

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



**Propuesta de instalación de una planta de harina de plumas de pollo para
incrementar la utilidad en una empresa avícola**

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

AUTOR

Edward's Jose Paiva Periche

ASESOR

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

<https://orcid.org/0000-0002-7527-3834>

Chiclayo, 2024

**Propuesta de instalación de una planta de harina de plumas de
pollo para incrementar la utilidad en una empresa avícola**

PRESENTADA POR
Edward's Jose Paiva Periche

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Lucerito Katherine Ortiz Garcia
PRESIDENTE

Javier Hipolito Odar Chuye
SECRETARIO

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, José y Nancy, quienes me brindaron apoyo, motivación y amor en cada año que transcurrió de mi carrera.

A mis hermanos, Franco, Percy y Eder, quienes me escuchaban en aquellos momentos difíciles de mi vida universitaria.

A mi mascota, Yago, quien me acompañó en cada desvelo.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios, por darme salud y la vocación por mi carrera para poder terminarla.

A mis padres, quienes me dieron su apoyo y confianza en cada decisión que tomé.

A Nicolás Guerrero Rodríguez, un gran amigo, quien me resolvió las dudas que llegue a tener en el desarrollo de mi tesis.

A Cielo, Leonardo, María Quijano, Jhon y Ana Cristina, quienes no solo fueron compañeros de aula, sino que se convirtieron grandes amigos de los cuales logré llevarme un gran aprendizaje tanto personal como profesional, además de que nunca me fallaron.

A mi asesora, Ing. Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia, por su guía, tiempo y consejos en el desarrollo de mi investigación.

ARTICULO PAIVA PERICHE (1).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.sangregorio.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uceva.edu.co Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos	18
Resultados y discusión	20
Discusiones:	40
Conclusiones	42
Recomendaciones	42
Referencias.....	43

Resumen

Esta investigación se realizó en una empresa avícola del distrito de José Leonardo Ortiz, Lambayeque. Dicha empresa genera, anualmente, una gran cantidad de plumas provocados por la faena de pollos, estas son vendidas otra entidad por un precio bajo sin obtener mayor beneficio. Por ello, se planteó como objetivo general proponer la instalación de una planta de harina de plumas de pollo para incrementar la utilidad que percibe la empresa por la venta de las plumas. Con respecto a la metodología, el tipo de investigación es aplicada con diseño no experimental de nivel exploratorio y enfoque mixto, el procedimiento fue explicado detalladamente. El estudio de mercado (primer objetivo), identificó que en La Libertad habrá una gran demanda insatisfecha de 379,01 miles de toneladas para 2028, de la cual se cubrirá 0,064 % debido a la disponibilidad de materia prima. La unidad de venta será en sacos de 50 kg. La viabilidad técnica – tecnológica (segundo objetivo), determinó que la planta estará situada en José Leonardo Ortiz – Lambayeque, así como también se precisó la tecnología para realizar el proceso productivo. De igual manera, mediante la distribución de planta se obtuvo que la planta tendrá un total de 477,25 m². Por último, el análisis económico financiero (tercer objetivo) señaló que el proyecto es viable, porque se tiene un VAN positivo de \$2 925,85 y un TIR de 10,67 %, siendo mayor al TMAR de 9,59 %, además la utilidad percibida aumentaría 58 veces. Finalmente, esta investigación es viable ambientalmente cumpliendo con normativa vigente.

Palabras clave: Plumas, harina de plumas, harina de soya, diseño de planta.

Abstract

. This research was carried out in a poultry company in the district of José Leonardo Ortiz, Lambayeque. This company generates, annually, a large amount of feathers caused by the slaughter of chickens, these are sold to another entity for a low price without obtaining any greater benefit. Therefore, the general objective was to propose the installation of a chicken feather meal plant to increase the profit that the company receives from the sale of feathers. Regarding the methodology, the type of research is applied with a non-experimental design of an exploratory level and a mixed approach, the procedure was explained in detail. The market study (first objective) identified that in La Libertad there will be a large unsatisfied demand of 379,01 thousand tons by 2028, of which 0,064% will be covered due to the availability of raw materials. The sales unit will be in 50 kg bags. The technical - technological feasibility (second objective) determined that the plant will be located in José Leonardo Ortiz - Lambayeque, as well as the technology to carry out the production process. Likewise, through the plant distribution it was obtained that the plant will have a total of 477,25 m². Finally, the financial economic analysis (third objective) indicated that the project is viable, because it has a positive VAN of \$2 925,85 and an TIR of 10,67%, being greater than the TMAR of 9,59%, in addition to the Perceived usefulness would increase 58 times. Finally, this research is environmentally viable, complying with current regulations.

Keywords: Feathers, feather meal, soybean meal, plant design.

Introducción

Hoy en día los residuos sólidos son un dilema mundial que trae consecuencias nocivas no solo para la salud del ser humano, si no también, para el medio ambiente en el que vivimos.

Así pues, en un informe de la Organización de la Naciones Unidas, publicado en el 2023, se advierte que, si no se adoptan acciones urgentes para el manejo y control de los residuos sólidos, para el 2050 estos desechos a nivel mundial aumentarán un 60% con respecto al 2023 [1]. Para poder llevar a cabo este control y manejo es importante conocer su composición, en donde según [2] los residuos sólidos, a nivel mundial, están compuestos de la siguiente manera: papel y cartón, plástico, residuos orgánicos, metal, vidrio y otros.

En cuanto a los residuos orgánicos, la gran mayoría de estos desechos son generados por la industria alimentaria, las cuales muchas veces no suelen aprovechar sus residuos puesto que toman el camino más sencillo, el de desecharlos a vertederos. Dentro de la industria alimentaria se encuentra el sector avícola, en donde durante el 2022 la carne de origen avícola había representado aproximadamente entre el 39 - 40% de la producción mundial de carne [3]. Sin embargo, dicho aumento en la producción de carne de pollo trajo como consecuencia la generación de residuos como las vísceras y plumas del pollo los cuales, en su mayoría, terminan en botaderos informales o son desechados en cuerpos hídricos transformándose de esta manera en contaminantes del entorno [4]. A nivel mundial, en el 2023, se estima que aprox. 8 millones de toneladas de plumas de pollos fueron a parar en vertederos, los cuales por su acumulación ponían en riesgo la salud de quien se encontrase cerca a dichas áreas ya que podrían contraer problemas respiratorias o alergias, además de contaminar el aire y cualquier masa de agua pues el deterioro de las plumas provoca que se generen partículas capaces de ser transportadas por el viento [5].

El Perú se encuentra ubicado en el puesto 18 del ranking de mayores productores de carne de pollo a nivel mundial, gracias a que, en los últimos 20 años, su producción ha mostrado un crecimiento del 7% anualmente. Además, del consumo total de carne, el 53% lo representa el consumo de carne de pollo. En el 2022 la producción de carne de pollo fue de 2,25 millones de toneladas [6], generando un aproximado de 90 624,6 toneladas de plumas, según [4]. En Lambayeque también hay una alta demanda de carne de pollo, lo que ha generado que empresas dedicadas al faenamiento de pollos realicen sus actividades industriales en esta región.

En la región de Lambayeque, existe una empresa avícola que cuenta con una procesadora y puntos de venta, la cual llegó a producir durante el año 2021, un promedio de 98 333 pollos/mes, generando un promedio de 30,8 t de plumas mensualmente. Este desecho es el

resultado de la etapa de desplumado, el cual es colocado en barriles que posteriormente son vendidos, independientemente de la cantidad generada, a una empresa con la cual se hizo un contrato anual por 4 000 soles. Adicionalmente, la procesadora tuvo un costo promedio mensual de 150 soles por el operario que se encargó de colocar las plumas en los barriles, llegando a percibir una utilidad neta de 2 200 soles durante el año 2021 por la venta de las plumas. La empresa avícola, está interesada en invertir en otra opción que le permita obtener una mayor utilidad por el aprovechamiento de las plumas.

Entre las opciones de aprovechamiento de las plumas de pollo se evaluaron tres tipos de productos que pueden ser elaborados a partir de las mismas: queratina, harina de plumas para la alimentación de pollo o harina de plumas para la alimentación de porcino. No obstante, en cuanto a la producción de queratina solo existen pruebas a nivel de laboratorio que, si bien son exitosas, su producción a nivel industrial es, hasta el momento, poco aplicable [7].

En tanto, para la producción de harina de plumas se cuenta con experiencias que respaldan su uso en la alimentación de animales, tales como aves y porcinos. Sin embargo, ambos productos presentan diferencias significativas en cuanto a: Mercado, digestibilidad de proteína, contenido de aminoácidos, valor energético, porcentaje de sustitución del alimento de los animales. Decidiendo, finalmente, que la harina de plumas para la alimentación de pollo presenta más ventajas como una mayor fuente proteica que pudiera reemplazar a la harina de soya, la cual se ha usado desde siempre para la alimentación de estas aves [8]. Además, debido a que la harina de soya es un producto importado en el Perú y que su demanda ha incrementado en los últimos 5 años, el proponer la elaboración esta harina es una opción que ayudaría a que el sector avícola ya no dependa exclusivamente del mercado internacional [6].

Tomando en cuenta lo descrito nace la siguiente pregunta: ¿En qué medida la instalación de una planta de harina de plumas de pollo incrementará la utilidad en una empresa avícola?

El objetivo general de la investigación es proponer la instalación de una planta harina de plumas de pollo para incrementar la utilidad en una empresa avícola, teniendo como objetivos específicos realizar el estudio de mercado de la harina a base de plumas de pollo, determinar la viabilidad técnica - tecnológica de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo de una empresa avícola y evaluar la viabilidad económica - financiera de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo de una empresa avícola.

Considerando lo obtenido por Chacón [9] y en base a la disponibilidad de plumas que tiene la empresa, el desarrollo de esta investigación va a permitir que esta perciba una mayor utilidad bruta. Esto se justifica en que, si el proyecto se hubiese puesto en marcha antes, sólo

en el 2021 se generaron 370,296 t de plumas de las cuales se hubiera obtenido 188,591 t de harina de plumas y al multiplicarlo por su precio en dicho año (523 USD/t) se habría generado un ingreso de 98 633,093 USD, superando los 1 142,86 USD que percibía (\$/4 000). Asimismo, el trabajo también busca servir como antecedente y referencia a aquellas empresas u organizaciones locales o nacionales dedicadas a la industria avícola, u otros investigadores que buscan darle una revalorización a los residuos (plumas) que son producto del faenamiento del pollo, con la finalidad incrementar los ingresos o colaborar al bienestar ambiental en la cual se desarrolle su investigación.

Revisión de literatura

Las plumas del pollo son residuos que se generan en el faenamiento de aves. Dicho residuo presenta un elevado contenido de proteína, la cual conforma cerca de un 80,51%, además, también se encuentra constituida en un 10,05% por fibra orgánica y un 12,66% por nitrógeno. En menor proporción lo componen grasas, cenizas y humedad, las cuales están presentes en un 3,38%, 3,91% y 6,40%, respectivamente [4].

Sin embargo, estos residuos pueden llegar a transformarse en contaminantes del medio ambiente, siendo capaz de provocar daños en los ecosistemas pues su mala gestión no solo trae consigo problemas en el ambiente si no también en la salud humana ya que su principal contaminación recae en fuentes hídricas a causa de los vertimientos de este residuo.

Actualmente para contrarrestar la contaminación a causa de las plumas de pollos se han desarrollado métodos para el aprovechamiento de este, puesto que su contenido rico en queratina lo hacen muy requerido en el mercado. Entre los distintos aprovechamientos que se le puede dar tenemos: producir harina de plumas como fuente proteica para la alimentación de animales, producción de bioabonos para la agricultura, obtención de queratina para la industria cosmética, fibra natural para el relleno de almohadas en la industria textil, bioplásticos, etc. [4].

La harina de plumas de pollo es un producto que presenta un alto porcentaje de digestibilidad, además cuenta con un alto concentrado proteico, el cual brinda energía al ser ingerido gracias a un proceso de hidrólisis, en donde se busca generar la ruptura de los enlaces químicos que le dan estructura a la queratina. Esta harina es producto del cocimiento bajo ciertos niveles de presión de la pluma, secado y molienda [10].

El procesamiento de la harina no es estándar, pues según el tipo de proceso que se lleve a cabo puede variar su valor nutricional, además de que variables como la presión y el tiempo en que se lleva a cabo la hidrólisis puede afectar tanto la calidad como la digestibilidad proteica y de aminoácidos [11].

En la elaboración de este producto, las plumas pasan por distintas etapas, en donde la hidrólisis es la más importante, ya que sin esta no sería posible el procesamiento de las plumas ni la obtención de la harina comestible.

Para obtener la harina, lo primero que se hace es pasar las plumas por un proceso hidrodinámico con la finalidad de quitarle el exceso de agua presente en el material. Es recomendable que las plumas sean procesadas rápidamente para no deteriorar la calidad organoléptica, así como también impedir que aumente la carga bacteriana. Inmediatamente se hace la carga al digestor en donde, para realizar el transporte de las plumas y que estas sean cargadas al digestor, se emplea como equipo un tornillo sin fin. Este proceso es lento puesto que completar la carga del digestor toma su tiempo, aproximadamente 1 hora. Esto va a depender del volumen del equipo. Existen casos en donde se emplea un sistema de bombeo para separar la sangre u otros residuos de las plumas.

Después se lleva a cabo el proceso de hidrólisis, la cual es reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, donde la molécula de agua se divide para que sus átomos pasen a formar parte de otra especie química. Este proceso es el más importante del proceso productivo, debido a que de este depende el alto valor nutricional del producto (harina). Cabe mencionar que el proceso es realizado dentro de digestores o también llamados “cookers”, en donde las variables más importantes de dicho proceso son las presión, temperatura y tiempo, las cuales deben ser las adecuadas para lograr los mejores resultados. Básicamente el proceso consiste en romper los enlaces disulfuro de la queratina presente en las plumas.

Existen 3 tipos de hidrólisis, sin embargo, para este proceso se empleará la hidrólisis ácida, haciendo uso de ácido sulfúrico.

Luego de la hidrólisis se pasa al pre – secado el cual se con la finalidad de disminuir la humedad de las plumas hidrolizadas, las cuales son el resultado de la etapa anterior. Esta operación permite que el producto se quede netamente con un 45% de humedad.

En cuanto se termina el pre – secado los digestores se abren para poder hacer la descarga, en donde para poder transportar el producto es necesario hacer uso de un tornillo sin fin.

Posteriormente, empleando un secado, se disminuye el porcentaje de humedad presente en las plumas hasta llegar al 10%. Para dicho secado se utiliza un secador de anillos, el cual debe operar a una temperatura que oscile entre los 60°C.

Una vez que se termina el secado, el hidrolizado de plumas se lleva hacia un molino de martillos donde es pulverizado, obteniendo de esta manera la harina.

La harina obtenida pasa por un tamiz para poder eliminar las partículas de mayor tamaño, garantizando de esta manera un producto uniforme. Cabe recalcar que las partículas que fueron retenidas por el tamiz son recirculadas e introducidas al proceso de nuevo.

Finalmente, la harina a base de plumas de pollo es empaquetada y almacenada en una zona acondicionada para el producto [10].

Por otro lado, en lo que respecta a la instalación de una planta se debe tener en cuenta dos aspectos: su localización y la manera en cómo se va a distribuir.

Existen diferentes métodos para la localización de una planta, pues esta se puede realizar usando métodos cualitativos, cuantitativos o una mezcla de ambos; estos métodos permitirán elegir la mejor localización de acuerdo a las características de localización elegidas. Entre los distintos métodos que se utilizan encontramos al método de transporte, métodos de centro de gravedad, método del punto de equilibrio y el método de los factores ponderados, siendo este último es el más usado ya que la información se consigue con un nivel de confianza alto, mientras que, para los métodos del centro de gravedad, se requieren coordenadas y depende de los pesos, lo cual lo hace una alternativa para cuando se requiere una tienda o almacén intermedio.

El método de los factores ponderados, es un análisis semicuantitativo, en donde se comparan distintas alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. Su objetivo no es buscar la localización óptima si no una o varias localizaciones aceptables.

Para el desarrollo de la localización de planta por factores ponderados lo que se hace es listar los factores de localización, para luego mediante un matriz de enfrentamiento asignarle una ponderación. Finalmente, bajo esos factores ponderados se evalúa a las localizaciones tomando en cuenta la incidencia del factor sobre las operaciones de la planta, importancia estratégica y proyección de su relevancia en el tiempo [12].

Por otro lado, para la distribución de la planta lo primero que se determina es las áreas para las estaciones de trabajo, siendo el método de Güerchet el más usado. Este método distribuye ordenando el espacio, en donde el cálculo de las áreas individuales es en base a las dimensiones del conjunto.

Para hallar los requerimientos de los espacios se halla mediante 3 superficies parciales: área estática (S_s), Área de gravitación (S_g), Área de evolución (S_e) y Área total (S_t).

De esta manera este método, permite calcular los espacios o áreas que requiere la empresa para su funcionamiento eficiente [13].

Por último, mediante el SLP (Systematic Layout Planning) permitirá resolver los problemas en cuanto a la distribución en planta, pues mediante ella se logrará una utilización eficiente de

los recursos, organización de las áreas de trabajo y equipos de trabajo, optimizando los procesos y obteniendo un mayor nivel de competitividad [14].

Para la investigación se han utilizado algunos antecedentes los cuales aportan a un mejor entendimiento de temas como el uso de harina de pluma de pollo como alimento balanceado, tipos de procesos que se pueden usar para la fabricación de harina de pluma y las características que esta debe cumplir.

Bertsch *et al* [15] realizaron una comparación sobre los efectos que tenían la harina de pluma comercial versus la harina de pluma fermentada con la bacteria *Kocuria rosea*. El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad nutricional de la harina de pluma comercial y la harina de pluma fermentada mediante un estudio comparativo entre ambos productos. Para llevar a cabo dicha evaluación, primero se elaboró la harina de pluma fermentada mediante un precultivo realizado a 90rpm con un temperatura de $40^{\circ}\text{C}\pm 1$ durante un tiempo de 48 h en Erlenmeyer, posteriormente se hizo un análisis físico-químico del perfil de aminoácidos y la digestibilidad *in vitro* presente en las harinas de plumas, haciendo uso de un analizador de proteínas Beckman y el método 1316-81 de la Norma COVENIN, respectivamente; luego se hizo una prueba en el balance digestivo de los gallos de raza Rhode Island Red; después de la prueba en el balance digestivo se examinó la digestibilidad de las proteínas y las disponibilidad de aminoácidos; finalmente se evaluó el valor energético presente en las excretas con ayuda de una bomba calorimétrica adiabática. La metodología empleada permitió obtener una harina de pluma fermentada con un enriquecimiento de aminoácidos superior al de la harina comercial, mientras que, en cuanto a la digestibilidad *in vitro*, ambos productos tienen un valor digestibilidad casi igual en donde la harina de pluma comercial varía en apenas un 1%; también se obtuvo que la harina de pluma fermentada presenta una mayor disponibilidad de aminoácidos con respecto a la harina de pluma comercial, superándolo en un 3 %; como último resultado se obtuvo que la harina de pluma comercial supera en valor energético a la harina de pluma fermentada. Tomando en cuenta los datos obtenidos se concluyó que la harina de pluma fermentada puede ser una alternativa de fuente proteica para la alimentación de aves.

