q 5,286,500	Q 1,141,454	Q 1,200,545	Q 1,221,041	Q 1,241,464	Q 1,310,719	Q 1,379,898	Q 1,448,996	Q 1,469,104	Q 1,538,036	Q 2,544,132

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Se puede ver que el valor del ahorro aumenta con los años debido a la tendencia proyectada de incremento anual del salario mínimo agrícola. El ahorro por salarios y horas extras se realizó por 18 empleados, quienes cumplen actualmente el trabajo que hará la clasificadora. También se puede ver incluido el valor del préstamo bancario en el año 0 como un valor positivo ya que este en ese momento es un ingreso al proyecto, el cual será negativo en los próximos años en la forma de gastos financieros.

## 2. Flujo de efectivo para evaluación sin financiamiento

**Cuadro 24.** Flujo de efectivo proyectado sin financiamiento

Rubros	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Ingresos adicionales</b>											
<i>Mejor clasificación (1)</i>		Q 454,468	Q 505,832	Q 505,832	Q 505,832	Q 571,044	Q 636,255	Q 701,466	Q 701,466	Q 766,677	Q 766,677
Deuda											
Valor de Recuperación											
<b>Costos adicionales</b>											Q 1,307,663
<i>Energía eléctrica</i>		-Q 75,662	-Q 77,932	-Q 80,270	-Q 82,678	-Q 85,158	-Q 87,713	-Q 90,344	-Q 93,054	-Q 95,846	-Q 98,721
<i>Mantenimiento</i>		-Q 29,446	-Q 30,330	-Q 31,239	-Q 32,177	-Q 33,142	-Q 34,136	-Q 35,160	-Q 36,215	-Q 37,302	-Q 38,421
<i>Depreciaciones</i>		-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884	-Q 338,884
Gastos financieros		-Q 227,831	-Q 200,111	-Q 172,391	-Q 144,671	-Q 116,951	-Q 89,231	-Q 61,511	-Q 33,791	-Q 6,071	
Inversión inicial	-Q 5,286,500										
<b>Redución ingresos</b>											
<b>Redución de costos</b>											
<i>Mano de obra</i>		Q 940,090	Q 978,142	Q 1,016,194	Q 1,054,245	Q 1,092,297	Q 1,130,349	Q 1,168,400	Q 1,206,452	Q 1,244,504	Q 1,282,555
<i>Horas extras</i>		Q 43,584	Q 45,348	Q 47,112	Q 48,877	Q 50,641	Q 52,405	Q 54,169	Q 55,933	Q 57,697	Q 59,461
<b>Variación Neta en Utilidades antes impuestos</b>	-Q 5,286,500	Q 766,320	Q 882,067	Q 946,355	Q 1,010,546	Q 1,139,847	Q 1,269,045	Q 1,398,136	Q 1,461,907	Q 1,590,776	Q 2,940,331
<i>Impuestos sobre variación neta en utilidades</i>		-Q 191,580	-Q 220,517	-Q 236,589	-Q 252,636	-Q 284,962	-Q 317,261	-Q 349,534	-Q 365,477	-Q 397,694	-Q 735,083
<i>Gastos financieros (+)</i>		Q 227,831	Q 200,111	Q 172,391	Q 144,671	Q 116,951	Q 89,231	Q 61,511	Q 33,791	Q 6,071	
<i>Depreciaciones</i>		Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884	Q 338,884
Deuda											
Flujo Neto Efectivo	-Q 5,286,500	Q 1,141,454	Q 1,200,545	Q 1,221,041	Q 1,241,464	Q 1,310,719	Q 1,379,898	Q 1,448,996	Q 1,469,104	Q 1,538,036	Q 2,544,132

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En el caso de este flujo se ven las casillas de ahorro, amortización y préstamo bancario vacías ya que no hubo un préstamo bancario, por lo mismo. En este cuadro la inversión inicial, en el año base no es respaldada con un préstamo ya que el capital utilizado es el de la empresa, se puede observar, sin embargo, que el flujo tanto en este cuadro como en el anterior es exactamente el mismo.

### 3. Valores de la TIR y el Valor Actual Neto

**Cuadro 25.** Valores de la TIR y el Valor Actual para el escenario con Financiamiento Bancario.

<b>TIR</b>	<b>VAN (11.28%)</b>	<b>WACC</b>
21.24%	Q2,671,190.80	11.28%

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En esta tabla se muestra el Valor de la TIR (tasa interna de retorno) y el valor actual para un escenario donde el proyecto se financia con un préstamo bancario, además de un WACC que representa el costo medio ponderado de capital, para que un proyecto sea rentable la TIR debe de ser mayor que el WACC.

