

REDUCING THE SHRINKAGE OF PARAKEET FISH BY DEVELOPING A SUSTAINABLE SEAFOOD PRODUCT BY APPLYING DESIGN THINKING

REDUCCIÓN DE LA MERMA DE PESCADO PERICO MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO MARINO SOSTENIBLE APLICANDO DESIGN THINKING

Arturo José Córdova Morey¹, Alexander David Caldas Machaca¹, Vania Rosa Maricielo Sosa Marcelo¹

¹ Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), Lima, Perú

✉
arturo.cordova@utec.edu.pe

Received: 13 novembro 2024 / Accepted: 13 novembro 2024 / Published: 01 dezembro 2024

ABSTRACT

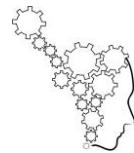
This study aims to reduce the waste of perico fish on the Peruvian coast, which currently accounts for between 30% and 50% of the total fish weight. This waste includes skin and fins (7%-12%), bones (15%-20%), heads (18%-20%), viscera, and scales (13%-20%). To address this issue, the Design Thinking methodology, which consists of five stages, will be applied. In the first phase, "Empathize," surveys were conducted among the adult population of Lima, Peru. In the "Ideate" phase, proposals were made to transform this waste into a marine product, while in the "Define" phase, the target audience was established. Subsequently, in the "Prototype" and "Test" phases, a snack prototype will be evaluated using different recipes and processing techniques, assessing its nutritional quality and acceptability among the target population. From a circular economy perspective, this solution includes reducing at least 50.6% of the losses from unused waste, generating an economic impact of S/ 319,200.00 per day. Additionally, it is estimated that the manufacturing process will produce 0.24 tons of CO₂, which is lower compared to fishmeal production, which emits 0.96 tons of CO₂.

Keywords: Fish waste, Design Thinking, Marine product, Circular economy, Tons of CO₂.

RESUMEN

El presente trabajo busca reducir la merma del pescado perico en la costa peruana, que actualmente equivale entre el 30% al 50% del peso total del pescado. Estos desperdicios incluyen piel y aletas (7%-12%), espinas (15%-20%), cabezas (18%-20%), vísceras y escamas (13%-20%). Para reducir este problema, se aplicará la metodología Design Thinking, que consiste en cinco etapas. En la primera fase, "Empatizar", se realizaron encuestas a la población adulta de Lima-Perú. En la fase "Idear", se plantearon propuestas para transformar estos desperdicios en un producto marino, mientras que en la fase "Definir" se estableció el público objetivo. Posteriormente, en las fases de "Prototipar" y "Testear", se evaluará un prototipo de snack utilizando diferentes recetas y técnicas de procesamiento, estimando su calidad nutricional y aceptabilidad entre la población objetivo. Desde el enfoque de economía circular, esta solución incluye la reducción de al menos un 50.6% de las pérdidas por residuos no utilizados, lo que genera un impacto económico de S/ 319,200.00 por día. Además, se estima que el proceso de fabricación producirá 2,743.0 toneladas de CO₂, menor comparado con la producción de harina de pescado, que emite 5,339.4 toneladas de CO₂.

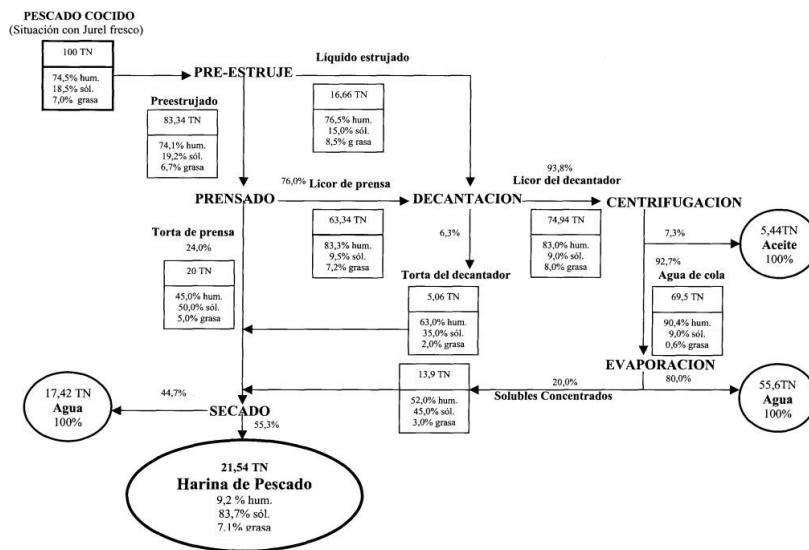
Palabras clave: Merma de pescado, Design Thinking, Producto marino, Economía circular, Toneladas de CO₂