Hamad y Kechaou [16] realizaron un modelo cinético para una hidrólisis ácida ya que querían evaluar qué factores influyen en la obtención de péptidos a partir de las plumas de pollo mediante una hidrólisis ácida. El objetivo de la investigación fue analizar la hidrólisis ácida de las plumas de pollo bajo diferentes condiciones. Para llevar a cabo dicho estudio lo primero que se realizó fue una caracterización físico-química de las plumas, después analizó los efectos de la concentración de ácido, también se realizó un modelo cinético para la

producción de péptidos. La metodología empleada permitió obtener los siguientes resultados: Se encontró que la proteína era el componente principal de la pluma, conformándolo en más del 85%; también se encontró que la mayor producción de péptidos se alcanzó en una concentración de ácido de 676 mg/g en tiempo de 300 min con 1M de hidrólisis ácida; por otro lado, se determinó que la temperatura y la concentración sólido - líquido adecuada para obtener una mayor producción es a 90°C con una concentración de 50g/L; y que el ácido sulfúrico es el ácido ideal para poder obtener una mayor producción de péptidos; finalmente mediante el modelo cinético se determinó que la producción de aminoácidos depende de la temperatura y la descomposición de la misma. Tomando en cuenta los datos obtenidos se concluyó que, para una mayor producción de aminoácidos, el ácido sulfúrico es el ideal, superando en rendimiento al ácido nítrico y al fosfórico; además que las variables temperatura, concentración de ácido y relación sólidos líquidos, tiene mucha influencia sobre las cantidades de péptidos.

González y Bauza [7] hicieron una evaluación comparativa entre sobre el valor nutritivo de dos tipos de harina de plumas de pollo con el fin de encontrar cuál era la más eficiente. El objetivo fue evaluar la calidad proteica y hallar la digestibilidad aparente in vivo de los productos hidrolizados que se le dieron a cerdos en crecimiento. Para llevarse a cabo los objetivos planteados se realizaron 2 experimentos en los que se usaron 18 cerdos, en el experimento 1 se evaluaron las variables de digestibilidad aparente de la materia seca, la materia orgánica, la proteína cruda y la energía de los alimentos, mientras que en el experimento 2 se evaluó la digestibilidad aparente de la materia seca, la proteína cruda, el valor biológico aparente y el valor proteico neto de las con contenido de NaOH. Los resultados obtenidos determinaron que el tratamiento de temperatura y presión, que se aplicaron a las plumas de aves no logró las recomendaciones necesarias para por cumplir con el rango establecido del valor de digestibilidad impuesto por los organismos internacionales, mientras que el tratamiento con NaOH si generó un productos con altos niveles de digestibilidad de proteína, cumpliendo con los requisitos de organismos internacionales que velan por la correcta elaboración de alimentos para animales.

Sánchez [17] sustentó que la harina de plumas de pollo sí puede ser utilizada para como una alternativa para la elaboración de alimento balanceado. El objetivo de la investigación fue realizar el diseño de una planta productora de harina de plumas de pollo para cubrir una demanda insatisfecha de alimentos balanceados del sector agropecuario en el cantón Santa Elena. La metodología que se empleó para la investigación fue hacer un estudio de mercado meta mediante un análisis económico, tecnológico y económico con el fin de garantizar la

aceptación del producto en el mercado de Ecuador, también realizó un estudio técnico de la propuesta realizada con el fin de determinar el proceso de producción de la harina de plumas, además se efectuó un análisis económico a su vez que se planificó el tiempo estimado en que se recuperaría lo invertido en capital, finalmente se determinó un diseño económico con el fin de hacer viable el proyecto en el mercado ecuatoriano. La metodología empleada obtuvo como resultado que la producción del producto no tendrá problemas al momento de ingresar al mercado de alimentos balanceados pues evidencia lo avala; en cuanto a la elaboración del producto se determinó que el proceso contaría con seis etapas para la obtención de harina de pluma de pollo hidrolizada; también se halló que el retorno de lo invertido se llevaría a cabo en cinco años; finalmente se obtuvo que el porcentaje de la inversión inicial es del 99,038% haciendo que el proyecto sea rentable. Teniendo en cuenta los datos obtenidos se concluyó que el producto podrá ser aceptado en el mercado mediante la oferta de un producto de calidad, además se deben realizar procedimientos adecuados durante el proceso productivo para que la producción sea adquirida de manera periódica, y como última conclusión se comprobó que el proyecto sí es rentable.

Hilacondo [8] evaluó el potencial nutritivo de la harina de plumas de pollos y su posible uso como un insumo proteico alternativo para la crianza de pollos. La investigación tuvo como objetivo analizar el nivel nutricional que posee la harina de plumas y su potencial uso como un insumo alternativo proteico para la alimentación de pollos. La metodología comenzó con la determinación del nivel nutricional que contiene la harina de plumas y evaluar si el uso de enzimas en la producción de harina de plumas influye en su contenido nutricional. La metodología que se usó en la investigación permitió obtener como resultado que: la harina de pluma que se hace de manera convencional con un cocido a vapor y a alta presión genera que haya una importante pérdida en el valor nutricional, mientras que los valores con hidrólisis enzimática le dan un mejor rendimiento al valor nutricional de la harina de plumas de pollo. Tomando en cuenta lo obtenido se concluyó que la harina de plumas de pollos enzimática presenta un alto contenido proteico.

Reynaga [18] sustentó la propuesta de instalación planta de harina de plumas para obtener un mejor aprovechamiento de este residuo. La investigación tuvo como objetivo realizar el diseño de una planta productora de harina de plumas de pollo. La metodología que se empleó para la investigación fue hacer un diagnóstico de la situación de la harina de plumas en el mercado con el fin de garantizar la aceptación del producto, luego se determinó la viabilidad técnica tecnológica de la propuesta, y, finalmente, se realizó la viabilidad económica – financiera de la propuesta. La metodología empleada obtuvo como resultado que

hay casos de éxitos de empresas que se dedican a la producción de harina de plumas de pollo; también se determinó que la planta sería instalada en San Juan de Lurigancho, ocupando un área de 742 m², puesto que lo que se desea producir es 2 295,80 t de harina de plumas, dicha cantidad pues tomada en cuenta para hallar la capacidad del sistemas y en la elección de máquinas; finalmente, en cuando a la económica – financiera, se obtuvo que la inversión inicial que se tendría que hacer sería de S/. 3 122 145,75, cuyo periodo de recuperación sería en los siguientes 3 años aproximadamente. Teniendo en cuenta los datos obtenidos se concluyó que el producto podrá ser aceptado en el mercado mediante la oferta de un producto de calidad, además se deben realizar procedimientos adecuados durante el proceso productivo para que la producción sea adquirida de manera periódica, y como última conclusión se comprobó que el proyecto sí es rentable.

Chacón [9], menciona la importancia de producir adecuadamente los subproductos como harina de pluma de pollo para obtener insumos de mayor calidad y de fácil digestibilidad cuando se destina para animales. Por ello, el objetivo central de la investigación fue para optimizar la producción de este subproducto en la empresa arequipeña PROCINSUR SRL mediante un estudio de factibilidad. Para ello, se inició con un diagnóstico general en la planta, encontrándose que el problema central que origina la reducción de la producción y de los ingresos en la empresa es carencia tecnológica que presenta la misma. Seguidamente se realizó el estudio de factibilidad, empezando por el estudio de mercado que permitió definir el porcentaje de participación que tendrá la empresa y sus estrategias de comercialización. Luego se procedió con el estudio de ingeniería, donde se obtuvo el diseño del proceso, balance de línea, disposición de la planta, selección de maquinaria, logística del proyecto, el plan de seguridad y el plan de manejo ambiental. Por último, se realizó el análisis económico, donde se obtuvo un TIR de 296,85% y un Costo Beneficio de 6.60 demostrando que el proyecto es viable para realizarse.

Chaparro [19], sostiene que solo el 17% de los subproductos agroindustriales se aprovechan en Colombia, lo que genera una elevada contaminación en el país. El objetivo del trabajo fue aprovechar las plumas que se generan como subproducto agroindustrial para disminuir su impacto ambiental y valorizarlo en otros procesos industriales. La metodología consistió primero en realizar un estudio de las cantidades de los residuos que se generan en el ámbito agroalimentario a nivel nacional, luego se escogió un proceso biotecnológico para aprovechar las plumas de pollo, y se procedió a simularlo en el programa COCO bajo ciertas condiciones de presión y temperatura para obtener la harina. En base a los resultados, se seleccionó la herramienta Seis Sigma para mejorar el proceso inicial, y finalmente se

determinó la viabilidad de diseñar una fábrica productora para la harina. Como resultado se obtuvo que aplicando la herramienta Sigma se logró mejorar el rendimiento del proceso, pasando de un 69% de rendimiento a un 99% al momento de obtener la harina de pollo, mientras que según el análisis de viabilidad se determinó que la inversión se recupera en 2,5 años y el proyecto resulta rentable.

Alzamora *et al* [10], indica que en el Perú existe un gran potencial para exportar productos proteicos como la harina de plumas de pollo debido a la demanda internacional del mismo en países como Ecuador y Chile, lo que a su vez permita impulsar el aprovechamiento de este subproducto agroindustrial en el país. De este modo, surgió el objetivo de obtener harina a base de las plumas de pollo en la empresa Distribuida Avícola El Galpón ubicada en la región de Piura. La metodología se basó primero en un análisis de ingeniería para determinar el proceso productivo, la distribución de planta y precios de maquinaria. Luego de realizó un análisis de mercado para determinar la demanda del producto, el mercado objetivo y las estrategias de comercialización. Seguidamente, se realizó la fase experimental del proyecto, donde se utilizó equipos y máquinas como un digestor, un tamizador y un caldero para producir la harina, la cual resultó con una digestibilidad de 58,98%. Finalmente, se realizó un análisis financiero del proyecto, donde se obtuvo un VAN positivo de S/ 384 189 y un TIR de 59,67% demostrando que la propuesta es económicamente viable.

Bourlot y Susan [20] realizaron el diseño de una planta de subproducto avícolas para añadir valor agregado a los residuos de aves de una empresa de faena del sector. El objetivo del trabajo fue proyectar una planta para el procesamiento de plumas, sangre y vísceras de aves. Como metodología, se realizó un estudio de ingeniería, donde se propuso como parte del proyecto el diseño de una línea para producto harina a partir de las plumas de pollo, teniendo como etapas la recepción de las plumas, escurrido, hidrolizado, secado y envasado de la harina. Seguidamente se realizó la selección de los equipos y máquinas respectivas, tales como bomba centrífuga, tamiz estático, tolvas, hidrolizador, secador de anillos, elevadores y envasadoras de harina. Luego de ello, se realizó el balance de masa de la línea donde se determinó que tendría una entrada de 2 425 kg/h de plumas, con una salida de 1 388,9 kg/h de harina, seguido del dimensionado de las máquinas y el requerimiento de consumo eléctrico diario para estas, el cual asciende a 1 189,4 kWh. Finalmente, se realizó el cálculo de los costos tales como construcción, equipos, montaje, materiales y energía, obteniendo como resultado que en base a los ingresos mensuales que se percibirán, la plata de subproducto se amortizará en 22 meses, logrando una ganancia mensual de \$ 208 741,8 una vez completado el este tiempo. El presente trabajo brinda una guía del análisis de ingeniería y del análisis

económico para determinar la factibilidad del diseño de una línea de producción de harina de plumas a partir de los residuos de una empresa de faena.

Materiales y métodos

El tipo de investigación del proyecto es aplicada, ya que se utilizará información recopilada para lograr los objetivos establecidos y realizar la propuesta de la instalación de una planta de harina a base plumas de pollo. Además, el diseño de la investigación es no experimental de nivel exploratorio no descriptivo. Así mismo su enfoque es mixto.

En el desarrollo de la propuesta de instalación de una planta de harina de plumas de pollo fue necesario los siguiente:

Estudio de mercado. Primero, se definió el producto que se va a elaborar, tocando puntos como sus principales componentes [21], vida útil que tiene el producto y sus principales usos, también se mencionó los productos sustitutos que existen. Segundo, para elegir la zona de influencia del proyecto se establecieron los factores que determinarían el área de mercado, seguido de ello se seleccionó el área de mercado y se estableció los posibles factores que limitarían la comercialización del producto. Tercero, se analizó la demanda utilizando los datos del producto al cual se pretende sustituir (harina de soya), para ello se tomó en cuenta la situación actual de la demanda de la harina de soya, así como también se investigó la demanda histórica de la misma que fue destinada a la región seleccionada desde el 2012 – 2020, considerando la demanda histórica a nivel nacional [22] y la participación de mercado de la zona de influencia [23], posterior a dicha investigación de analizaron los datos y se eligió como método de proyección al método de regresión lineal [24], logrando así determinar la demanda proyectada para los próximos 7 años. Cuarto, se analizó la oferta tomando en cuenta la producción de harina de soya nacional que va destinada en el área de mercado seleccionada, evaluando la oferta y estableciendo las características actuales que tiene, después se investigó la oferta histórica destinada a la harina de soya en área de mercado seleccionada desde el 2012 – 2020 [25], se analizaron los datos y se estableció qué método de proyección sería el adecuado, eligiendo al método de regresión lineal [24] como el más óptimo, esto permitió proyectar la oferta futuro de la harina de soya. Quinto, se evaluó la demanda insatisfecha solo abarcando las importaciones que van dirigidas a la zona de influencia del proyecto. Sexto, en cuanto a la demanda del proyecto se tomó como base la demanda insatisfecha de la harina de soya en la región seleccionada y debido a que se tiene algunos competidores pequeños con productos diferentes se estableció que se cubrirá alrededor del 20 % de dicha demanda tal como expone [26], sin embargo, se tiene como restricción que ya se cuenta con materia prima (plumas) y ello se tomó en cuenta en el cálculo

de demanda del proyecto, determinando que la demanda del proyecto ya no sería el 20 % de la demanda insatisfecha si no 0,072 % de esta. Séptimo, se analizó el precio del producto en el mercado, así como también su evolución histórica desde el año 2016 hasta el 2020, eligiendo como método de proyección el método de regresión lineal, dicho método permitió obtener los precios en lo que oscilaría el producto para los próximos 7 años, a su vez también se analizó las políticas de precios en base a la competencia. Octavo, se propuso el sistema de distribución del producto. Finalmente, se realizó el plan de ventas que se tendría para los próximos 7 años a partir del 2020, considerando la demanda del proyecto futura y los precios futuros que se tendrá.

Viabilidad técnica – tecnológica. Una vez realizado el estudio de mercado. Se hizo un análisis de macro localización, tomando en cuenta factores como aspectos geográficos, aspectos culturales y socioeconómicos, y clima. Seguido de ello, se realizó un análisis de micro localización tomando en cuenta aspectos geográficos, clima, población total, recursos naturales, infraestructura, empleando como método de evaluación el método de localización por ranking de factores [27], debido a que es el más usado pues la información que se consigue tiene un nivel de confianza alto. Por último, se justificó la localización y ubicación de la planta y se realizó los planos de ubicación.

Para el aspecto ingenieril y tecnológico. Se demostraron antecedentes del proceso. Luego, definió el producto, estableciendo la forma en cómo se vende y comercializa en el mercado, de igual manera se estableció las especificaciones técnicas producto y se indicó sus tolerancias de fabricación. Después, se realizó los requerimientos de materiales e insumos, hallando la capacidad de planta, estableciendo el plan de producción y el requerimiento de materiales, también se evaluó la disponibilidad de materia prima y las posibles estrategias de operaciones. Seguido de ello, se hizo una descripción del proceso que se llevará a cabo, tomando en cuenta los estudios realizados por [10] y [17] sobre el proceso productivo de la harina de plumas de pollo, haciendo un diagrama de procesos y flujos, así como también un balance de materia, por último, se halló los indicadores de eficiencia por actividad. En cuanto a la tecnología se investigó los requerimientos de maquinaria y/o equipos, así como también los requerimientos de servicios y de mano de obra. Con respecto a la distribución de planta se determinó las áreas para las estaciones de trabajo mediante el método de Güerchet [28], ya que permite distribuir de forma ordenada el espacio, en donde el cálculo de las áreas individuales es en base a las dimensiones del conjunto, es por ello que se tomó en cuenta las fichas técnicas de las máquinas y equipos, por último, para el Layout de la planta se empleó la metodología SLP [29] con la cual se pretende lograr el uso eficiente de los recursos,

organización de las áreas de trabajo y equipos de trabajo, optimizando los procesos y obteniendo un mayor nivel de competitividad. Se estableció el control de calidad que se llevaría a cabo y se halló los indicadores de producción y productividad del proceso productivo, considerando la demanda y el plan de producción. En cuanto a la organización de la planta se fijó los requerimientos de mano de obra (directa e indirecta) y se describió las áreas y la función que se realizaría en cada una de ellas, también se diseñó la estructura organizacional que tendrá la planta. Décimo, se establecieron las inversiones que se realizarán tanto fijas como diferidas, de igual forma el capital de trabajo, los imprevistos y se indicó el resumen de la inversión total, por último, se fijó el financiamiento que se llevaría a cabo.

Viabilidad económica – financiera. Para la propuesta, se hizo un presupuesto de ingresos, es decir, el plan de ventas del proyecto; de igual forma se realizó un presupuesto de costos, considerando los costos de producción, gastos financieros, gastos administrativos, gastos de comercialización, teniendo como producto los costos totales. También se halló el punto de equilibrio económico y se hizo un estado de resultados o pérdidas, se realizó el flujo de caja anual. Seguido de ello, se hizo una evaluación económica financiera, tomando en cuenta la tasa de rentabilidad económica y social, el valor presente neto, y la relación beneficio/costo.

Resultados y discusión

Estudio de mercado de la harina a base de plumas de pollo

La harina de plumas de pollo es un producto que presenta un alto porcentaje de digestibilidad, además cuenta con un alto concentrado proteico, el cual brinda energía al ser ingerido gracias a un proceso de hidrólisis, en donde se busca generar la ruptura de los enlaces químicos que le dan estructura a la queratina.

Esta harina es producto del cocimiento bajo ciertos niveles de presión de la pluma, seguido de un secado y molienda [10]. El porcentaje de humedad de la harina de plumas se encuentra presente en un 6,8%. Además, que presenta una granulometría menor a 400 micras [10].

En el mercado este producto, al igual que la harina de soya (principal fuente proteica en la alimentación de pollos de engorde) su unidad de venta se comercializa en sacos de polipropileno de 50 kg.