**Cuadro 26.** Valores de la TIR y el Valor Actual para el escenario sin Financiamiento Bancario.

<b>TIR</b>	<b>VAN (19.23%)</b>	<b>Ke</b>
21.24%	Q411,211	19.23%

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En esta tabla se muestra el Valor de la TIR (tasa interna de retorno) y el valor actual para un escenario donde el proyecto se financia con el capital de la empresa, además de un Ke que representa el costo de oportunidad de los accionistas, para que un proyecto sea rentable la TIR debe de ser mayor que este valor.

## VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar si la inversión en un sistema de automatización con todas sus implicaciones en cuanto a costos y ahorros sería rentable o no para la empresa.

Para esto fue necesario plantear primero el proceso actual a manera de partir de allí para analizar cómo podría ser el proceso automatizado. El resultado de este se ve reflejado en la Figura 5 la cual muestra cómo funciona el proceso con el tiempo de cada una de las operaciones.

La máquina clasificadora se encarga de una inspección, clasificación y pre-empaque, por eso es por lo que en el diagrama de proceso estos se encuentran en una misma operación, se sabe que la máquina es capaz de procesar 300 cajas cada hora y cada caja es de 360 huevos.

En el proceso que considera la automatización de la clasificación de huevo se observó una reducción de tiempo promedio del 64.5% en la línea principal y del 64.48% en la línea que involucra limpieza comparado con el proceso no automatizado.

Adicional al beneficio de tiempo obtenido es importante mencionar que este proceso va a evitar pérdidas de producto a la hora de reclasificar y pérdidas de ingresos por una incorrecta clasificación de tallas de huevos. Para la cuantificación de este dato fue necesario llevar a cabo ciertos muestreos en donde se determinó el error promedio que se genera a partir de la clasificación manual, tanto para tallas mayores como tallas menores. Ya que esto solo fue una muestra, fue necesario tomar en cuenta la distribución como una normal y hacer una prueba para pasar los datos a el nivel de la población con un 95% de veracidad.

Se puede ver en el Cuadro 11 el costo por la mala clasificación. Este dato es uno de los datos positivos dentro del flujo para la implementación este proyecto. Otro de los valores importantes que suman al proyecto es la reducción de la mano de obra. Es importante tomar nota de que no se estarán eliminando el 100% de las plazas de trabajo ya que aún son necesarias personas en el área de operación de la máquina y en el área de empaque. Por lo que la reducción en la mano de obra solo representa el ahorro de 18 salarios, ya las horas extra que estos trabajadores realizaban.

Esta máquina representa enormes beneficios, tanto en los costos de la empresa como en la calidad del producto. Sin embargo, esta máquina también implica el aumento de otros costos. La utilización de esta máquina implica un aumento en el uso de energía eléctrica, lo cual se traduce en un aumento en los costos de producción. El aumento en costos se ve reflejado como un aumento de los costos de producción dentro del Cuadro 20 a partir de este cuadro vemos que hay una variación positiva para la empresa que aumenta con cada año. Sin embargo, esto no necesariamente significa que el proyecto es rentable ya que el costo de inversión es severamente alto. El costo de inversión no solo se enfoca en la compra de la máquina sino también en la instalación, movimiento de tierra, también se contemplan posibles imprevistos.

Se realizó un flujo de efectivo, y se separó en dos diferentes análisis uno asumiendo un financiamiento bancario por el 65% de la inversión inicial a un plazo de 10 años y una tasa de interés anual del 7% pagada mensualmente. Estas condiciones se pueden observar en el Cuadro 12, mientras que el flujo de efectivo se muestra en el Cuadro 23 por el otro lado en el Cuadro 24, se puede ver cómo sería el flujo de efectivo si la clasificadora fuera financiada 100% con capital propio de la empresa. No diferencia entre el flujo en el cuadro 23 y 24, solo se puede ver la estructuración de la inversión inicial. El flujo del proyecto no es variante, ya que este consiste de las mismas entradas y salidas, la diferencia entra en las condiciones de financiamiento las cuales se reflejan en el WACC.