1. INTRODUCCIÓN

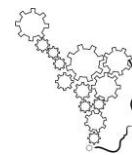
La industria pesquera enfrenta un desafío crucial en la gestión de residuos tanto desde el punto de vista económico como ambiental. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2020), se han producido alrededor del 35% en desechos hídricos a nivel global en proporción a la producción total pesquera como acuícola. Como resultado, estas pérdidas afectan drásticamente la cadena de valor del pescado desde el desembarco hasta el consumo (Marine Drugs, 2021). También, el consumo de combustibles y electricidad son fuentes de emisión de gases de efecto invernadero. Esto se debe al elevado uso de combustible durante la fase de captura y al alto consumo de electricidad en las fases de procesamiento y comercialización (FAO 2023).

FIGURA 1 – BALANCE DE MASA DE HARINA DE PESCADO



Fuente: Aquadocs

Tal como se observa en la Figura 1, el proceso tradicional de producción de harina de pescado incluye varias etapas que demandan un alto consumo de energía. Estas etapas son particularmente intensas en las fases de prensado, secado, decantación y centrifugación, lo que provoca altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).



A nivel regional, el mar peruano alberga alrededor de 727 especies, entre las cuales destaca la pesca del perico (*Coryphaena hippurus*) por su gran valor comercial. Este pescado es catalogado dentro de las especies magras debido a su alto contenido proteico y bajo contenido graso (Foods, 2021). Además, esta especie está experimentando un crecimiento significativo en las exportaciones peruanas, como se puede observar en la figura 2. El porcentaje de valor de riesgo (% VAR) es del 30%, lo que indica que el negocio de exportaciones ha sido rentable en esos años. Con base en este análisis de variación porcentual, se puede proyectar que las exportaciones de perico mantendrán una tendencia alcista sostenida a mediano plazo. Cabe resaltar que las plantas procesadoras de la costa peruana suelen producir grandes cantidades de residuos. Como se muestra en la figura 2, los cortes más importantes son la porción y el filete. Estos dos cortes, a diferencia del resto, son los que más se exportan y también los que generan mayor merma, ya que están compuestos principalmente por piel blanca. Según el Instituto Tecnológico de Producción (ITP), durante el proceso de fileteado del perico (*Coryphaena hippurus*), se estima que la producción de merma del pescado entero es del 48% sin contar los errores del corte y la técnica utilizada. Esta merma incluye cabeza, vísceras, espinas, aletas y piel. Asimismo, el corte por porción es similar al fileteado, por lo que se puede comparar que el residuo de merma por fileteado se asemeja al del corte por porción (Lunarejo, 2021).

FIGURA 2 – NIVEL DE EXPORTACIÓN DEL PESCADO PERICO EN EL AÑO 2018- 2020

Perú: Exportación de Perico (US\$ Miles)

Descripción Comercial	2018	2019	2020	2021	2022	Crec.% 2022/2018	Var.% 2022/2021	Part.% 2022
Perico	93,994.5	52,317.8	70,775.2	112,083.9	145,750.4	11.6%	30.0%	100.0%
Porciones	64,973.3	33,417.8	53,027.0	88,612.7	113,716.7	15.0%	28.3%	78.0%
Filete	24,940.0	13,549.1	12,870.0	17,688.2	25,216.4	0.3%	42.6%	17.3%
Entero	2,088.0	3,538.8	2,578.2	2,378.1	3,772.7	15.9%	58.6%	2.6%
Medallones	376.3	520.7	862.0	1,614.3	1,006.2	27.9%	-37.7%	0.7%
Piezas	1,224.7	907.2	789.0	865.4	925.1	-6.8%	6.9%	0.6%
Pulpa	61.6	110.1	119.3	574.1	544.1	72.4%	-5.2%	0.4%
Huevera	128.3	212.2	442.3	241.8	393.6	32.4%	62.8%	0.3%
Cabezas	202.4	61.8	87.4	109.3	101.6	-15.8%	-7.1%	0.1%
Harina	-	-	-	-	74.0	-	-	0.1%