En cuanto a la composición nutricional de la harina de plumas los componentes más representativos son la materia seca y las proteínas pues estas se encuentran en un gran porcentaje dentro del producto (Ver anexo 2).

Para mantener la vida útil de la harina de plumas resulta necesario que pase por un proceso de tamizado y secado, ya que estas operaciones disminuyen el porcentaje de humedad

presente en el producto, lo que le daría una duración de 6 meses desde su fecha de manufactura [30].

Respecto a los usos que se le puede dar a la harina de plumas, esta es utilizado en el ganado vacuno y aves como un tipo de fuente proteica para la alimentación de lo mismo. Cabe recalcar que la harina de plumas al ser un insumo, este se le da, en conjunto con otros insumos, al animal formando así un alimento balanceado [31]. Resulta importante mencionar que existen normas que sustentan la venta de harinas de plumas de pollo en Perú, como la Resolución Directoral N.º 0039-2019-MINAGRI-SENASA-DSA y la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 00825-2023-PRODUCE/DGAAMI, así como también existen normativa internacional como el CODEX ALIMENTARIUS y las directrices la Unión Europea que establecen regulaciones para la comercialización de subproductos animales, considerando también a la harina de plumas. Por ejemplo, el Reglamento CE 1069/2009 de la unión europea complementa al Reglamento 142/2011 estableciendo las regulaciones, eliminación y usos de subproductos derivados de animales no destinados para el consumo humano estableciendo las pautas para salvaguardar la salud pública y el medio que no rodea. Así mismo, para la producción de harina de plumas establece parámetros técnicos para el procesamiento de estas (temperatura, presión y tiempo de cocción) y menciona cuáles son los usos que se le pueden dar como ingredientes en piensos para animales.

La finalidad de la harina de plumas es funcionar como una fuente proteica para la alimentación de aves, sin embargo, no es el único producto con características semejantes en el mercado, pues también encontramos a la harina de carne, harina de pescado, y el más importante, la harina de soya, pues como se mencionó, es el insumo proteico más empleado en sector avícola debido a su rico contenido en aminoácidos [32].

Así pues, considerando el producto que se desea comercializar y las características que este posee, se estableció los factores que permitirán determinar el área de mercado. Para la investigación se tomó en cuenta los siguientes factores: Región con mayor población de pollos de engorde, cercanía a potenciales cliente y la distribución del producto, eligiendo así a la Libertad como área de mercado, ya que es la segunda región con la mayor población de pollos de engorde en el Perú y es la región con potenciales clientes que más cerca se encuentra a Lambayeque. Por otro lado, existe una limitante para la comercialización del producto, y esta es la falta de desconocimiento de las ventajas que ofrece la harina de plumas sobre la harina de soya en la alimentación de los pollos, ya que dicho desconocimiento puede traer como consecuencia bajas ventas debido a la poca de aceptación del producto, por lo que se propondría campañas publicitarias y evidencia de la eficacia del producto.

Para analizar la demanda, se utilizaron los datos de la cantidad de harina de soya que ingresó a la Libertad desde las importaciones, ya que es el producto al cual se busca sustituir en la alimentación de los pollos y que además son productos que ofrecen los mismos beneficios tal y como lo afirma [15].

La demanda histórica de harina de soya en la Libertad ha sido creciente, teniendo al 2018 como el año de mayor demanda, de modo que, para llevar a cabo el cálculo de la demanda pronosticada se empleó el método de regresión lineal, ya que, considerando lo explicado por [24], se evaluó el patrón de tendencia y el porcentaje de relación que tenían las variables, en donde se obtuvo que este siguió una tendencia lineal ascendente y que el coeficiente de determinación (R^2) es de 0,8507, lo que demuestra que la hipótesis fue correcta debido a que el coeficiente es cercano a 1 y que la aplicación del método de regresión lineal es congruente para realizar el pronóstico de la demanda en los próximos 8 años, obteniendo así al 2028 como el año de mayor demanda (Ver Anexo 3).

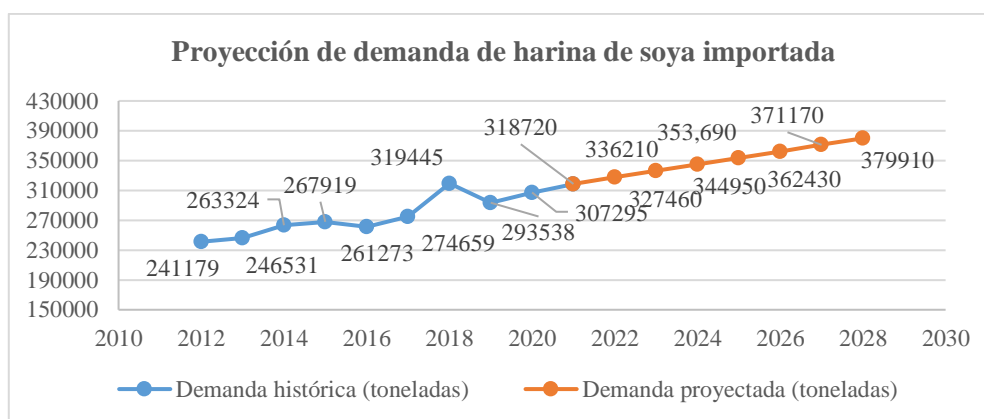


Figura 1. Proyección de demanda de harina de soya importada.

Fuente: Elaboración propia. En base a [33] - [34]

Por otro lado, referente a las características actuales de la oferta, en cuanto a la oferta existente, en el Perú no hay registro sobre la producción de harina de soya, por lo cual, es lógico pensar que tampoco hay registros de que este producto se produzca en La Libertad.

Esto se puede explicar en las grandes importaciones de harina de soya que ha realizado Perú durante el 2021, entre los meses de enero y abril de dicho año, donde importó un total de 433,053 t, por parte de las principales empresas avícolas.

En base a la demanda y oferta analizada y proyectada, se hace notorio una demanda insatisfecha, la cual se debe a las grandes importaciones de harina de soya. Es por ello que, para la investigación, se estableció que la demanda insatisfecha proyectada de los próximos años será la demanda proyectada de los próximos 8 años.

En la demanda de proyecto se consideró lo expuesto por [26], quien sostiene que cuando hay presencia de algunos competidores pequeños con productos diferentes, se debe cubrir el 10% de la demanda insatisfecha, no obstante, se decidió que no se cubrirá el 10% pues se tiene como limitante a la materia prima (plumas de pollo) con la que dispone la empresa. Es por ello que a las plumas se le hizo una proyección futura del 2022-2028, utilizando el método de regresión lineal pues presenta una tendencia lineal ascendente y grado de relación del 0,9418 [24]. En base a las plumas disponibles y según lo afirmado por [9], se analizó que por cada tonelada de plumas se aprovecharía cerca del 50,94% de ella para la obtención de harina de plumas, sumado a ello, sabiendo que será presentado en sacos con un peso de 50 kg, se obtuvo que para el 2028 se tendría 5453 sacos de harina de plumas de pollos como demanda del proyecto (Ver anexo 4). Vale mencionar que para la proyección de la oferta de plumas de pollo sólo se tomó en cuenta lo que se tenía como data histórica, puesto que la empresa menciona que no tiene planeado una proyección de crecimiento en los próximos años pues buscan que su crecimiento sea más orgánico y no quieren cometer riesgos debido a la alta competencia.

En cuanto al precio, se consideró el de la harina de soya, ya que el de la harina de plumas no se encuentra un registro histórico en el mercado actual. Según MIDAGRI Y TRADEMAP [35], durante los últimos 15 años, del 2007 – 2021, el precio de la harina de soya siguió un patrón estacionario, por lo que se utilizó el método de suavización exponencial para la proyección del precio, se halló el alfa considerando lo explicado por [36], obteniendo así un alfa con valor de 0,036. Dicha constante se empleará para realizar los pronósticos, tomando en cuenta lo dicho por [37]. En base a ello, se procede a realizar el pronóstico de los precios, obteniendo que para el 2022 el precio sería de \$ 660,15 por tonelada. No obstante, lo que se requiere es tener también los pronósticos de los siguientes años hasta el 2028, para ello se tomó en consideración lo explicado por [38], el cual asume que los datos son estacionarios, lo que guarda relación con la definición de un patrón estacional [39], llegando a la conclusión que los pronósticos de los precios para los siguientes años serán de \$ 660,15 por tonelada (Ver Anexo 5). Además, se obtuvo un Porcentaje de Error Medio Absoluto del 23,96 % el cual ser menor al 25%, lo que hace que el pronóstico se considera aceptable (Anexo 15).

En la tabla 1 se muestra el plan de ventas en base a la demanda del proyecto y el precio de la harina de plumas del 2024 – 2028.

Tabla 1. Plan de ventas proyectada de la harina de plumas, 2024 – 2028.

Año	Demanda del proyecto (t)	Precio (USD/t)	Importe (USD)
2024	221,481	660,15	146 210,68
2025	234,282	660,15	154 661,26
2026	247,083	660,15	163 111,84
2027	259,883	660,15	171 561,76
2028	272684	660,15	180 012,34

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la comercialización del producto, este será mediante canales directo, desde la planta de harina de plumas hasta las empresas avícolas.

Para poder posicionar el producto en el mercado, como estrategia se plantea establecer un precio menor al que ofrece la competencia, ya que el producto a desarrollar se encuentra frente a un fuerte producto sustituto. Cabe recalcar, que la calidad del producto a desarrollar no se verá afectada por el precio menor, pues el principal objetivo es tener aceptación del mercado y posteriormente la fidelización con los clientes.

Viabilidad técnica - tecnológica de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo

En el estudio de macro localización sólo se tomó en cuenta al departamento de Lambayeque, ya que uno de los fines de la correcta ubicación de la planta es tener acceso a los materiales, entre ellos la materia prima, por ende, la empresa avícola al ubicarse en dicho departamento conllevó a esa decisión. En este estudio se evaluó aspectos geográficos, aspectos socioeconómicos y culturales, sueldos y salarios, educación, salud pública, infraestructura y aspectos institucionales (Ver anexo 6).

Por otro lado, para el estudio de micro localización sólo se consideró aquellos distritos de la región de Lambayeque que cuenten con alguna zona industrial y también tengan una granja avícola en su territorio, con la finalidad de disponer de materia prima en caso se requiera más adelante. Los distritos evaluados fueron: Pimentel, José Leonardo Ortiz, Eten, La Victoria y Reque. Para la evaluación, se tuvo en consideración los siguientes factores: Disponibilidad de mano de obra, se analizó la PEA desocupada de los distritos, considerando solo aquellos que cuentan con un nivel universitario completo, no universitario completo o maestría/doctorado; disponibilidad de agua potable, se analizó cuál distrito tiene un mejor acceso a agua potable; disponibilidad de energía eléctrica, evaluando cuál distrito tiene un mejor acceso a luz eléctrica; cercanía de materia prima, la ubicación no debe estar lejos de la empresa avícola; disponibilidad de terreno; disponibilidad de acceso a vías; y lejanía de la zona urbana, es indispensable que el terreno disponible se encuentre lejos de la zona urbana, ya que

considerando lo dicho por [40] se recomienda que todo tipo de emisión de humos y olor de una planta industrial debe estar alejada de la zona urbana en un radio de 30 m. Con ayuda de una matriz de ponderación se decidió que el distrito de José Leonardo Ortiz sería el más idóneo, pues obtuvo 4,03 puntos, destacando principalmente por su disponibilidad de mano de obra, disponibilidad de energía eléctrica, cercanía de materia prima y disponibilidad de terreno el cual está ubicado a menos de 1 km del lugar de faenamiento lo haría más rápido el transporte de las plumas (Ver anexo 7).

Antes de explicar el proceso productivo de la harina a base de plumas de pollo, se identificó que el proceso de hidrólisis es el proceso que más influencia tiene sobre las especificaciones técnicas del producto, por lo cual se evaluaron los 3 tipos de hidrólisis que existe y que se le aplican a este producto, las cuales son: Hidrólisis ácida, hidrólisis enzimática e hidrólisis por fermentación sumergida, de manera que para la elección del tipo de hidrólisis se tomaron en cuenta algunos factores, donde se evaluaron las siguientes características: En la disponibilidad de tecnología, si se cuentan con la maquinaria adecuada para llevar a cabo el proceso; en el porcentaje de proteína, el producto debe salir con un porcentaje de proteínas mayor al 80 %; en el porcentaje de humedad, la humedad del producto debe ser máximo al 10 %; en el porcentaje de ceniza, el porcentaje de ceniza del producto debe ser máximo del 3 %; y en el porcentaje de proteína digestible, el producto debe tener un mínimo de 55 % de proteína digestible. Con ayuda de una matriz de ponderación se determinó que la más adecuada sería la hidrólisis ácida al obtener una puntuación de 4,33, destacando principalmente en la disponibilidad de tecnología que fue uno de los factores con mayor ponderación (Ver anexo 8).

También, fue necesario establecer el sistema de producción que tendrá la planta, para ello se tomó en cuenta que las plumas de pollo serán recibidas diariamente desde la planta de faenamiento para ser procesada lo más rápido posible y evitar su deterioro y que éstas pierdan sus propiedades organolépticas, tal y como dice [9]. De igual manera, se tomó la demanda del producto en los próximos 5 años. Teniendo en cuenta ambos aspectos, en base a Buffa [41] se decidió que el sistema de producción que seguirá la planta será una producción continua, puesto que guarda relación con las características de este tipo de producción.

Considerando todo ello, para el proceso productivo de la harina de plumas se detalló en base a [10], [9], [42], [43] y [44].

Recepción: Las plumas llegan en barriles desde la planta de faenamiento al área de recepción. Cabe mencionar que las plumas entran con una humedad del 45 %. las plumas,

deben ser manipuladas de inmediato y con cuidado para que sus propiedades organolépticas no disminuyan o se vean afectada, y también para evitar la presencia de bacterias.

Pesado: Se realiza el pesaje de los barriles, para ello se contará con una balanza mecánica de plataforma, la cual deberá tener un alcance mínimo 400 kg. Para manejar los barriles se hará uso de una carretilla elevadora eléctrica.

Lavado: Se realiza un lavado a las mismas con la finalidad de eliminar cualquier rastro de sangre entre otros desechos, los cuales pueden influir en la composición final del producto. Para realizar este proceso se empleará una máquina de lavado en el cual solo se utilizará agua. El lavado durara un promedio de 30 min y las plumas saldrán con una humedad del 65 %. Aproximadamente un 1 % del total de plumas que ingresaron se irán con el agua, esta agua residual contiene apenas un 5 % de sólidos, la cual será almacenada en tanque de almacenamiento.

Prensado: En este proceso se extrae el exceso de agua que las plumas puedan contener. Este proceso será realizado con ayuda de una máquina prensadora de plumas. Al finalizar el prensado, las plumas saldrán con una humedad de 45 %.

Hidrólisis: Este proceso se divide en dos etapas: en la primera etapa, las plumas ingresaran a un digestor al igual que el ácido sulfúrico concentrado, el cual se recomienda agregar en una relación de 3 g/l. Además, por cada kg de pluma se deben adicionar 0,18 l de agua; y en la segunda etapa se realiza el proceso de neutralización haciendo uso de una base fuerte como lo es el hidróxido de sodio, esto se hace a manera de sugerencia y preventiva con la finalidad de parar la acción solución ácida para no degradar al exceso los componentes proteicos. El proceso de hidrólisis se llevará a cabo en un tiempo de 90 minutos, con una presión de 3,9 atmosferas y a una temperatura de 251 °C. Al finalizar la hidrólisis, las plumas hidrolizadas saldrán con un 20 % de humedad y se esperará 15 min para llevar a cabo la descarga de las plumas hidrolizadas.

Secado: Las plumas hidrolizadas pasan a un secador de tambor rotatorio. En este proceso ingresa una corriente de aire caliente con una temperatura de entre los 80°C y 120°C con la finalidad de que la humedad presente en las plumas hidrolizadas se evapore. Al término del proceso, el producto sale con una humedad del 6,8 %.

Molienda: Las plumas hidrolizadas secadas ingresan a un molino de martillo donde serán pulverizadas. En este proceso no hay perdidas peso en el material.

Tamizado: Mediante el tamizado lo que se busca es que el producto tenga la granulometría exigida por el mercado, la cual es menor a las 400 micras. Lo ideal es que todo el producto que pase a través del tamiz, sin embargo, esto dependerá exclusivamente de la molienda. En

caso de que haya producto retenido en el tamiz dicho producto es ingresado a la molienda nuevamente.

Envasado: La harina de plumas es colocada en sacos de polipropileno de 50 kg, los cuales posteriormente son almacenados. Para en el ensacado de la harina se empleará una máquina cosedora de sacos.

En la figura 2 se muestra el diagrama de operaciones.

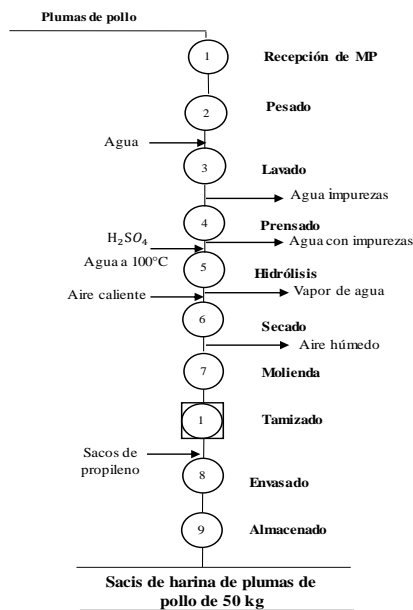


Figura 2. Diagrama de Operaciones del proceso productivo de harina de plumas.

Fuente: Elaboración propia. En base a [9] y [10].

Hecho el proceso productivo, se realizó el plan de producción considerando la presentación en la que sería vendido el producto y la proyección para los próximos 5 años. Por otro lado, se decidió como política de inventarios un stock de dos meses, la cual se producirá en cantidades iguales en los primeros dos meses para poder abastecer las ventas que se tiene planeado realizar en el tercer mes.

Tabla 2. Plan de producción de la harina de plumas (unidad de venta) para los próximos 5 años

PERIODOS	INV. INICIAL	PRODUCCIÓN	INV. TOTAL	VENTAS	INV. FINAL
1 MES	0	738	738	369	369
2 MES	369	738	1107	369	738
3 MES	738	369	1107	369	738
PRIMER TRIMESTRE	0	1845		1107	
2DO TRIMESTRE	738	1107	1845	1107	738
3ER TRIMESTRE	738	1107	1845	1107	738
4TO TRIMESTRE	738	1107	1845	1107	738
1 AÑO	0	5166		4428	
2 AÑO	738	4 685,00	5 423,00	4 685,00	738,00
3 AÑO	738,00	4 941,00	5 679,00	4 941,00	738,00
4 AÑO	738,00	5 197,00	5 935,00	5 197,00	738,00
5 AÑO	738,00	5 453,00	6 191,00	5 453,00	738,00
Inventario (2 meses)			738,17		

Fuente: Elaboración propia

Después se calcularon los índices de consumo por unidad y se determinó que por cada saco de 50 kg de harina de plumas se requiere lo siguiente: 98,16 kg de plumas, 0,03 kg de ácido sulfúrico y un saco con capacidad de 50 kg. En la tabla 3 se muestra el requerimiento de materiales directos e indirectos.