A partir del flujo se realizaron análisis diferentes para cada escenario, se determinó la tasa interna de retorno y el valor actual. Es importante notar que el parámetro de evaluación para ambas es distinto ya que se evaluaron según el WACC y al Ke, el WACC evalúa un escenario con financiamiento y el Ke un escenario en donde el proyecto se financia con fondos propios de la empresa. El WACC es más alto que el Ke, ya que este valor toma en cuenta el riesgo del proyecto, el cual se disminuye con un préstamo ya que no es dinero propio y este se paga en un transcurso de 10 años.

Los resultados principales del proyecto se reflejan en los cuadros 25 y 26. En estos cuadros se muestran los valores de la TIR, el WACC o KE y el VAN para cada uno de los escenarios.

Se puede ver en estos cuadros que el valor actual neto es mucho mejor cuando existe un financiamiento, por lo que esta es una mejor alternativa. Además, el Ke para el proyecto sin financiamiento es mayor al WACC del escenario opuesto por lo que se puede decir sin lugar a duda que el proyecto vale la pena cuando este es financiado. En

ambos escenarios la TIR es mayor que el valor utilizado para evaluar (ya sea el WACC o el costo de oportunidad), por esto el parámetro decisivo entre las alternativas debe de ser el valor actual el cual es significativamente mayor en el escenario con financiamiento.

Debido que la TIR es mayor que el WACC en el escenario con financiamiento y el  $K_e$  en el escenario en el que el proyecto no es financiado, se puede determinar que el proyecto es viable económicamente. Adicional la implementación del proyecto clasificación automática tiene un impacto positivo en otros aspectos como la calidad en la selección de tallas de huevos, lo que consecuentemente mejora la manera en la que el mercado percibe la marca.

También se obtuvo el valor actual del proyecto para ambos escenarios, como se puede ver en el cuadro 24 y 23, el Valor actual neto es mucho mayor cuando existe financiamiento, lo que deja muy claro que el proyecto es mucho más rentable cuando la inversión no es 100% de los accionistas.

Este proyecto mejora la operación de la granja, reduciendo las pérdidas por huevos rotos al momento de una reclasificación, y elimina las pérdidas por la venta de huevos clasificados como una talla menor.