Tabla 3. Requerimiento de materiales para el plan de producción

Periodo	Insumos		
	Materiales directos		Materiales indirectos
	Plumas (kg)	Ácido sulfúrico (kg)	Saco de polipropileno de 50 kg (unidad)
1 MES	72 441,72	19,62	738
2 MES	72 441,72	19,62	738
3 MES	36 220,86	9,81	369
1 trim.	181 104,29	49,04	1845
2 trim.	108 662,58	29,42	1107
3 trim.	108 662,58	29,42	1107
4 trim.	108 662,58	29,42	1107
1 año	507 092,02	137,31	5166
2 año	459 877,30	124,53	4685
3 año	485 006,13	131,33	4941
4 año	510 134,97	138,14	5197
5 año	535 263,80	144,94	5453

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra el balance de materia, donde los datos fueron obtenidos en base a los sacos de propileno requeridos (5 453sacos) en el quinto año del plan de producción, y considerando que para empezar un balance de materia y sacar las cantidades requeridas en cada etapa, este se puede iniciar desde la etapa final hasta la etapa inicial. Por lo tanto, para dar con la cantidad final, en la etapa de almacenado, se convirtió los 5 453sacos del quinto año a kilogramos, luego se dividió los kg entre los 12 meses del año, para después ser dividido entre los días laborables (20 días) del mes y finalmente dividirlo entre las 8 horas laborables del día, dando como resultado que se debe producir 142,01 kg/h.

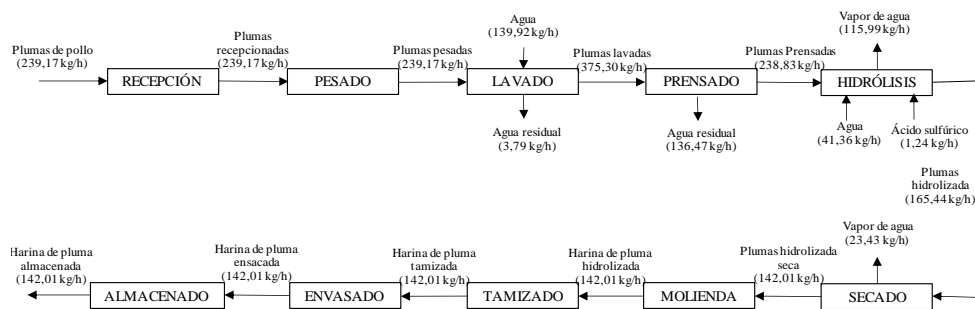


Figura 3. Balance de materia para la harina de plumas de pollo.

Fuente: Elaboración propia. En base a [10], [9], [42], [43] y [44].

Así mismo, es importante también prever que se pueda contar con aquellos insumos que se consideran críticos, los cuales vendrían a ser, el agua y la energía eléctrica, para llevar a cabo el lavado de las plumas y el proceso de estas, respectivamente. También, se tendrá como insumo crítico a los sacos de propileno y el ácido sulfúrico. Para el caso del agua y la energía eléctrica se dispone de los servicios de EPSEL S. A. y ELECTRONORTE S. A., mientras que, para los sacos de propileno y el ácido sulfúrico, en la provincia de Chiclayo se dispone de varias empresas que se dedican a la producción de este producto, siendo la más grande PROCOMSAC, y, en el caso, del ácido sulfúrico será pedido a empresa limeñas, siendo la más importante Productos químicos Perú.

La empresa laborará 8 horas diarias, 20 días al mes, y los 12 meses del año, obteniendo como resultado que te trabajará 240 días en dicho año. La capacidad teórica se calculó teniendo en cuenta el año pronosticado con mayor demanda (5453 sacos de 50 kg). Por otro lado, para la capacidad proyectada se tomará como margen de holgura la desviación estándar que se obtuvo del pronóstico de la disponibilidad de materia prima, el cual es un total de 11,04 t de plumas, de las cuales se obtendrán 5,82 t de harina de plumas, los que equivale a 116 sacos/año como desviación estándar de la demanda del proyecto. En cuanto a la capacidad real esta fue dada por el primer año de proyección que es de 4173 sacos, el cual al

hacer una comparación con la capacidad proyectada y teniendo en cuenta la desviación, estándar, se obtiene un porcentaje de utilización de la planta durante el primer año de 74,93%.

En lo que respecta a la productividad del proceso, este cálculo se realizó en base a la relación entre la cantidad de materia prima utilizada (239,17 kg/h) y la cantidad de producto obtenido (142,01 kg/h), dando como resultado 59,37 %.

Para llevar a cabo el proceso productivo se hizo una búsqueda y selección de maquinaria, la cual fue hecha en base al balance de materia y lo que se planea procesar por hora. Se consideraron los siguientes criterios: Dimensiones, consumo energético, capacidad, país de procedencia, garantía, precio y material. De todos los criterios se tomarán como importantes a 5 criterios: Marca, Capacidad, material, precio y garantía. Respecto a los criterios de evaluación seleccionados se evaluaron los siguientes aspectos: Marca, proveedor verificado y confiable; Capacidad. la máquina sea capaz de llevar sin problemas la producción que se llevará a cabo por hora, no obstante, en caso la máquina exceda la capacidad requerida se tomó como margen de holgura +100 kg/h; material, el material de la máquina debe ser de acero inoxidable; precio, el costo de la máquina debe encontrarse en una órbita razonable; y garantía, debe ser mínima de 1 año. Para la selección de la maquinaria más idónea se hizo una matriz de ponderación, y luego se le dio una puntuación a cada máquina por cada factor.

Empleando una matriz de ponderación se realizó dicha selección (Ver Anexo 9).

Tabla 4. Maquinaria seleccionada para la producción de harina de plumas

Maquinaria	Cantidad	Marca	Cap. de la maquinaria (kg/h)	Cap. Requerida (kg/h)	Potencia (kW)	Precio (\$)	Medidas [l*a*h] (m)	Material	Garantía (Años)
Máquina industrial de limpieza de plumas	1	XIXIN	400	379,09	8,00	1150	4.2*2.05*2.45	Acero inox.	1
Máquina de prensado de plumas Batch	1	RUNSHI	500	375,30	3,00	1500	1,8*0,6* 0,7	Acero inox.	1
coocker de alta presión	1	Sensitar	500	281,43	8,00	5000	3,2*1.6* 2,07	Acero inox.	1
Secador de tambor rotativo industrial	1	DUJIANG	200	165,44	3,00	1100	3*1*1,45	Acero inox.	3
Máquina de molienda de plumas	1	HX	200	142,01	3,00	1100	0,6*0,48*0,85	Acero inox.	1
Tamiz de pantalla vibratoria	1	DZJX	200	142,01	0,75	1100	0,4*0,4* 0,4	Acero inox.	1

Fuente: Elaboración propia. En base Alibaba

De igual manera se seleccionaron algunos equipos considerando los mismos factores, dichos equipos fueron: Plataforma electrónica de escala (Área de recepción e insumos), máquina de coser portátil (Área de envasado), carretilla elevadora eléctrica (Área de recepción e insumos y área de producto terminado) y tanque de 1200 l (Área de agua residual) (Ver anexo 10).

Para poder cumplir con la producción se ha considerado 8 operarios para el turno, los cuales serán asignados a cada operación de la siguiente forma: 1 operarios en la etapa de recepción y pesado, 1 operario en el lavado, 1 operario en la etapa de prensado, 1 operario en la hidrólisis, 1 operario en el secado, 1 operario en la molienda, 1 operario en el tamizado, y, un operario encargado de ensacar y situar los sacos de 50 kg de harina de plumas en el área de almacén.

En lo que concierne al control de calidad, es fundamental tener un control sobre el proceso productivo con la finalidad de cumplir los requerimientos de inocuidad y brindar un producto de calidad al mercado. Primero, considerando que, en el proceso productivo, en algunas etapas habrá un manejo casi manual del producto, se deberá preservar la inocuidad de este, por lo tanto, será necesario: Primero, realizar una evaluación de aquellos posibles peligros que puedan influir en la inocuidad; segundo, establecer medidas de control para reducir o eliminar aquellos peligros; tercero, realizar seguimiento de la efectividad de las medidas de control; cuarto, involucrar al personal capacitándolo en buenas prácticas de higiene y haciéndoles entender que la importancia de la inocuidad del producto. Por otro lado, tomando en cuenta que en la hidrólisis de las plumas se empleará como aditivo el ácido sulfúrico, se debe garantizar el uso adecuado cumpliendo la normativa que se encuentra vigente en el país. Dicha norma vigente es el DS N°348-2015 EF hecho por Ministerio del Interior, Ministerio de la Producción Y Ministerio de Economía y Finanzas [45]. Así mismo, en la misma etapa de hidrólisis es importante tener un control sobre ciertas variables que pueden afectar la calidad del producto, las cuales son la temperatura, presión, tiempo y pH. La última variable es determinante pues se debe garantizar no degradar al exceso los componentes proteicos [44].

Conociendo el proceso, la maquinaria y el equipo necesario, se realizó el diseño de la planta empleando el método Guerchet y siguiendo la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Área de producción: Se realizó el cálculo considerando las máquinas, operarios y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de la harina de plumas. Se obtuvo que el área de producción tendrá un total de 74,05 m² (Ver anexo 11).

Área de recepción e insumos: Para el cálculo de esta área se tomó en cuenta la balanza, las parihuelas, así como también la carretilla de elevador eléctrica que se va a movilizar a través del área, y los operarios. Se obtuvo un área de 37,48 m².

Área de producto terminado: En esta área se calculó el número de parihuela necesarias para almacenar y apilar 738 sacos, entre producción e inventario; obteniendo que se requerirán 22 parihuelas. Cada pallet podrá tener 34 sacos apilados, llegando a alcanzar una altura de 3,55 m. Se obtuvo un área de 202,91 m².

Área de mantenimiento: En esta área se consideraron el espacio que necesitarán las personas que laborarán dentro de ella y los muebles necesarios. Se obtuvo un área de 13,78 m².

Área de control de calidad: Considerando el moblaje que se empleará y las personas que laborarán dentro de dicha área, se obtuvo un área de 21,09 m².

Oficinas administrativas: Tomando en cuenta que en esta área estarán el gerente general y el supervisor de recursos humanos, así como también el moblaje, se obtuvo un área de 12,82 m².

Área de logística, ventas y marketing: En este espacio situaremos al supervisor de logística, jefe de marketing y jefe de ventas. Se obtuvo un área de 19,23 m².

Área de finanzas: En este espacio ubicaremos al jefe de finanzas y su asistente contable, así como también su respectivo moblaje. Se obtuvo un área de 12,82 m².

Área de servicios higiénicos: Para el área de SS. HH. se debe tener presente el artículo 21 de la norma A.060 del Reglamento Nacional de edificaciones, por ello, teniendo en cuenta que se tendrá un total de 21 trabajadores más 1 personal de vigilancia, se requerirá que para el baño de hombres haya: 2 lavatorios, 2 urinarios y 2 inodoros, mientras que para las mujeres: 2 lavatorios y 2 inodoros. Se obtuvo un área para los SS. HH. de hombres habrá un área de 10,59 m²; y para el de mujeres 9,67 m².

Área de vestidores: En base al artículo 22 de la norma A.060 del Reglamento Nacional de edificaciones, el cual dice que en una edificación industrial debe haber 1 ducha por cada 10 trabajadores por turno, se obtuvo un área de 16,27 m².

Área de vigilancia: Área destinada para el personal de vigilancia. Se obtuvo un área de 6,41 m².

Área de agua residual: En esta área se almacenará el agua residual generada por el proceso productivo. En base al tanque de almacenamiento, el camión que ingresará al área y el operario (operario del área de producto terminado) se obtuvo un área de 40,63 m².

En resumen, la planta tendrá un área de 477,25 m². Los cálculos para todas las áreas y el plano fueron realizados empleando el método SLP, tomando en cuenta valores de proximidad y razones de proximidad, el resultado se muestra en el anexo 12. Cabe mencionar que el área de agua residual se encuentra cerca del área de producción por un tema de necesidad, ya que lo se requiere es que el transporte del agua se haga en un recorrido corto para evitar cualquier derrame que puede generar algún foco infeccioso dentro de la planta, así mismo es importante recalcar que si se llegase a producir algún derrame dentro del área del agua residual de cuenta con un procedimiento de emergencia en caso de derrame cumpliendo así con la ley 29783 y las normas de la Organización mundial de la salud.

Como parte final del segundo objetivo, en cuanto a la estructura organización de la empresa, esta estará integrada por los siguientes puestos de trabajo:

Gerente General: Responsable de dirigir y controlar las operaciones de la empresa y encaminarla hacia el logro de las metas establecidas en la misión y visión.

Jefe de finanzas: Responsable de realizar un seguimiento de las actividades de pago y remuneración con el banco, así como de mantener un registro regular del efectivo de la empresa.

Asistente contable: Encargado de llevar a cabo todos registros contables de la empresa, así como revisar y comparar toda la lista de pagos a los trabajadores y proveedores del gerente de producción. Es el responsable de implementar el plan principal de producción y supervisar los parámetros respectivos.

Supervisor de RR. HH.: Encargado de la contratación y selección de empleados, así como de la incorporación, capacitación y desarrollo de los miembros.

Jefe de mantenimiento: Le dará un seguimiento de las actividades de mantenimiento de las máquinas o equipos, así como de mantener un registro de dicho mantenimiento.

Operario de mantenimiento: Responsable de realizar el mantenimiento a las máquinas o equipos.

Operarios de producción: Encargado del manejo de las máquinas, materia prima y productos terminados según los procesos asignados y normas especificadas por calidad.

Jefe de control de calidad: Controlará la calidad de la materia prima y del producto final para corroborar con los estándares de calidad.

Asistente de control de calidad: Analiza y toma muestras de materias primas y del producto terminado, y de conservar los documentos pertinentes con respecto a la calidad.

Supervisor logístico: Ordena suministros y materias primas para la producción, además de realizar las ordenes de despacho.

Jefe de ventas: organizar el intercambio de bienes con el cliente, así como de identificar oportunidades de mercado y amenazas de competidores potenciales.

Jefe de marketing: Desarrolla las estrategias publicitarias necesarias que permitan que el producto ingrese a nuevos mercados para aumentar las ventas. Además de planificar diversas campañas promocionales.

Viabilidad económica - financiera de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo

Se realizó el análisis de la inversión intangible, para la cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

Terreno: La planta estará ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, donde el metro cuadrado tiene un costo de \$ 45. Para la planta se necesitará un total 477,25 m².

Construcciones: El costo de las construcciones se calculó en base al costo de los muros y columnas, techos, pisos, baños, revestimientos, y, puertas y ventanas. Se obtuvo un costo de \$ 49 297,31. Los costos se sacaron de la resolución ministerial N° 425-2022-VIVIENDA [46]

Infraestructura industrial: El costo de la infraestructura industrial se calculó en base al costo de la pared perimetral, techo industrial y un portón. De ello se obtuvo un costo de \$60 362,84.

Los costos de la maquina y equipos de producción, equipos de oficina y de instalaciones eléctricas y sanitaria, se encuentran detallados en el anexo 13. Según [47] la mayoría de las empresas que son verificadas en Alibaba ofrecen el servicio de la instalación de la maquinaria comprada, la cual muchas veces viene incluida en el precio de la maquinaria.

En resumen, el total de la inversión tangible da un total de \$ 169 883,82.

En los que respecta a la inversión intangible se incurrirán en los siguientes gastos: licencia municipal (\$ 21,71), licencia para construcción (\$ 103,63), licencia de salubridad (\$ 297,5), certificado de defensa civil (\$ 47,57), inscripción en registros públicos (\$ 5,98) y planos (\$ 77,2). Considerando todo lo anteriormente mencionado supone un costo de \$ 548,59.

Respecto al costo de producción de producción el detalle se muestra en el anexo 14. En donde para los salarios y sueldos de la mano de obra directa e indirecta, respectivamente, se le sumó un 51% de los beneficios que establece el Ministerio de trabajo y promoción del empleo, el cual incluye CTS, y otros beneficios que por ley corresponder.

En los gastos administrativos se tomaron en cuenta los sueldos del gerente general y del supervisor de RR. HH., a los cuales también se le añadió un 51% con respecto a los beneficios exigidos por Ley, dando como montón un total de \$ 18 432,93 cada año. También se sumaron gastos concernientes a materiales y útiles de oficinas (\$ 100,02), consumo de luz eléctrica (\$

310,32), internet (\$ 51,60) y agua (\$ 327,86). Estos gastos en conjunto con los sueldos dan un total de \$ 19 222,73 a pagar cada año.

Para los gastos de comercialización se tomaron en cuenta los sueldos del jefe de finanzas, asistente contable, jefe de ventas y jefe de marketing a los cuales también se le añadió un 51% con respecto a los beneficios exigidos por Ley, dando como montón un total de \$ 25 351,51 cada año. También se sumaron gastos de marketing (\$ 627,39) comprendidos por gastos en promoción (\$ 411,39) e investigación de mercado (\$ 216); gastos de ventas (\$ 233,03) conformados por gastos en papelería (\$ 21,03) y movilidad (\$ 212); y gastos de distribución (\$ 537,39) conformados por gastos de transporte (\$ 321,39) y gastos en mantenimiento (\$ 216). Todo en conjunto da un total de \$ 26 749,32 a pagar cada año.

Para el financiamiento, se trabajó con la tasa de interés del BCP la cual es de 4,74%, dando como resultado la tabla 5.

Tabla 5. Gastos financieros

	Pre Operativo	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
PRESTAMO A LARGO PLAZO	\$ 95 472,95	\$ 76 378,36	\$ 57 283,77	\$ 38,189,18	\$ 19 094,59	\$ -
INTERESES		\$ 3 620,33	\$ 2 715,25	\$ 1,810,17	\$ 905,08	\$ -
AMORTIZACIONES		\$ 19 094,59	\$ 19 094,59	\$ 19,094,59	\$ 19 094,59	\$ 19 094,59
TOTAL GASTOS FINANCIEROS (Pagos)		\$ 22 714,93	\$ 21 809,84	\$ 20 904,76	\$ 19 999,67	\$ 19 094,59

Fuente: Elaboración propia

En base a los ingresos (plan de ventas), los costos de producción, gastos de comercialización y gastos administrativos se pudo calcular el capital de trabajo necesario para poder financiar el primer año de funcionamiento de la planta, donde aún no habría ninguna ganancia. Para la investigación se desagregó en 5 años de trabajo y mediante el método de déficit acumulado se obtuvo que el capital de trabajo necesario será de \$ 5 321,60. En la tabla 8 se muestra cómo se halló el capital de trabajo.

Tabla 6. Capital de trabajo

	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<i><u>INGRESOS</u></i>	\$146210,68	\$154661,26	\$163111,84	\$171561,76	\$180012,34
TOTAL INGRESOS	\$146210,68	\$154661,26	\$163111,84	\$171561,76	\$180012,34
<i><u>EGRESOS</u></i>					
Costos de Producción	\$ 72292,10	\$ 72317,30	\$ 72342,50	\$ 72367,70	\$ 72392,90
Gastos Administrativos	\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73
Gastos de Comercialización	\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32
Gastos Financieros (Intereses)	\$ 3620,33	\$ 2715,25	\$ 1810,17	\$ 905,08	\$ -
GF (Amortizaciones)	\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59
TOTAL EGRESOS	\$140979,08	\$140099,20	\$139219,31	\$138339,43	\$137459,54
SALDO (Deficit / Superavit)	\$ 5231,60	\$ 14562,07	\$ 23892,53	\$ 33222,34	\$ 42552,80
UTILIDAD ACUMULADA	\$ 5231,60	\$ 19793,67	\$ 43686,20	\$ 76908,54	\$119461,34

Fuente: Elaboración propia

En base a todos los cálculos hechos hasta ahora, se hizo el cronograma de inversión, en donde se identificó que el 33 % de la inversión lo asume el promotor del proyecto, el 15% el socio estratégico y el 52 % se dará mediante un financiamiento. La inversión total será \$184 447,21 (Tabla 7).

Tabla 7. Inversión

Descripción	Inversión \$	Total	Promotor del Proyecto \$	Socio Estratégico \$	Financiamiento \$
CAPITAL DE TRABAJO	\$	5231,60		\$	5231,60
<i>Inversión Tangible</i>					
Terrenos	\$	21476,25	\$ 21476,25		
Construcciones	\$	49297,31			\$ 49297,31
Infraestructura industrial	\$	60362,84	\$ 30181,42	\$ 15090,71	\$ 15090,71
Instalación eléctrica y sanitaria	\$	19586,34			\$ 19586,34
Maquinaria	\$	10950,00			\$ 10950,00
Equipo de Producción	\$	4126,49		\$ 4126,49	
Equipos de Oficina	\$	4084,59		\$ 4084,59	
Total Inversión Tangible	\$	169883,82	\$ 51657,67	\$ 23301,79	\$ 94924,36
<i>Inversión Intangible</i>					
Gastos Pre operativos	\$	548,59			\$ 548,59
Total Inversión Intangible	\$	548,59	\$ -	\$ -	\$ 548,59
Imprevistos 5%	\$	8783,20	\$ 8783,20		
INVERSIÓN TOTAL	\$	184447,21	\$ 60440,87	\$ 28533,39	\$ 95472,95
Porcentaje		100%	33%	15%	52%

Fuente: Elaboración propia

Se calculó el punto de equilibrio económico del proyecto con la finalidad de determinar el momento en el que se comenzará a obtener utilidades y por ende recuperar la inversión, siendo para el primer año 205,81 t y para el último año 164,86 t.

Para la evaluación económica financiera se realizó en base al flujo de caja, mediante el análisis del TMAR (Tasa mínima aceptada de rendimiento), el VAN (Valor actual neto), el B/C (Costo/beneficio) y el TIR (Tasa interna de retorno). Se obtuvo un TMAR de 9,59 %, un VAN de \$ 2 925,85, TIR de 10, 67% y un costo beneficio de \$ 1,18.

Tabla 8. Flujo de caja

	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<u>Inversión</u>						
Capital Social	\$ 88974,26					
Prestamos a CP y LP	\$ 95472,95					
Total Inversión	\$ 184447,21					
<u>INGRESOS</u>						
Cuentas por Cobrar (Ventas a crédito)		\$ 53610,58	\$ 61582,82	\$ 64963,05	\$ 68343,04	\$ 71723,25
Ventas al Contado		\$ 87726,41	\$ 92796,76	\$ 97867,11	\$ 102937,06	\$ 108007,41
TOTAL INGRESOS		\$ 141336,99	\$ 154379,58	\$ 162830,16	\$ 171280,10	\$ 179730,66
<u>EGRESOS</u>						
Costos de Producción		\$ 72292,10	\$ 72317,30	\$ 72342,50	\$ 72367,70	\$ 72392,90
Gastos administrativos		\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73	\$ 19222,73
Gastos de comercialización		\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32	\$ 26749,32
Amortización de préstamos		\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59	\$ 19094,59
TOTAL EGRESOS		\$ 137358,74	\$ 137383,94	\$ 137409,14	\$ 137434,34	\$ 137459,54
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		\$ 3978,25	\$ 16995,63	\$ 25421,01	\$ 33845,76	\$ 42271,12
Impuesto a la Renta (30%)					\$ 10153,73	\$ 12681,33
SALDO (después de impuestos)		\$ 3978,25	\$ 16995,63	\$ 25421,01	\$ 23692,03	\$ 29589,78
Depreciación		\$ 5130,58	\$ 5130,58	\$ 5130,58	\$ 5130,58	\$ 5130,58
SALDO FINAL (Déficit / Superavit)	\$ -88974,26	\$ 9108,82	\$ 22126,21	\$ 30551,59	\$ 28822,61	\$ 34720,36
UTILIDAD						
ACUMULADA	\$ 88974,26	\$ 79865,44	\$ 57739,23	\$ 27187,64	\$ 1634,97	\$ 36355,32

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 8, para el quinto año ya se comenzaría a obtener un beneficio económico el cual es de \$ 36 355,32 lo cual al comparar con la utilidad neta actual (\$ 617,77 al año) que percibe la empresa por la venta de las plumas nos da el siguiente incremento de la utilidad (I.U.):

$$I.U. = \left(\frac{\$36\,355,32 - \$617,77}{\$617,77} \right) = 57,84 \text{ veces}$$

El incremento de la utilidad (57,84 veces de la que se percibe actualmente) demuestra el beneficio que se podría obtener si se llevara cabo esta propuesta, ya que como se logra observar el hecho de que la empresa aproveche su residuo en vez de venderlo a un tercero resultaría mucho mejor.

Así mismo, cabe mencionar que debido a que se trabajó con data de la harina de soja para el pronóstico del precio de la harina de plumas se realizó un análisis de sensibilidad a dicha

variable, dado que la harina de soja al ser un commodity su precio lo establece el mercado global, por lo que resulta importante saber qué tanto podría afectar a la viabilidad económica financiera en caso el precio disminuya.

Para el análisis se trabajó con los siguientes supuestos: ¿Qué pasaría si el precio disminuye en 1%, 2% y 3%?, obteniendo los resultados mostrados en el anexo 14, evidenciando que si el precio disminuye inclusive en 1% el proyecto no podría llegar a ser viable económicamente, sin embargo, si se quiere contrarrestar ello lo que se podría trabajar como medida preventiva sería abarcar un porcentaje mayor de la demanda insatisfecha de la que actualmente se abarca (0,064%), puesto que se tiene la posibilidad de abarcar hasta el 10% de la demanda insatisfecha en base a lo mencionado por Quintero, Flórez y Castillo [26].

De igual manera, se realizó un análisis de sensibilidad poniéndonos en el caso de que los materiales indirectos de fabricación aumentasen un 1%, 2% y 3%, esto debido a que el costo es mayor al de los materiales directos, por lo cual se realizó una evaluación de ello obteniendo los resultados del anexo 14. En base a obtenido se logra observar que el TIR de los 3 supuestos son menor al TMAR, por lo que el proyecto no sería viable económicamente, no obstante, si se desea contrarrestar ello lo que se podría hacer es no tener un solo proveedor si no tener un maleta de proveedores para no depender de un único tercero.

Por último, en cuanto a la sostenibilidad ambiental del proyecto si bien lo que se busca es aprovechar el residuo ocasionado por la faena de pollo conllevando a que no se genera un impacto al ambiente, durante la operatividad de la planta, se debe prever acciones, estrategias y programas en pro de una sostenibilidad ambiental para mitigar la contaminación del aire, suelo y agua, pues durante el proceso productivo se puede genera gases de mal olor. Un ejemplo de ello es el de Guillen [48] en donde en su investigación, logró identificar que una empresa productora de harina de plumas en Ancash, producto de sus actividades, venía generando un impacto en el ecosistema mediante su emisión de malos olores y gases. Esta empresa emitía un promedio de dióxido de azufre de $34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual excedía lo instaurado en el D.S 003-2008 [49] por el MINAN, que establece un valor $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un promedio de 24 horas, y que si se llega a sobrepasar ese límite puede atentar contra la salud de aquellas poblaciones cercanas y colaboradores de la empresa.

En vista de ello, para evitar que la planta, que se está proponiendo en la presente investigación, pase por lo mismo y tomando en cuenta lo investigado por Guillen [48] y Ardila [50] se contará con sistemas de filtración en los puntos de generación de gases para capturar y mitigar en caso de produzca un impacto por los gases emitidos, empleando así los filtros CamCarb Cm, los cuales son cartuchos cilíndricos de metal, de uso industrial, que en

su interior contiene carbón activado, siendo este el encargado de la mitigación eficiente del dióxido de azufre- Cabe mencionar que estos cartuchos presentan una ventaja pues son adaptables al hidrolizador que se piensa emplear en el proceso.

También, se tendrá en consideración ciertas legislaciones ambientales como el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire [51] y la Ley general del ambiente [52]. Por otro lado, durante el procesamiento de las plumas se generarán aguas residuales, a las cuales se les deberá hacer ciertos análisis con la finalidad de poder caracterizarlas y realizar una comparación con los límites máximos permisibles (LMP). Esto se debe a que estas aguas podrían contener gran variedad de contaminantes los cuales al verterlas pueden afectar negativamente la calidad del agua de los ríos, lagos, acuíferos y mares, poniendo en riesgo la vida acuática y la salud humana, de igual manera, puede afectar la calidad y la fertilidad del suelo. Para ello se tomó como referencia la caracterización realizada por [53], pues se manejan las mismas variables y pertenecen al mismo sector, de igual manera, se consideró los LMP dados en el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE [54].

En la tabla 11 se observa los LMP que establece el decreto supremo y los datos obtenidos por [53].

Tabla 9. Comparación de los LMP de la norma vigente y el agua residual

Parámetros	Agua residual	LMP
Aceites y grasas (mg/l)	35,7	20,0
Sólidos suspendidos (mg/l)	42,8	10.0
pH	9,5	Entre 6 - 8
Demanda bioquímica de oxígeno [DBO ₅] (mg/l)	83	≤ 60

Fuente: Elaboración propia. En base a [53]

Para reducir estos parámetros en caso se presente en el proceso productivo, se puede tercerizar el tratamiento del agua residual a una empresa para eliminar o reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente.

Discusiones:

Para calcular la participación de mercado se analizó el estudio de Quintero, Flórez y Castillo [26], quienes señalan que, si los competidores son pequeños y que además su producto es similar al del proyecto, se puede abarcar entre un 10 – 15 % de la demanda insatisfecha. También, se tomó como referencia lo obtenido por Sánchez [17] en su investigación, en donde la demanda del proyecto sería el 100 % de la demanda insatisfecha, mientras que Chacón [9] precisó que la demanda de su proyecto llegaría como máximo a

satisfacer el 1,3 % de la demanda insatisfecha. Ahora bien, en los resultados de esta investigación se estableció que la demanda del proyecto estará dada por la disponibilidad de materia prima, y con ello se determinó el porcentaje de la demanda insatisfecha que se podría abarcar con dicha disponibilidad, obteniendo que solo se podría abarcar el 0,064 % de la demanda insatisfecha, pues no podríamos abarcar el 100% de la demanda insatisfecha, ya que la disponibilidad de plumas de la empresa avícola no es suficiente. Por otro lado, los resultados de la investigación sí guardan relación con lo obtenido por Chacón [9], debido a que para obtener la demanda del proyecto este autor se basa en lo que puede producir la empresa con la materia prima que dispone, dicho criterio coincide con el que se hizo en la presente investigación.

En lo que respecta al estudio técnico – tecnológico, el definir el tipo de hidrólisis era determinante para el proceso, por ello se analizó el estudio de Chacón [9] y Reynaga [18] , quienes aplicaron una hidrólisis ácida, siendo esta la más empleada. Por otro lado, Hilacondo [8], sostiene que se debe usar enzimas para obtener una harina con alto contenido proteico. También, se analizó lo obtenido por Bertsch, Álvarez y Coello [15], quienes emplearon una cepa de bacteria denominada “*Kocuria Rosea*” aplicando una hidrólisis por fermentación sumergida, pues con este método se obtiene un porcentaje de proteína superior al de los dos tipos de hidrólisis anteriormente mencionados. Ahora bien, en los resultados de la presente investigación se determinó que la aplicación de la hidrólisis ácida sería la mejor, puesto que hay un factor determinante en la elección y ello se debe a la disponibilidad de la tecnología. Al contrastar, los resultados obtenidos con las propuestas de Hilacondo [8] y Bertsch, Álvarez y Coello [15], se logró identificar que los métodos propuestos por ellos no serían viables pues aún no existe la tecnología adecuada para llevarlos a cabo. Por otro lado, los resultados de la investigación sí guardan relación con lo obtenido por Chacón [9] y Reynaga [18], ya que ellos en sus investigaciones aplican hidrólisis ácida lo que hace que su aplicación sea viable tecnológicamente pues se dispone de la maquinaria, coincidiendo con la decisión que se tomó en la presente investigación.

En lo que respecta al análisis económico financiero, la presente investigación presenta viabilidad al igual que los proyectos realizados por Chacón [9] y Sánchez [17], quienes también obtuvieron una viabilidad económica financiera. No obstante, hay una gran varianza entre los indicadores (VAN, TIR y costo/beneficio) que se hallaron y los hallados por Chacón [9] y Sánchez [17] en sus investigaciones. Ello se debe a que los proyectos, de los autores anteriormente mencionados, disponen de una mayor cantidad materia prima.

Conclusiones

La propuesta de instalación de una planta harina de plumas de pollo para incrementar la utilidad en una empresa avícola es un proyecto viable, y ello se debe a los resultados positivos obtenidos en el aspectos comercial, tecnológico, económico, ambiental.

Mediante el estudio de mercado se obtuvo la demanda proyectada para los próximos 6 en base a la información de harina de soja pues es el producto que se pretende sustituir; en demanda insatisfecha se tomó el total de demanda proyectada; para la demanda del proyecto se cubrirá el 0,064 % de la demanda insatisfecha la cual irá aumentando año con año. En cuanto a los precios, mediante el método de suavización exponencial se halló el precio por tonelada para los próximos 7 años, el cual sería de \$ 660,15. Teniendo en cuenta, la proyección de precios y la demanda del proyecto desde el 2024 hasta el 2028 se sostiene que el producto si tiene viabilidad comercial.

Por otro lado, se determinó que el proyecto es viable técnica – tecnológicamente, ubicando a la planta en el distrito de José Leonardo Ortiz – Lambayeque debido su proximidad con la materia prima (plumas de pollo). Se definió que la hidrólisis ácida sería la más adecuada para el proceso y se estableció a la tecnología adecuada para el proceso productivo en base a lo que se piensa procesar por hora en cada etapa.

Por último, el proyecto es viable económica y financieramente pues presenta un VAN positivo, el análisis consto – beneficio es mayor a 1 y TMAR es menor que el TIR. Además, se evidencia que si se lleva a cabo el proyecto se obtendría un incremento en la utilidad neta actual que percibe la empresa, por la venta de las plumas, ya que pasaría de ganar \$ 617,77 al año a ganar \$ 36 355,32 en el quinto año, resultando un aumento de casi 58 veces más de lo que percibe actualmente. Por otro lado, si se lleva a cabo las estrategias de mitigación de impactos ambientales en el apartado de análisis ambiental, el proyecto podría llegar a ser viable pues el proceso productivo planteado cumpliría con los límites máximos permisibles dados por la normativa vigente.

Recomendaciones

Realizar una estrategia para buscar la adquisición de materia prima para una mayor participación en el mercado.

Realizar un estudio sobre cómo tratar el agua residual generada en este proceso productivo para obtener algún beneficio.

Referencias

- [1] S. Kaza, F. Van Woerden, L. Yao y P. Bhada Tata, «What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050,» International Bank for Reconstruction and Development, Washington DC, 2018.
- [2] S. Hernández Flechas y L. R. Corredor González, «Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental,» *Journal of Technology*, vol. 15, n° 1, pp. 57-76, 2016.
- [3] Foro Internacional para la Industria Ganadera, Avícola y Porcícola, «Enormix,» 29 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/MA-avicultura/noticias/2022-aumentara-produccion-carne-t28155/p0.htm>.
- [4] N. Florida Rofner, «Plumas: Implicancia ambiental y uso en la industria agropecuaria,» *Revista de investigaciones Altoandinas*, vol. 21, n° 3, pp. 225-237, 2019.
- [5] T. Tesfaye, B. Sithole y D. Ramjubernath, «Valorisation of chicken feathers: a review on recycling and recovery route—current status and future prospects,» vol. 19, p. 2363–2378, 2022.
- [6] L. V. Benito Valdivia y J. A. Cortez Torrez, «Producción de carne de pollo en Perú,» *Agro-Vet*, vol. 4, n° 1, 2020.
- [7] A. González y R. Bauza, «Valor nutritivo de plumas tratadas por dos métodos de hidrólisis para la alimentación de cerdos,» *SciELO*, vol. 14, n° 2, pp. 55-65, 2019.
- [8] F. A. Hilacondo Reyna, «Utilización de la harina de plumas en la alimentación de aves,» Lima, 2015.
- [9] A. C. Chacón Masco, «Estudio de factibilidad para optimizar la producción de harina de plumas hidrolizada de pollo en la empresa PROCINSUR S. R. L.,» Arequipa, 2016.
- [10] A. M. Alzamora Llacsahuanga, G. Mendoza Espinoza, D. A. Monteza Timaná, F. A. Pastor Valles y R. M. Rosales Quiroz, «Diseño del proceso productivo de harina a base de plumas de pollo de la empresa distribuidora Avícola El Galpón E.I.R.L,» Piura, 2018.
- [11] Portal Veterinaria, «Portal Veterinaria,» 9 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.portalveterinaria.com/articoli/actualidad/11303/la-harina-de-plumas-es-una-buena-fuente-de-energia-para-el-ganado-porcino.html>.
- [12] O. M. Aguilera Sernadez, «UNAD,» 15 Setiembre 2018. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/5673/localizacionydist-140519195915-phpapp01.pdf;jsessionid=6738FFD94355860AF202F364CBFB7F02.jvm1?sequence=1>.
- [13] O. Suica Pariona, «ISSUU,» 15 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://issuu.com/omarsuicapariona/docs/metodo-de-guerchet#:~:text=M%C3%89TODO%20DE%20GUERCHET%20E2%80%A2Por,se%20requ>

rir%C3%A1n%20en%20la%20planta.&text=Es%20necesario%20identificar%20el%20n%C3%BAmero,(%E2%80%9Celementos%20m%C3%B3viles%E2%80%9D)..