En conclusión, automatizar el proceso de clasificación debería ser el siguiente paso en el proceso de mejora continua de la empresa, ya que el mismo no solo beneficia en el aspecto económico, sino que en otros aspectos como imagen y posicionamiento de la marca.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la implementación de una máquina automatizada para la selección, limpieza y clasificación de huevos es rentable y beneficiosa para la empresa de manera económica tanto cuando existe un financiamiento como cuando la inversión proviene de los accionistas.
2. El costo anual de la operación actualmente es de Q.75,980,402.79, el cual incluye costos de producción, importación de materia prima, gastos administrativos y gastos de ventas entre otros. Con la implementación del proyecto de automatización, el costo anual se reduce en un 0.48%
3. Con la nueva máquina clasificadora el tiempo de procesamiento de cada huevo se reduce en un 64.5% ya que en la línea normal actualmente el tiempo promedio de procesamiento es de 1 hora y 6 minutos y en la línea con limpieza es de 1 hora y 8 minutos. Mientras que con la clasificadora los tiempos son de 23 min y 31 segundos y 23 minutos y 56 segundos respectivamente.
4. La tasa de retorno sobre la inversión para el proyecto de automatización es del 21.35%. El WACC y el Ke ya que el primero toma en cuenta las condiciones del financiamiento, el Ke tiene un valor de 19.23% y el WACC, de 11.28%. El proyecto es más rentable cuando existe un financiamiento externo, de acuerdo al valor actual neto.
5. El Valor actual es mayor en el caso en el que hay financiamiento externo para el proyecto. Aunque ambos proyectos son rentables, un valor actual neto mayor implica un mayor beneficio económico para la empresa.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Para que este análisis considere todos los beneficios y sea más apegado a la realidad se recomienda considerar variables adicionales involucradas en el proceso como lo son los costos por huevos rotos y las diferencias generadas por una mala clasificación de huevos, tomando muestras y analizándolas estadísticamente.
2. De forma general se recomienda que para la realización un flujo de efectivo, se establezcan de antemano todos los aspectos y factores que puedan influir en la generación de ingresos y salidas de efectivo de tal forma que el flujo obtenido se más apegada a la realidad.
3. Es importante considerar la mayor cantidad de ocurrencia de eventos al momento de realizar las mediciones de campo del flujo de proceso con el objetivo que los resultados obtenidos sean lo más cercano a la realidad y por lo tanto se puedan construir modelos mucho más certeros.
4. Se recomienda tomar en cuenta más alternativas de financiamiento a la hora de realizar a cabo en análisis financiero, es decir evaluar tanto la alternativa de financiamiento bancario como la del financiamiento con capital de la empresa ya que los resultados pueden variar para cada escenario.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. *Asociación de Productores de Huevo*. (s.f.-b). (2016) Recuperado 28 enero, 2020, de <http://pixelwebworks.com/aphguatemala.org/portal/>
2. Banco de Guatemala, 2020. *Inflación interanual en Guatemala base 2010. Guatemala*. Consultado abril 2020.
3. Blank, L., Brito, J. and Tarquin, A. (2012). *Ingeniería económica*. 7a ed. México D.F. (México): McGraw-Hill, p.6-65.
4. Bejar- León *et Al* (2017) *Valoración de flujos futuros mediante el uso eficiente del costo promedio ponderado de capital (WACC)*. 9ª ed. Quito, Ecuador: Pol.Con,
5. *Compassion in world farming (2008) Poultry*. extraído de [https://web.archive.org/web/20140227233132/http://www.ciwf.org.uk/farm\\_animals/poultry/](https://web.archive.org/web/20140227233132/http://www.ciwf.org.uk/farm_animals/poultry/) el 10 de noviembre de 2019.
6. Diccionario de economía. 2016. El Economista. extraído de <https://www.eleconomista.es/diccionario-de-economia/inflacion> el 24 de mayo del 2020.
7. *Diccionario de la lengua española 2014*. Real Academia Española. 23a ed. Madrid.
8. Entrevista: *Personal Kaxin S.A*, Isabella Ricci abril, 2020, Medio telefónico. Costos de la empresa Kaxin S.A.
9. Entrevista: *Personal Kaxin S.A*, Isabella Ricci, abril 2020, Medio telefónico. Condiciones de financiamiento regulares para proyectos.
10. Gamarro, U. (2019, 16 marzo). Anavi: *Consumo de carne de pollo y huevos crecerá este año [Comunicado de prensa ]*. Recuperado 27 enero, 2020, de <https://www.prensalibre.com/economia/anavi-consumo-de-carne-de-pollo-y-huevos-crecera-este-ano/>
11. García-Morales (2002) *Herramientas de mejora continua-Diagrama de proceso*. SEDIC. Extraído de [https://www.sedic.es/autoformacion/seccion6\\_DProcesos.htm](https://www.sedic.es/autoformacion/seccion6_DProcesos.htm). el 24 de mayo de 2020
12. Grupo Central Agrícola (2011) *Nuestros Negocios*. Extraído de: <http://www.centralagricola.com/nuestrosnegocios>

13. Instituto Nacional de estadísticas. 2020. *Índice de precios al consumidor base 2010*. Guatemala, consultado abril 2020.
14. ISDE Avicola (2011) *ISDE Sector Avícola*. Fundesa/ CACIF. Extraído de: [http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/03.ISDE\\_Avicola.pdf](http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/03.ISDE_Avicola.pdf)
15. Pedrosa. S (2001) *Índice de precios al consumidor*. *Economipedia*. Extraído de <https://economipedia.com/definiciones/ipc-indice-precios-al-consumo.html> el 24 de mayo de 2020.
16. *Sanovo* (2020) *Máquina Ardentia 300*. Extraído de: <https://www.sanovogroup.com/products/egg-grading/grading/ardentia/> el 16 de marzo de 2020.

## XI. ANEXOS

**Figura 6.** Banda transportadora de huevos



(Fuente: Elaboración propia)