- [14] UNAV, «UNAV,» 09 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://unavdocs.files.wordpress.com/2010/10/diego_mas_distribucion_en_planta.pdf.
- [15] A. Bertsch, R. Álvarez y N. Coello, «Evaluación de la calidad nutricional de la harina de plumas fermentadas por *Kocuria rosea* como fuente de alternativa de proteínas en la alimentación de aves,» *FCV-LUZ*, vol. 8, n° 2, pp. 139-145, 2003.
- [16] S. B. Hamad Bouhamed y N. Kechaou, «Kinectic study of sulphuric acid hydrolysis of protein feathers,» *Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 40, n° 5, pp. 715-721, 2017.
- [17] M. V. Sánchez Villafuerte, «Diseño de una planta procesadora de harina de plumas de pollo, para cubrir la demanda de alimentos balanceados en el sector agropecuario en el cantón Santa Elena, 2018,» *La Libertad*, 2018.
- [18] D. M. Reynaga Ibañez, «Propuesta de mejora del proceso de tratamiento de plumas producidas en una empresa avícola en Lima Metropolitana,» Lima, 2021.
- [19] M. A. Chaparro Forero, «Propuesta para el aprovechamiento de pluma en el desarrollo del proceso de obtención de harina de pluma hidrolizada,» Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, 2020.
- [20] M. Boulort y A. Susan, «Planta de Subproductos Avícolas FADEL S.A. PFC 1803A,» Universidad Tecnológica Nacional Concepción del Uruguay, Concepción, 2018.
- [21] Alimencorp, «Alimencorp.pe,» 9 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.alimencorp.pe/plumashidrolizadas.html>.
- [22] Departamento de Agricultura de Estados Unidos, «IndexMundi,» 8 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=pe&producto=harina-de-soja&variable=importaciones&l=es>.
- [23] MINAGRI, «MacroNorte.pe,» 01 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://macronorte.pe/2019/05/01/la-libertad-ocupa-el-segundo-lugar-en-produccion-avicola-en-el-pais/>.
- [24] C. Carollo Limeres, «Regresión lineal simple,» Santiago de Compostela, 2012.
- [25] Sistema Integrado de Estadística Agraria, 12 Octubre 2021. [En línea]. Available: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2803487/Compendio%20del%20anuario%20"PRODUCCIÓN%20AGROINDUSTRIAL%20ALIMENTARIA"%202020.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2803487/Compendio%20del%20anuario%20).
- [26] H. Quintero Bertel, G. Flórez Morales y C. Castillo Duque, «Plan de Negocios para la creación de la Empresa MISCOMPETENCIAS.COM SAS,» Universidad EAN, Bogotá, 2012.
- [27] R. Carro Paz y D. González Gómez, «Localización de instalaciones,» Mar de Plata, 2014.

- [28] A. Valencia Napán, «PUCP,» 20 Enero 2010. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/BIENVENIDO/Downloads/Ingenier%C3%ADa%20de%20Plantas%2010%20-%20C%C3%A1culo%20de%20C%C3%A1reas.pdf>.
- [29] K. Torres Soto, L. Flórez Peña, C. Sánchez y N. Castañeda, «Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG),» *SciELO*, vol. 25, n° 2, pp. 103-116, 2020.
- [30] «Alimencorp,» 01 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.alimencorp.pe/plumashidrolizadas.html>.
- [31] MiniBrunoSucesores, 05 Enero 2018. [En línea]. Available: http://www.minibruno.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=112#:~:text=Descripci%C3%B3n%20del%20Producto%3A%20Es%20una,aves%2C%20principalmente%20como%20fuente%20proteica..
- [32] AquaFeed, 02 Setiembre 2019. [En línea]. Available: <https://aquafeed.co/entrada/harina-de-plumas-como-alternativa-a-la-harina-de-pescado-19950/>.
- [33] MIDAGRI, «Estadística agroindustrial 2012,» Lima, 2013.
- [34] MIDAGRI, «Producción agroindustrial alimentaria 2020,» Lima, 2021.
- [35] International Trade Centra, «Trade Map,» Octubre 2022. [En línea]. Available: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c120810%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c3%7c1%7c1.
- [36] C. A. Macedo Navarro, «YouTube,» 4 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=9bYgUbPaekI&ab_channel=NatanaelVargasPimentel.
- [37] F. Villarreal, «Introducción a los modelos de pronósticos,» Bahía Blanca, 2016.
- [38] Clase Virtual Gerprod, «YouTube,» 28 Mayo 2014. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=71__p2jy04o.
- [39] J. Villavicencio, «Introducción a series de tiempo,» Lima, 2012.
- [40] Ministerio de desarrollo agrario y riego, «Se aprueba el reglemtno para la apertura y control sanitario de plantas industriales,» Lima, 2021.
- [41] E. S. Buffa, «Administración y dirección técnica de la producción,» Limusa, México, 1972.
- [42] G. A. Quintero Curvelo, W. A. Huertas Díaz y E. Ortega David, «Procesamiento de plumas de pollo para la obtención de queratina,» *Revistas de Investigación UGC*, n° 23, pp. 81-87, 2017.
- [43] F. Pastor, A. Alzamora, G. Mendoza, D. Monteza y R. Rosales, «Diseño del proceso productivo de harina a base de plumas de pollo en la empresa distribuidora avícola El Galpón E. I. R. L,» Piura, 2018.
- [44] Y. H. Hui, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Florida: Boca Ratón, 2017.

- [45] Ministerior del interior, «El Peruano,» 2015. [En línea]. Available: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-nueva-lista-de-insumos-quimicos-productos-y-sus-su-decreto-supremo-n-348-2015-ef-1321388-4/>.
- [46] Ministerior de vivienda, construcción y saneamiento, «RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 425-2022-VIVIENDA,» Lima, 2022.
- [47] G. Pérez, «Imporalia,» 20 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.imporalia.com/proveedores-oro-alibaba/>.
- [48] L. A. Guillen Ferro, «Plan de manejo ambiental para empresa productora de harina de plumas de gallus domesticus "pollo", sector San Dionicio-Distrito de Santa, Ancash,2015",» Ancach, 2017.
- [49] Ministerio del ambiente, «Aprueba estándares de calidad ambiental para aire,» Lima, 2008.
- [50] E. M. Ardila Hernández, «Planeación del sistema de gestión ambiental para la empresa harinagro S. A.,» Bucaramanga, 2010.
- [51] Ministerio del ambiente, «Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire,» Lima, 2001.
- [52] Ministerio del Ambiente, «Ley general del ambiente,» Lima, 2005.
- [53] A. M. Restrepo Fuentes, «Tratamiento de agaus residuales en mataderos para aves mediante bioaumentación in vitro utilizando una planta piloto,» Barranquilla, 2014.
- [54] Ministerio de producción, «Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE .- Limites máximos permisibles (LMP) para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias,» Lima, 2008.
- [55] L. Gélvez, «Mundo Pecuario,» 13 Mayo 2021. [En línea]. Available: https://mundo-pecuario.com/tema60/nutrientes_para_monogasticos/plumas_harina_hidrolozada_de-266.html.
- [56] Banco Central de Reserva del Perú, «Caracterización del departamento de Lambayeque,» Piura, 2019.
- [57] Sites.Google, 1 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/atlaslambayeque/aspectos-geograficos#TOC-Relieve>.
- [58] Instituto nacional de estadística e informática, «Lambayeque: Resultados definitivos,» Lima, 2018.
- [59] Instituto nacional de estadística e informaática, «Lambayeque: Resultados definitivos, población económicamente activa,» Lima, 2018.
- [60] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Ingreso promedio mensual proveniente del trabajo, según ámbito geográfico (Soles corrientes),» Lima, 2021.
- [61] Ministerio de transportes y comunicaciones, «Plan vial departamental participativo de Lambayeque 2010 - 2020,» Lambayeque, 202.

- [62] Ministerio de transportes y comunicaciones, «Red Vial Existente y Proyectada del Sistema Nacional de Carreteras por jerarquía, según Departamento 2021,» Lima, 2021.
- [63] Ministerio de Energía y Minas, «Lambayeque: Producción total de energía eléctrica, 2002 - 2021,» Lima, 2022.
- [64] Gobierno Regional de Lambayeque, «Proyecto Olmos: Impacto económico y social - Plan de relocalización,» Lambayeque, 2012.
- [65] EPSEL S. A., «Lambayeque: Producción de agua potable, según provincia y localidad, 2001 - 2021,» Lambayeque, 2021.
- [66] EPSEL S. A., «Lambayeque: Consumo de agua potable, según provincia y localidad, 2001 - 2021,» Lambayeque, 2021.
- [67] Instituto nacional de estadística e informática, «Hogares según cobertura de las tecnologías de información y comunicación.,» Lima, 2018.
- [68] Tiendeo, «Tiendeo,» 18 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.tiendeo.pe/Tiendas/lambayeque/Bancos-y-seguros>.
- [69] Ministerio de transportes y comunicaciones, 24 Julio 2016. [En línea]. Available: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapa-ruta-distrital.html.
- [70] Asociación Peruana de Avicultura, «Ceva,» 19 Agosto 2021. [En línea]. Available: [https://www.ceva.pe/Productos-Especies/Avicultura/Proyeccion-del-Sector#:~:text=El%20consumo%20per%20c%C3%A1pita%20de,Peruana%20de%20Avicultura%20\(APA\)..](https://www.ceva.pe/Productos-Especies/Avicultura/Proyeccion-del-Sector#:~:text=El%20consumo%20per%20c%C3%A1pita%20de,Peruana%20de%20Avicultura%20(APA)..)
- [71] MINAGRI, «Importación de harina de soya crece y alcanza los US\$ 13.6 millones,» Lima, 2020.
- [72] Agridataperu, «Perú importó tortas de soya por US\$ 22.6 millones entre enero y abril de este año,» 27 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/peru-importo-tortas-de-soya-por-us-222-6-millones-ener-24475>.
- [73] M. A. Chaparro Forero, «Propuesta para el aprovechamiento de pluma en el desarrollo del proceso de obtención de harina de pluma hidrolizada,» Universidad nacional abierta y a distancia UNAD, Bogotá, 2020.
- [74] C. A. Oviedo Zegarra, «Diseño de un proceso sostenible basado en la teoría “cradle to cradle” para el aprovechamiento de plumas de pollo con aplicación en la producción de queratina cosmética Arequipa,» Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2022.
- [75] C. A. Posada Santana, «Diseño del sistema de trazabilidad para el proceso de fabricación de harina de plumas y sangre en la planta de harinas de Avidesa de occidente S.A.,» Unidad central del valle del cauca, Tuluá, 2015.
- [76] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «Anuario Estadístico de Comercio Exterior Agrario

2021,» Lima, 2022.

[77] Univerdidad tecnológica nacional, «Ubicación de la planta,» Rosario, 2018.

[78] F. Torres Meneses, «Engormix,» 4 Agosto 2009. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/claves-buena-calidad-harinas-t28078.htm>.

[79] F. Del Aguila, «Harina de plumas: Hidrólisis enzimática vs método convencional,» Bolivia, 2011.

[80] A. C. Chacón Masco, «Estudio de factibilidad para optimizar la producción de harina de plumas hidrolizada de pollo en la empresa PROCINSUR SRL,» Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2013.

[81] A. Alzamora Llacsahuanga, G. Mendoza Espinoza, D. Monteza Timaná, F. Pastor Valles y R. Rosales Quiroz, «Diseño de un proceso productivo de harina a base de plumas de pollo en la empresa distribuidora avícola El Galpón E.I.R.L,» Universidad de Piura, Piura, 2018.

Anexos

Anexo 1. Procedimiento de la investigación

Tabla 1A. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Objetivo	Fuente de información	Técnica	Instrumento	Resultados esperados
Realizar el estudio de mercado de la harina a base de plumas de pollo	Datos de la empresa	Consultas	Microsoft Excel	Conocer las características y situación actual de la demanda del producto y a su vez obtener una alta demanda del producto.
	Información bibliográfica	Revisión bibliográfica	Guía de análisis de documentos	Conocer las características y situación actual de la oferta del producto.
Determinar la viabilidad técnica - tecnológica de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo de una empresa avícola	MIDAGRI			Obtener el plan de ventas del producto.
	Resultados de la fase anterior	Revisión bibliográfica		Se espera realizar el diseño de la instalación de la planta de manera óptima en lo técnico e ingenieril.
	Página web de fichas técnicas de maquinaria	Método guerchet	Fica bibliográfica	
Información bibliográfica	Ministerio de transporte y comunicaciones	Método SLP		
Evaluar la viabilidad económica - financiera de la instalación de una planta de harina de plumas de pollo de una empresa avícola	Libros de viabilidad económica de proyectos	Revisión bibliográfica	Microsoft Excel	Se espera que los indicadores económicos sean positivos para que el proyecto sea rentable.
	Información bibliográfica			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Composición físico - química

Tabla 2A. Componentes de la harina de plumas

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	91
Energía metabolizable (aves)	Mcal/kg	2,35
Proteína	%	85
Metionina	%	0,5
Metionina + Cistina	%	3,4
Lisina	%	1,5
Calcio	%	0,2
Fósforo disponible	%	0,3
Acido linoleico	%	0,2
Grasa	%	2,5
Fibra	%	1,5
Ceniza	%	3,5

Fuente: Gélvez [55]

Anexo 3. Análisis y proyección de la demanda.

Tabla 3A. Demanda histórica de la harina de soya importada

Año	Cantidad (toneladas)
2012	241 179
2013	246 531
2014	263 324
2015	267 919
2016	261 273
2017	274 659
2018	319 445
2019	293 538
2020	307 295

Fuente: Elaboración propia. En base a [33] - [34]

Tabla 4A. Pronóstico de la Harina de soya importada

N°	Año	Cant. (Tn)
10	2021	318 720
11	2022	327 460
12	2023	336 210
13	2024	344 950
14	2025	353 690
15	2026	362 430
16	2027	371 170
17	2028	379 910

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Demanda del proyecto (sacos de 50 kg)

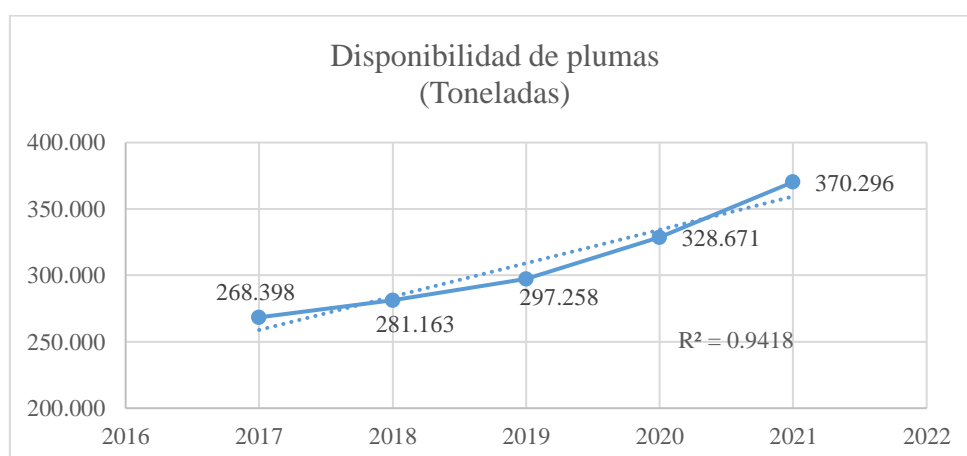


Figura 1A. Disponibilidad de plumas de la empresa avícola del 2017 - 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5A. Demanda del proyecto (Sacos de 50 kg)

Año	Pronóstico de la disponibilidad de plumas (Toneladas)	Harina obtenida de las plumas. En base a [9] (Kg)	Demanda del proyecto (Sacos de 50 kg)
2022	384,548	195 879,341	3 917
2023	409,679	208 680,139	4 173
2024	434,809	221,480,936	4 429
2025	459,940	234 281,734	4 685
2026	485,070	247 082,531	4 941
2027	510,200	259 883,329	5 197
2028	535,331	272 684,126	5 453

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Precio de la harina de plumas**Tabla 6A. Evolución histórica del precio de la harina de soya**

Año	Precio (USD/t).
2007	318
2008	518
2009	426
2010	435
2011	542
2012	535
2013	530
2014	544
2015	452
2016	428
2017	417
2018	439
2019	398
2020	400
2021	523

Fuente: Elaboración propia. En base a [35]

Tabla 7A. Pronóstico de los precios de la harina de soya

Año	Precios de la harina de soya (USD/t)
2022	660,15
2023	660,15
2024	660,15
2025	660,15
2026	660,15
2027	660,15
2028	660,15

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Análisis de macro localización

Tabla 8A. Análisis de macro localización

Factores	Lambayeque	
Aspectos geográficos	Límites geográficos	Lambayeque se ubica al noroeste del Perú. Limita al norte con Piura, al sur con La Libertad, al este con Cajamarca y al oeste con el Océano Pacífico. se encuentra dividido por 3 provincias: Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe.
	Clima	Lambayeque posee un clima seco y cálido. En verano su temperatura llega hasta los 28 °C, mientras que en invierno a puede llegar a bajar hasta los 14 °C.
	Suelos	El suelo lambayecano se caracteriza por ser poco accidentados, ya que cuenta con lamas y pampas pequeñas, lugares donde se combinan zonas desérticas, bosques secos y ricos valles.
Aspectos Socioeconómicos y culturales	Población total	Según el último censo nacional, realizado en 2017, Lambayeque tiene un total de 1 197 260 habitantes.
	Población económicamente activa (PEA)	La PEA, en Lambayeque, es de aproximadamente 485 678 habitantes, de los cuales solo el 5,44 % se encuentra en condición de desocupado o desempleado.
	Ramas de actividad	Las actividades a las cuales la PEA se dedica más son a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con un total de 85 947 habitantes, seguido por aquellos que se dedican al comercio al por menor con total de 81 293 habitantes.
Sueldos y salarios	Según el Instituto nacional de estadística e informática (INEI), el ingreso salarial promedio de los trabajadores lambayecanos en el 2020 (último año del cual se tiene registro) fue de S/ 1159,60.	
Educación	En base al último censo, se obtuvo que, del total de la población, solo 114 301 personas alcanzaron un nivel superior universitario.	
Salud pública	Según el último censo 276 153 habitantes no cuentan con algún tipo de seguro de salud, 560 173 habitantes cuentan con SIS, 316 235 habitantes cuentan con seguro en ESSALUD.	
Infraestructura	Vías de comunicación	Para la movilización de recursos, Lambayeque cuenta con transporte terrestre y aéreo. El transporte terrestre se lleva a cabo mediante la red vial nacional, departamental y vecinal. En cuanto al transporte aerocomercial, Lambayeque cuenta con el aeropuerto Cap. FAP José Quiñones González como infraestructura aeroportuaria.
	Electrificación	Según el Ministerio de energía y minas, durante el 2020 la producción promedio de energía eléctrica en Lambayeque fue de 4,90 Gigawatt-hora
	Obras de irrigación	Lambayeque tiene como principal obra de irrigación al proyecto Olmos, el cual está ubicado a 900 km al norte de Lima.
	Servicio de agua potable	Según EPSEL S. A., la producción y el consumo promedio de agua potable en Lambayeque, durante el 2020, fue de 4 629 344,93 y 2 463 062,25, respectivamente.
	Telecomunicaciones	Según el último censo, sólo el 10,7 % de los hogares lambayecanos no cuentan con acceso a algún tipo de tecnología de información y comunicación (TIC).

Aspectos Socioeconómicos y culturales	Régimen de propiedad	En base al último censo, del total de viviendas censadas, solo el 79,1 % de viviendas son propias, el 14,9 % son viviendas alquiladas, mientras que el 5,9% son viviendas cedidas y sólo el 0,1 % de viviendas se encuentran bajo otro régimen de tenencia.
	Instituciones crediticias	En Lambayeque se encuentran 247 tiendas de seguros y bancos, contando los siguientes bancos: Scotiabank, BanBif, Banco Ripley, Banco Falabella, Banco Cencosud, Banco de crédito del Perú, entre otros.

Fuente: Elaboración propia. En base a [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67] y [68].

Anexo 7. Análisis de micro localización

Tabla 9A. Factores para la micro localización de la planta

Factor	Código
Disponibilidad de mano de obra	A
Disponibilidad de agua potable	B
Disponibilidad de energía eléctrica	C
Cercanía de materia prima	D
Disponibilidad de terreno	E
Disponibilidad de acceso a vías	F
Lejanía de la zona urbana	G

Fuente: Elaboración propia

A) Disponibilidad de mano de obra:

Tabla 10A. PEA desocupada en los distritos evaluados, 2017.

Distrito	Población económicamente activa desocupada		
	Nivel educativo alcanzado		
	Superior no universitario completo	Superior universitaria completo	Maestría/Doctorado completo
Pimentel	97	161	8
José Leonardo Ortiz	285	426	24
Eten	22	24	-
La Victoria	226	231	14
Reque	34	32	2

Fuente: Elaboración propia. En base a [59].

B) Disponibilidad de agua potable:**Tabla 11A. Disponibilidad promedio de agua potable en los distritos evaluados, 2020**

Distrito	Producción Promedio (m ³)	Consumo promedio (m ³)	Disponibilidad (m ³)
Pimentel	9 054	148 818	- 139 764
José Leonardo Ortiz	839 500	1 412 842	- 573 342
Eten	37 371	22 621	14 750
La Victoria	1 201 497	1 300 255	- 98 758
Reque	58 226	25 203	33 023

Fuente: Elaboración propia. En base a [65] y [66]

C) Disponibilidad de energía eléctrica:**Tabla 12A. Producción y consumo promedio de energía eléctrica en Lambayeque**

Año	Producción de energía eléctrica (KiloWatt - hora)	Consumo de energía eléctrica (KiloWatt - hora)
2016	66 673 514	54 032 424
2017	65 097 039	52 652 485
2018	67 793 258	54 509 071
2019	69 597 410	54 329 492
2020	69 534 093	51 487 900

Fuente: Elaboración propia. En base a [65] y [66]

D) Cercanía de materia prima:**Tabla 13A. Distancia entre los distritos evaluados y la empresa avícola**

Distrito	Distancia hasta la empresa avícola (km)
Pimentel	9,70
José Leonardo Ortiz	0,86
Eten	24,00
La Victoria	8,50
Reque	26,20

Fuente: Elaboración propia. En base a Google Maps

E) Disponibilidad de terreno:

En base a Google maps se logró identificar que en todos los distritos a evaluar hay un terreno disponible.

F) Disponibilidad de acceso a vías:

Se evaluó que los distritos tengan acceso a la red vial nacional y departamental puesto que nuestro producto pretende ser vendido en el departamento de La Libertad, por lo que la presencia de dichas vías debe facilitar su transporte.

Considerando los mapas viales emitidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones [69].

G) Lejanía de la zona urbana:

Tabla 14A. Distancia entre el terreno disponible en el distrito y la zona urbana

Distrito	Distancia con zona urbana más cercana (km)
Pimentel	0,20
José Leonardo Ortiz	0,50
Eten	0,95
La Victoria	0,18
Reque	0,23

Fuente: Elaboración propia. En base a Google Maps

Tabla 15A. Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización

Factor	A	B	C	D	E	F	G	Puntaje	Porcentaje
A		1	1	1	0	1	1	5	14,71%
B	1		1	1	1	0	1	5	14,71%
C	1	1		1	1	0	1	5	14,71%
D	1	1	1		1	1	1	6	17,65%
E	0	1	1	1		1	1	5	14,71%
F	1	0	0	1	1		0	3	8,82%
G	1	1	1	1	1	0		5	14,71%
Total								34	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16A. Matriz de enfrentamiento de factores ponderados para la micro localización

Factores de micro localización	Porcentaje	Pimentel		José Leonardo Ortiz		Eten		La Victoria		Reque	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disponibilidad de mano de obra	14,71%	2	0,29	5	0,74	1	0,1	4	0,59	1	0,15
Disponibilidad de agua potable	14,71%	3	0,44	1	0,15	5	0,7	3	0,44	5	0,74
Disponibilidad de energía eléctrica	14,71%	5	0,74	5	0,74	5	0,7	5	0,74	5	0,74
Cercanía de materia prima	17,65%	4	0,71	5	0,88	1	0,2	4	0,71	1	0,18
Disponibilidad de terreno	14,71%	5	0,74	5	0,74	5	0,7	5	0,74	5	0,74
Disponibilidad de acceso a vías	8,82%	5	0,44	4	0,35	5	0,4	3	0,26	5	0,44
Lejanía de la zona urbana	14,71%	2	0,29	3	0,44	5	0,7	2	0,29	2	0,29
Total		3,65		4,03		3,71		3,76		3,26	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17A. Puntuación

Escala	Puntuación
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Selección del mejor proceso de hidrólisis

Tabla 18A. Factores para la selección del tipo de hidrólisis

Factor	Código
Disponibilidad de tecnología	A
Porcentaje de proteína	B
Porcentaje de humedad	C
Porcentaje de ceniza	D
Porcentaje de proteína digestible	E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19A. Matriz de enfrentamiento de los factores de selección del tipo de hidrólisis.

Factor	A	B	C	D	E	Puntaje	Porcentaje
A		1	1	1	1	4	33,33%
B	1		0	0	1	2	16,67%
C	1	0		1	0	2	16,67%
D	1	0	1		0	2	16,67%
E	1	1	0	0		2	16,67%
Total						12	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20A. Calificación de los tipos de hidrólisis para la selección del tipo de hidrólisis.

Factores	Porcentaje	Hidrólisis ácida		Hidrólisis enzimática		Hidrólisis por fermentación sumergida	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disponibilidad de tecnología	33,33%	5	1,67	1	0,33	1	0,33
Porcentaje de proteína	16,67%	3	0,50	3	0,50	5	0,83
Porcentaje de humedad	16,67%	5	0,83	5	0,83	3	0,50
Porcentaje de ceniza	16,67%	5	0,83	5	0,83	1	0,17
Porcentaje de proteína digestible	16,67%	3	0,50	5	0,83	5	0,83
Total		4,33		3,33		2,67	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21A. Puntuación

Escala	Calificación
Excelente	5
Bueno	3
Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Búsqueda y selección de maquinaria**Tabla 22A. Codificación de los factores**

Factor	Código
Marca	A
Capacidad	B
Material	C
Precio	D
Garantía	E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23A. Matriz de enfrentamiento de factores de selección de maquinaria

Factor	A	B	C	D	E	Puntaje	Porcentaje
A		0	1	0	1	2	13%
B	1		1	1	1	4	27%
C	1	1		0	1	3	20%
D	1	1	1		1	4	27%
E	1	0	1	0		2	13%
Total						15	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24A. Puntuación


Escala	Calificación
Excelente	5
Bueno	3
Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia

A) Máquina de lavado:

Tabla 25A. Ficha técnica de máquina industrial de limpieza de plumas de pollo

Máquina industrial de limpieza de plumas de pollo	
Marca	XIXIN
Modelo	15
País de procedencia	China
Capacidad (kg/h)	400
Consumo energético (kW)	8
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	4,2 * 2,05 * 2,45
Precio (\$)	1150
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 26A. Máquinas de lavado de plumas de pollo

Factor	Máquinas		
	Máquina de lavado de plumas de pollo	Máquina industrial de limpieza de plumas de pollo	Máquina de lavado Industrial de plumas de pollo
Marca	Hanhang	XIXIN	Zhengzhou
Capacidad (kg/h)	500	400	400
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio (\$)	6500	1150	2400
Garantía (Años)	1	2	1

Fuente: Alibaba

Tabla 27A. Selección de máquina de lavado de plumas de pollo

Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Máquina de lavado de plumas de pollo		Máquina industrial de limpieza de plumas de pollo		Máquina de lavado Industrial de plumas de pollo	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	3	0,40	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	1	0,27	5	1,33	3	0,80
Garantía	13,33%	3	0,40	5	0,67	3	0,40
Total		3,40		5,00		4,20	

Fuente: Elaboración propia

B) Máquina de prensado:**Tabla 28A. Ficha técnica de máquina de deshidratación de plumas de pollo**

Máquina de deshidratación de plumas de pollo	
Marca	RUNSHI
Modelo	RS-180
País de procedencia	China
Capacidad (kg)	500
Consumo energético (kW)	3
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	1,8 * 0,6 * 0,7
Precio (\$)	1500
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 29A. Máquinas de prensado de plumas de pollo

Factor	Máquinas		
	Máquina de deshidratación de plumas de pollo	Prensa de tornillo	Máquina de deshidratación de plumas de pollo húmedo
Marca	RUNSHI	Tianzhong	Zhengzhou
Capacidad (kg/h)	500	500	500
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero Carbono
Precio (\$)	1500	3800	5000
Garantía (Años)	1	1	1

Fuente: Alibaba

Tabla 30A. Selección de máquina de prensado de plumas de pollo

Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Máquina de deshidratación de plumas de pollo		Prensa de tornillo		Máquina de deshidratación de plumas de pollo húmedo	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	1	0,20
Precio	26,67%	5	1,33	3	0,80	1	0,27
Garantía	13,33%	3	0,40	3	0,40	3	0,40
Total		4,73		4,20		2,87	

Fuente: Elaboración propia

C) Hidrolizador:**Tabla 31A. Ficha técnica de batch cooker de alta presión.**

Batch cooker de alta presión		
Marca	Sensitar	
Modelo	CFH-50	
País de procedencia	China	
Capacidad (kg)	500	
Consumo energético (kW)	8	
Material	Acero inoxidable	
Dimensiones [l *a*h] (m)	3,2 * 1,6 * 2,07	
Precio (\$)	5000	
Garantía (Año)	1	

Fuente: Alibaba

Tabla 32A. Hidrolizadores de plumas de pollo

Factor	Batch cooker de alta presión	Minimáquina de procesamiento de alimentos para aves de corral
Marca	Sensitar	Sensitar
Capacidad (kg/h)	500	800
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio (\$)	5000	11000
Garantía (Años)	1	1

Fuente: Alibaba

Tabla 33A. Selección del hidrolizador de plumas de pollo

Factor	Porcentaje	Batch cooker de alta presión		Minimáquina de procesamiento de alimentos para aves de corral	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	3	0,80
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	5	1,33	3	0,80
Garantía	13,33%	3	0,40	3	0,40
Total		4,73		3,67	

Fuente: Elaboración propia

D) Máquina de secado:**Tabla 34A. Ficha técnica de secador de tambor rotativo Industrial**

Secador de tambor rotativo Industrial	
Marca	DUJIANG
Modelo	DJ-RM-200
País de procedencia	China
Capacidad (kg)	200
Consumo energético (kW)	3
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	3 * 1 * 1,45
Precio (\$)	1100
Garantía (Año)	3



Fuente: Alibaba

Tabla 35A. Secadores industriales

Factor	Máquinas		
	Secador rotativo automático de tambor	Secador de tambor rotativo Industrial	Secador rotativo industrial
Marca	Gongyi	DUJIANG	SAFED
Capacidad (kg/h)	200	200	1000
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio (\$)	1800	1100	3700
Garantía (Años)	2	3	1

Fuente: Alibaba


Tabla 36A. Selección de secadores industriales

Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Secador rotativo automático de tambor		Secador de tambor rotativo Industrial		Secador rotativo industrial	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	1	0,27
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	3	0,80	5	1,33	1	0,27
Garantía	13,33%	3	0,40	5	0,67	1	0,13
Total		4,20		5,00		2,33	

Fuente: Elaboración propia

E) Máquina de molienda:**Tabla 37A. Ficha técnica de máquina de molienda de plumas**

Máquina de molienda de plumas	
Marca	HX
Modelo	GT-GM-200
País de procedencia	China
Capacidad (kg/h)	200
Consumo energético (kW)	3
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	0,6 * 0,48 * 0,85
Precio (\$)	1100
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 38A. Molinadoras de plumas de pollo

Factor	Máquinas		
	Máquina de molienda de plumas	Trituradora de plumas de pollo	Molino de martillo
Marca	HX	FUSION	WHOLLY
Capacidad (kg/h)	200	10000	200
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero de alto manganeso
Precio (\$)	1100	11500	1400
Garantía (Años)	1	1	1

Fuente: Alibaba


Tabla 39A. Selección de molinadora de plumas de pollo

Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Máquina de molienda de plumas		Trituradora de plumas de pollo		Molino de martillo	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	1	0,20
Precio	26,67%	5	1,33	1	0,27	5	1,33
Garantía	13,33%	3	0,40	3	0,40	3	0,40
Total		4,73		3,67		3,93	

Fuente: Elaboración propia

F) Tamiz industrial**Tabla 40A. Ficha técnica de tamiz de pantalla vibratoria**

Tamiz de pantalla vibratoria	
Marca	DZJX
Modelo	S49-B
País de procedencia	China
Capacidad (kg)	200
Consumo energético (kW)	0,75
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	0,4 * 0,4 * 0,4
Precio (\$)	1100
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 41A. Tamices industriales

Factor	Máquinas		
	Tamiz de pantalla vibratoria	Tamiz vibratorio	Tamiz Industrial
Marca	DZJX	Sinoped	CY-MACH
Capacidad (kg/h)	200	160	300
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio (\$)	1100	1799	1150
Garantía (Años)	1	1	1

Fuente: Alibaba

Tabla 42A. Selección de tamiz industrial

Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Tamiz de pantalla vibratoria		Tamiz vibratorio		Tamiz Industrial	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	3	0,80	1	0,27	3	0,80
Garantía	13,33%	5	0,67	3	0,40	5	0,67
Total		4,47		3,67		4,47	


Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Búsqueda y selección de equipos

A) Báscula industrial:

Tabla 43A. Ficha técnica de plataforma electrónica de escala

Plataforma electrónica de escala	
Marca	AIDA
Modelo	CW
País de procedencia	China
Capacidad (kg)	3000
Consumo energético (kW)	-
Material	Acero inoxidable
Dimensiones [l *a*h] (m)	1,2 * 1,2 * 0,06
Precio (\$)	100
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 44A. Básculas industriales

Factor	Máquinas		
	Báscula Electrónica Industrial	Plataforma electrónica de escala	Báscula de suelo de plataforma grande
Marca	White Bird or OEM	AIDA	FIVESCALES
Capacidad (kg/h)	3000	3000	50000
Material	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Precio (\$)	318	100	200
Garantía (Años)	3	1	1

Fuente: Alibaba

Tabla 45A. Selección de báscula industrial


Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Báscula Electrónica Industrial		Plataforma electrónica de escala		Báscula de suelo de plataforma grande	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	1	0,27	5	1,33	3	0,80
Garantía	13,33%	5	0,67	3	0,40	3	0,40
Total		3,93		4,73		4,20	

Fuente: Elaboración propia

B) Máquina de coser:

Tabla 46A. Ficha técnica de la máquina de coser portátil

Máquina de coser portátil	
Marca	Fengtai
Modelo	GK9-2
País de procedencia	China
Consumo energético (Kw)	0,19
Dimensiones [l *a*h] (m)	0,6 * 0,3 * 0,5
Precio (\$)	45
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 47A. Cosedoras de sacos

Factor	Equipo		
	Máquina de coser industrial	Máquina de coser automática	Máquina de coser portátil
Marca	NiceP	Yongteli	Fengtai
Precio (\$)	75	42	45
Garantía (Años)	1	3 meses	1

Fuente: Alibaba

Tabla 48A. Selección de cosedora de saco


Factor	Porcentaje	Equipo					
		Máquina de coser industrial		Máquina de coser automática		Máquina de coser portátil	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	1	0,13	5	0,67	5	0,67
Precio	26,67%	3	0,80	5	1,33	5	1,33
Garantía	13,33%	5	0,67	1	0,13	5	0,67
Total		1,60		2,13		2,67	

Fuente: Elaboración propia

C) Traspaleta:

Tabla 49A. Ficha técnica de la carretilla elevadora eléctrica

Carretilla elevadora eléctrica	
Marca	KAWADA
Modelo	JT-1T
País de procedencia	China
Capacidad (kg)	1000
Consumo energético (Kw)	-
Dimensiones [l *a*h] (m)	1,66 * 0,8 * 2,18
Precio (\$)	700
Garantía (Año)	1



Fuente: Alibaba

Tabla 50A. Apiladora

Factor	Máquinas		
	Apiladora semieléctrica de elevación	Apilador eléctrico manual	Carretilla elevadora eléctrica
Marca	NUOMAN	KAWADA	Vanway
Capacidad (kg/h)	1000	1000	500
Precio (\$)	700	1000	1200
Garantía (Años)	1	1	1

Fuente: Alibaba

Tabla 51A. Selección de apiladora


Factor	Porcentaje	Máquinas					
		Apiladora semieléctrica de elevación		Apilador eléctrico manual		Carretilla elevadora eléctrica	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5,00	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	3	0,80	3,00	0,80	5	1,33
Precio	26,67%	5	1,33	3,00	0,80	1	0,27
Garantía	13,33%	3	0,40	3,00	0,40	3	0,40
Total		3,20		2,67		2,67	

Fuente: Elaboración propia

D) Tanque de agua residual:

Tabla 52A. Ficha técnica del tanque de agua residual

Tanque de 1200 l	
Marca	Farplast
País de procedencia	Perú
Capacidad (l)	1200
Material	HDPE
Dimensiones [l *a*h] (m)	1,24 * 1,24 * 1,66
Precio (S/)	899
Garantía (Año)	5