**Figura 7.** Área de selección de huevos



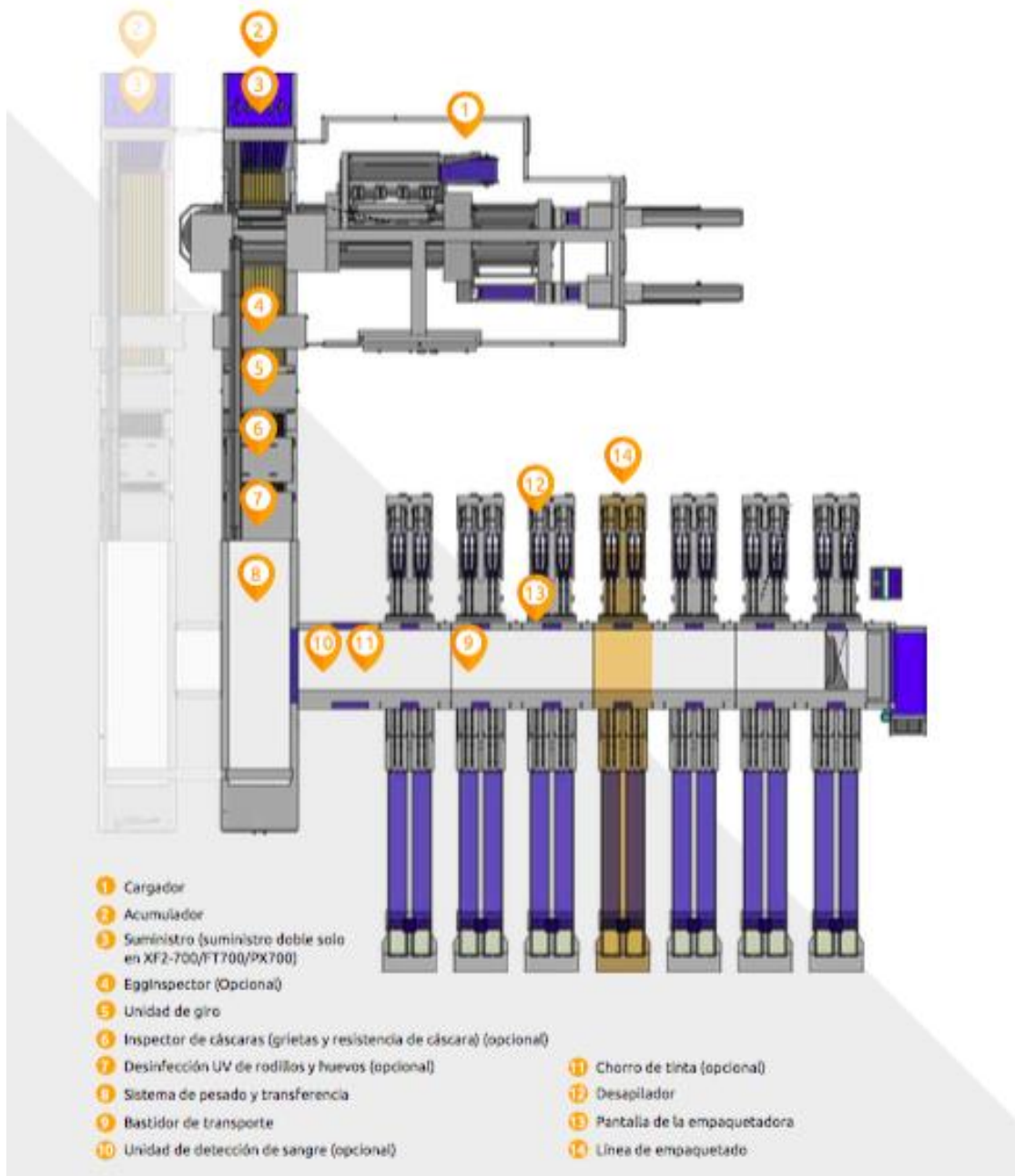
(Fuente: Elaboración propia)

**Figura 8.** Área de postura de huevos



(Fuente: Elaboración propia)

**Figura 9.** Plano de máquina Omnia PX



(Fuente: MOBA, 2020)

## XII. GLOSARIO

1. Diagrama de proceso:

Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los procesos y son una herramienta de gran valor para analizar los mismos y ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras. (García-Morales, 2002)

2. Galpón:

Construcción grande y techada que se emplea en los establecimientos rurales como lugar de albergue para los animales. (Real Academia Española, 2014)

3. Índice de precios al consumidor:

El Índice de Precios al Consumo (IPC) es un indicador que mide la variación de los precios de una cesta de bienes y servicios en un lugar concreto durante un determinado periodo de tiempo. (Pedrosa, 2011)

4. Inflación:

La inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios en un país durante un periodo de tiempo sostenido, normalmente un año. (Diccionario de economía, 2016)

5. Pelecha:

La pelecha hace referencia a la pérdida de plumas temporal. En algunas granjas se induce la pelecha controlada para que se prolongue el periodo de postura de las gallinas. (KAXIN S.A, 2020)

6. Talla de huevos:

La talla de huevos hace referencia a la clasificación por peso de los mismos. la talla de huevos puede ser jumbo, óptimo, extra, grande, mediano, pequeño, pewee y Perla. (Kaxin S.A, 2020)