Fuente: Saga Falabella

Tabla 53A. Tanque de agua

Factor	Equipo		
	Cisterna de 1200 l	Cisterna de 1200 l	Tanque de 1200 l
Marca	Rotoplas	Humboldt	Farplast
Capacidad (l)	1200	1200	1200
Material	HDPE	HDPE	HDPE
Precio (S/)	1409	1052	899
Garantía (Años)	1	1	5

Fuente: Alibaba

Tabla 54A. Selección de tanque de agua

Factor	Porcentaje	Equipo					
		Cisterna de 1200 l		Cisterna de 1200 l		Tanque de 1200 l	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Marca	13,33%	5	0,67	5	0,67	5	0,67
Capacidad	26,67%	5	1,33	5	1,33	5	1,33
Material	20,00%	5	1,00	5	1,00	5	1,00
Precio	26,67%	1	0,27	3	0,80	5	1,33
Garantía	13,33%	1	0,13	1	0,13	5	0,67
Total		3,40		3,93		5,00	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Aplicación del método Guerchet para el área de producción**Tabla 55A. Área de producción de la harina de plumas.**

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	Ss(m ²)	Lados (N)	Sg (m ²)	Altura (m)	K	Se (m ²)	St (m ²)
Elementos móviles										
Operarios	7	-	-	0,00	1	0	1,65	0,55	0,00	0,00
Cosedora de sacos	1	0,6	0,3	0,18	1	0,18	0,5	0,55	0,20	0,56
Carretilla de elevador eléctrica	1	1,66	0,8	1,33	1	1,33	2,18	0,55	1,45	4,11
Elementos fijos										
Máquina industrial de limpieza de plumas de pollo	1	4,20	2,05	8,61	1	8,61	2,45	0,55	9,42	26,64
Máquina de deshidratación de plumas de pollo	1	1,80	0,60	1,08	3	3,24	0,70	0,55	2,36	6,68
Batch cooker de alta presión	1	3,20	1,60	5,12	2	10,24	2,07	0,55	8,40	23,76
Secador de tambor rotativo Industrial	1	3,00	1,00	3,00	1	3,00	1,45	0,55	3,28	9,28
Máquina de molienda de plumas	1	0,60	0,48	0,29	3	0,86	0,85	0,55	0,63	1,78
Tamiz de pantalla vibratoria	1	0,40	0,40	0,16	4	0,64	0,40	0,55	0,44	1,24
Área total (m²)										74,05
APO										1,44
AME										1,32
K										0,55

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Áreas de la planta y distribución

Tabla 56A. Área total de la planta de harina de plumas de pollo

Áreas	Superficie (m ²)
Área de producción	74.05
Área de recepción e insumos	37.48
Área de producto terminado	202.91
Área de mantenimiento	13.78
Área de control de calidad	21.09
Área de oficinas administrativas	12.82
Área de logística, ventas y marketing	19.23
Área de finanzas	12.82
Área de SS. HH para hombres	10.69
Área de SS. HH para mujeres	9.67
Área de vestidores	16.27
Área de vigilancia	6.41
Área de agua residual	40.03
Área total	477.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Razones de proximidad

Código	Fundamentos
1	Contacto directo con el personal
2	Por flujo de información
3	Porque el proceso utiliza el mismo material
4	Por conveniencia
5	Por inspección y control
6	Por ruidos, polvo, salubridad y peligro
7	Por el recorrido de los materiales
8	Por distancia e interrupción
9	Por el volumen del producto

A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO		4
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE		3
I	IMPORTANTE		2
O	ORDINARIA O NORMAL		1
U	SIN IMPORTANCIA		0
X	INDESEABLE		-1
XX	MUY INDESEABLE		-2

Figura 2A. Valores de proximidad

Fuente: Elaboración propia.

En base a ello se obtuvo lo siguiente:



Figura 4A. Plano de planta de harina de plumas de pollo.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Inversión tangible

Tabla 58A. Costo de construcciones

Items	Cantidad (m ²)	Precio	Total
Muros y columnas	149,03	\$ 102,93	\$ 15339,66
Techos	149,03	\$ 96,96	\$ 14449,95
Pisos	149,03	\$ 51,32	\$ 7648,22
Baños	20,63	\$ 8,87	\$ 182,99
Revestimientos	149,03	\$ 52,49	\$ 7822,58
Puertas y ventanas	149,03	\$ 25,86	\$ 3853,92
Total		\$ 338,43	\$ 49297,31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59A. Costo de infraestructura industrial

Items	Cantidad	Precio	Total
Pared perimetral (m ²)	632,50	\$ 78,46	\$ 49625,64
Techo industrial (m ²)	314,44	\$ 33,93	\$ 10668,95
Portón	1,00	\$ 68,25	\$ 68,25
Total		\$ 180,64	\$ 60362,84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60A. Costo de maquinaria de producción

Items	Cantidad	Precio	Total
Máquina industrial de limpieza de plumas	1	\$ 1 150,00	\$ 1 150,00
Máquina de prensado de plumas	1	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00
Batch cooker de alta presión	1	\$ 5 000,00	\$ 5 000,00
Secador de tambor rotativo industrial	1	\$ 1 100,00	\$ 1 100,00
Máquina de molienda de plumas	1	\$ 1 100,00	\$ 1 100,00
Tamiz de pantalla vibratoria	1	\$ 1 100,00	\$ 1 100,00
Total			\$ 10 950,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61A. Costo de equipos de producción

ITEMS	Cantidad	Precio	Total
Plataforma electrónica de escala	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Máquina de coser portátil	1	\$ 45,00	\$ 45,00
Carretilla elevadora eléctrica	1	\$ 700,00	\$ 700,00
Tanque de 1200 l	1	\$ 244,49	\$ 244,49
Parihuela	24	\$ 10,50	\$ 252,00
Set de instrumentos	2	\$ 65,00	\$ 130,00
Set de laboratorio	1	\$ 3 500,00	\$ 3 500,00
TOTAL			\$ 4 126,49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62A. Costo de equipos de oficina

ITEMS	Cantidad	Precio	Total
Escritorios	6	\$ 87,25	\$ 523,50
Sillas ergonómicas	7	\$ 32,25	\$ 225,75
Sillas	2	\$ 16,05	\$ 32,10
Estantes	2	\$ 44,75	\$ 89,50
Mesas de trabajo	2	\$ 300,00	\$ 600,00
Papelera	3	\$ 10,58	\$ 31,74
Impresoras	2	\$ 175,00	\$ 350,00
Computadoras	6	\$ 372,00	\$ 2 232,00
TOTAL			\$ 4 084,59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63A. Costo de instalaciones eléctricas y sanitarias

ITEMS	Cantidad (m ²)	Precio	Total
Producción	349,31	\$ 41,04	\$ 14 335,68
Administración	127,94	\$ 41,04	\$ 5 250,66
TOTAL			\$ 19 586,34

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Costos de producción**Tabla 64A. Costo de materiales por unidad de venta**

Insumo	Unidad de Compra	Precio Unitario (S/)	Indice de Consumo/Und	Monto por Unidad (\$)
<u>Materiales Directos</u>				
Plumas de pollo	kg	S/ 0,0049	98,16	S/ 0,4772
Ácido sulfúrico	kg	S/ 0,0532	0,03	S/ 0,0014
Costo Total de Materiales Directos				S/ 0,4786
<u>Materiales Indirectos</u>				
Sacos de polipropileno de 50 kg	unidad	S/ 1,49	1,000	S/ 1,4900
Costo Total de Materiales Indirectos				S/ 1,49
COSTO DE MATERIALES POR UNIDAD DE VENTA				\$ 0,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65A. Salarios

COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO US\$	BENEFICIOS 51%	SUB TOTAL Mensual/op	TOTAL ANUAL/Op.
Operarios	8	\$ 279,82	\$ 142,71	\$ 422,53	\$ 40 562,71
TOTAL					\$ 40 562,71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66A. Sueldos

COLABORADOR	CANTIDAD	SUELDO	BENEFICIOS	SUB TOTAL	TOTAL
		US\$	51%	Mensual/op	ANUAL/Op.
Jefe de control de calidad	1	\$ 300,29	\$ 153,15	\$ 453,44	\$ 5 441,25
Asistente de control de calidad	1	\$ 279,82	\$ 142,71	\$ 422,53	\$ 5 070,34
Supervisor logístico	1	\$ 294,83	\$ 150,36	\$ 445,19	\$ 5 342,32
Jefe de mantenimiento	1	\$ 327,59	\$ 167,07	\$ 494,66	\$ 5 935,93
Asistente de mantenimiento	1	\$ 279,82	\$ 142,71	\$ 422,53	\$ 5 070,34
TOTAL	5				\$ 2 860,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67A. Consumo de energía anual por máquinas

TIPO DE MÁQUINA	Número de máquinas	Consumo Energía/maq	Consumo Energía	Consumo Energía	Costo por kW/h	Costo Anual
		kWh	kW/día (8h)	Mensual kW/mes (20)		
Máquina industrial de limpieza de plumas	1	8,00	64,00	1280,00	\$ 0,08	\$ 1 228,80
Máquina de prensado de plumas	1	3,00	24,00	480,00	\$ 0,08	\$ 460,80
Batch cooker de alta presión	1	8,00	64,00	1280,00	\$ 0,08	\$ 1 228,80
Secador de tambor rotativo industrial	1	3,00	24,00	480,00	\$ 0,08	\$ 460,80
Máquina de molienda de plumas	1	3,00	24,00	480,00	\$ 0,08	\$ 460,80
Tamiz de pantalla vibratoria	1	0,75	6,00	120,00	\$ 0,08	\$ 115,20
TOTAL ANUAL						\$ 3 955,20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68A. Consumo de agua anual por máquinas

TIPO DE MÁQUINA Y ÁREA	Consumo agua	Consumo agua	Consumo agua	Costo por m3/día	Costo Anual
	l/día	m3/día	Mensual m3/mes (20)		
Máquina industrial de limpieza de plumas	1063,36	1,06	21,27	\$ 0,57	\$ 145,47
Batch cooker de alta presión	330,88	0,33	6,62	\$ 0,57	\$ 45,26
SS. HH	2100,00	2,10	42,00	\$ 0,57	\$ 287,28
TOTAL ANUAL					\$ 478,01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69A. Presupuesto de costo de producción (US\$)

Items	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<u>Costos Directos de Producción</u>					
Materiales Directos	\$ 105,99	\$ 112,12	\$ 118,25	\$ 124,37	\$ 130,50
Materiales Indirectos	\$ 330,01	\$ 349,08	\$ 368,15	\$ 387,23	\$ 406,30
Mano de Obra Directa	\$ 40 562,71	\$ 40 562,71	\$ 40 562,71	\$ 40 562,71	\$ 40 562,71
Total Costos Directos de Producción	\$ 40 998,71	\$ 41 023,91	\$ 41 049,11	\$ 41 074,30	\$ 41 099,50
<u>Costos Indirectos de Producción</u>					
Mano de Obra Indirecta	\$ 26 860,18	\$ 26 860,18	\$ 26 860,18	\$ 26 860,18	\$ 26 860,18
Suministros de energía y agua	\$ 4 433,21	\$ 4 433,21	\$ 4 433,21	\$ 4 433,21	\$ 4 433,21
Total Costos Indirectos de Producción	\$ 31 293,39	\$ 31 293,39	\$ 31 293,39	\$ 31 293,39	\$ 31 293,39
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 72 292,10	\$ 72 317,30	\$ 72 342,50	\$ 72 367,70	\$ 72 392,90

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Análisis de sensibilidad**Tabla 70A. Análisis de sensibilidad (Precio)**

	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
Ingresos	\$ 141 336,99	\$ 154 379,58	\$ 162 830,16	\$ 171 280,10	\$ 179 730,66	
1%	\$ 139 923,62	\$ 152 835,78	\$ 161 201,85	\$ 169 567,30	\$ 177 933,35	
2%	\$ 138 510,25	\$ 151 291,98	\$ 159 573,55	\$ 167 854,50	\$ 176 136,04	
3%	\$ 137 096,88	\$ 149 748,19	\$ 157 945,25	\$ 166 141,70	\$ 174 338,74	
Egresos	\$ 137 358,74	\$ 137 383,94	\$ 137 409,14	\$ 137 434,34	\$ 137 459,54	
Saldo	\$ 3 978,25	\$ 15 451,84	\$ 23 792,71	\$ 32 132,96	\$ 40 473,81	
Saldo 1	\$ 2 564,88	\$ 15 451,84	\$ 23 792,71	\$ 32 132,96	\$ 40 473,81	
Saldo 2	\$ 1 151,51	\$ 13 908,04	\$ 22 164,41	\$ 30 420,15	\$ 38 676,50	
Saldo 3	\$ -261,86	\$ 12 364,24	\$ 20 536,11	\$ 28 707,35	\$ 36 879,20	
Impuestos 1	\$ 769,46	\$ 4 635,55	\$ 7 137,81	\$ 9 639,89	\$ 12 142,14	
Impuestos 2	\$ 345,45	\$ 4 172,41	\$ 6 649,32	\$ 9 126,05	\$ 11 602,95	
Impuestos 3	\$ -	\$ 3 709,27	\$ 6 160,83	\$ 8 612,21	\$ 11 063,76	
Depreciación	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	
Flujo neto efectivo	\$ -88 974,26	\$ 9 108,82	\$ 22 126,21	\$ 30 551,59	\$ 28 822,61	\$ 34 720,36
FNE 1	\$ -88 974,26	\$ 6 925,99	\$ 15 946,86	\$ 21 785,47	\$ 27 623,65	\$ 33 462,24
FNE 2	\$ -88 974,26	\$ 5 936,63	\$ 14 866,20	\$ 20 645,66	\$ 26 424,68	\$ 32 204,13
FNE 3	\$ -88 974,26	\$ 4 868,71	\$ 13 785,55	\$ 19 505,85	\$ 25 225,72	\$ 30 946,01

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 71A. Indicadores
después del análisis de
sensibilidad**

TMAR	9,59%
TIR	10,67%
TIR 1	4,95%
TIR 2	3,31%
TIR 3	1,61%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72A. Análisis de sensibilidad (Materiales indirectos)

	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
Ingresos		\$ 141 336,99	\$ 154 379,58	\$ 162 830,16	\$ 171 280,10	\$ 179 730,66
1%		\$ 333,31	\$ 352,57	\$ 371,84	\$ 391,10	\$ 410,36
2%		\$ 336,61	\$ 356,06	\$ 375,52	\$ 394,97	\$ 414,43
3%		\$ 339,91	\$ 359,55	\$ 379,20	\$ 398,84	\$ 418,49
Mat. Ind.		\$ 330,01	\$ 349,08	\$ 368,15	\$ 387,23	\$ 406,30
Otros costos prod.		\$ 71 962,09	\$ 71 968,22	\$ 71 974,35	\$ 71 980,47	\$ 71 986,60
Gastos de operación		\$ 65 066,64	\$ 65 066,64	\$ 65 066,64	\$ 65 066,64	\$ 65 066,64
Depreciación		\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58
Egresos		\$ 137 358,74	\$ 137 383,94	\$ 137 409,14	\$ 137 434,34	\$ 137 459,54
Egresos 1		\$ 137 362,04	\$ 137 387,44	\$ 137 412,83	\$ 137 438,21	\$ 137 463,60
Egresos 2		\$ 137 365,34	\$ 137 390,93	\$ 137 416,51	\$ 137 442,09	\$ 137 467,67
Egresos 3		\$ 137 368,64	\$ 137 394,42	\$ 137 420,19	\$ 137 445,96	\$ 137 471,73
Saldo		\$ 3 978,25	\$ 16 995,63	\$ 25 421,01	\$ 33 845,76	\$ 42 271,12
Saldo 1		\$ 3 974,95	\$ 16 992,14	\$ 25 417,33	\$ 33 841,88	\$ 42 267,05
Saldo 2		\$ 3 971,65	\$ 16 988,65	\$ 25 413,65	\$ 33 838,01	\$ 42 262,99
Saldo 3		\$ 3 968,35	\$ 16 985,16	\$ 25 409,97	\$ 33 834,14	\$ 42 258,93
Impuesto 1		\$ 1 192,48	\$ 5 097,64	\$ 7 625,20	\$ 10 152,57	\$ 12 680,12
Impuesto 2		\$ 1 191,49	\$ 5 096,60	\$ 7 624,09	\$ 10 151,40	\$ 12 678,90
Impuesto 3		\$ 1 190,50	\$ 5 095,55	\$ 7 622,99	\$ 10 150,24	\$ 12 677,68
Depreciación		\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58	\$ 5 130,58
FNE	\$ -88 974,26	\$ 9 108,82	\$ 22 126,21	\$ 30 551,59	\$ 28 822,61	\$ 34 720,36
FNE 1	\$ -88 974,26	\$ 7 913,04	\$ 17 025,07	\$ 22 922,71	\$ 28 819,90	\$ 34 717,51
FNE 2	\$ -88 974,26	\$ 7 910,73	\$ 17 022,63	\$ 22 920,13	\$ 28 817,18	\$ 34 714,67
FNE 3	\$ -88 974,26	\$ 7 908,42	\$ 17 020,19	\$ 22 917,55	\$ 28 814,47	\$ 34 711,82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73A. Indicadores después del análisis de sensibilidad

TMAR	9,59%
TIR	10,67%
TIR 1	6,563%
TIR 2	6,560%
TIR 3	6,556%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. PEMA

Tabla 74A. Porcentaje de Error Medio Absoluto

N°	Año	Precio real	Pronóstico	Error de pronóstico	EMC	DEE	DAM	PEMA
1	2007	318	660	-342,33	117189,83	35593,10	342,33	107,7%
2	2008	518	655	-137,21	18826,58	18826,58	137,21	26,5%
3	2009	426	557	-131,47	17284,36	17284,36	131,47	21,9%
4	2010	435	656	-221,34	48991,40	48991,40	221,34	21,4%
5	2011	542	556	-13,57	184,14	184,14	13,57	2,5%
6	2012	535	659	-123,68	15296,74	15296,74	123,68	23,1%
7	2013	530	561	-31,43	987,84	987,84	31,43	5,9%
8	2014	544	564	-19,90	396,01	396,01	19,90	3,7%
9	2015	452	667	-214,78	46130,45	46130,45	214,78	27,5%
10	2016	428	566	-138,25	19113,06	19113,06	138,25	22,3%
11	2017	417	665	-247,87	61439,54	61439,54	247,87	22,3%
12	2018	439	663	-224,15	50243,22	50243,22	224,15	21,1%
13	2019	398	562	-164,28	26987,92	26987,92	164,28	20,1%
14	2020	400	660	-259,96	67579,20	67579,20	259,96	26,8%
15	2021	523	558	-34,81	1211,74	1211,74	34,81	6,7%
Error				-153,67	32790,80	171,19	153,67	23,96%

Fuente: Elaboración propia