Fuente: SUNAT, ADEX Data Trade

Elaboración CIEN- ADEX

FUENTE: CIEN - ADEX (2022)

En consecuencia, el desperdicio del pescado perico en las plantas procesadoras de la costa peruana es un problema significativo. Durante el periodo 2000-2022, se han desembarcado en promedio 42,000 toneladas anuales de perico, de las cuales un porcentaje



considerable se pierde durante el procesamiento debido a prácticas ineficientes y la falta de tecnología adecuada (WWF, 2023)

De acuerdo al Future Market Insight (2023), los residuos pesqueros se encuentran valorados en aproximadamente 5.412 millones de dólares para 2023 y se proyecta que alcance la cifra de los 7.234 millones de dólares para el 2033. Este crecimiento destaca una oportunidad significativa para las partes interesadas en sectores sostenibles y de alto impacto. De la misma manera, las tendencias señaladas por la revista FMI enfatizan la elaboración de productos que preserven las propiedades proteicas de los desperdicios, por lo que la creación de productos alimenticios marinos sostenibles se posiciona como una estrategia clave. Esta estrategia no solo aborda problemas ambientales, sino que también responde a las necesidades y preferencias del consumidor, que busca productos de alto valor nutricional.

Debido a las razones mencionadas, la presente investigación busca solucionar el incremento de desperdicios de pescado perico mediante la elaboración de un sustituto alimenticio de manera sostenible, utilizando la metodología Design Thinking. La justificación del producto se basa en comprender los desafíos que enfrenta una planta procesadora comercial de perico debido a la falta de reaprovechamiento de residuos pesqueros de esta especie. A continuación, se realizó un estudio de mercado dirigido a la población adulta de Lima Metropolitana, en el cual se identificaron los atributos de valor importantes para los consumidores. Estos atributos permiten definir un arquetipo de usuario con la finalidad de validar estas características y co-crear con el cliente. La investigación conjunta aborda desde la identificación de las necesidades, la implementación de herramientas de innovación, hasta la creación y el prototipado del producto, basado en el procesamiento del perico. Además, se presentan los resultados obtenidos y se añade un valor agregado a la merma del perico, destacando su relevancia para la industria pesquera.

Según el Instituto Tecnológico de la Producción Peruana, la industria del reaprovechamiento es sostenible a lo largo del tiempo. Esto se debe a que se ha convertido en una técnica fundamental, transformándose en un sector significativo y atractivo para numerosos inversores debido a su crecimiento dinámico. Por lo tanto, la solución planteada, al pertenecer a la industria del reaprovechamiento de residuos de pescado, se puede considerar un nicho con gran potencial para ser explotado.



2. MÉTODO

Esta investigación se elaboró a través de la metodología Design Thinking, una técnica reconocida por su capacidad de generar soluciones mediante el pensamiento de diseño. Esta metodología es particularmente relevante en el campo de la ingeniería, ya que proporciona un enfoque integral que mejora la retención de conocimientos, la satisfacción con el aprendizaje y el desarrollo de competencias diversas (Latorre, C.; Vázquez, S.; Rodríguez, A.; Liesa, M.; 2020). Los pilares del Design Thinking abarcan cinco etapas clave, que se detallan a continuación para la ejecución de este proyecto.

2.1. EMPATIZAR:

En la primera etapa, se utilizó la herramienta de "Entrevistas a profundidad", tomando como referencia una planta comercial pesquera en Ilo, para identificar los puntos críticos relacionados con la cantidad promedio de merma de perico no aprovechada. Este reconocimiento se llevó a cabo con el propósito de entender mejor las causas de la merma y diseñar soluciones efectivas que contribuyan a su reducción. Algunos testimonios indicaron que las cantidades no utilizadas, en la mayoría de los casos, se destinan a proveedores de harina de baja calidad. Además, se señaló que la merma generada permanece almacenada en las empresas durante un tiempo considerable, lo que provoca su descomposición antes de ser recolectada.

A raíz del problema identificado, se implementó una recolección de datos mediante una encuesta de mercado dirigida al segmento poblacional adulto de Lima Metropolitana, con preguntas relacionadas a las preferencias de snacks. Se llegó a encuestar a una población de 107 personas de las cuales tenemos los siguientes resultados:

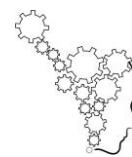
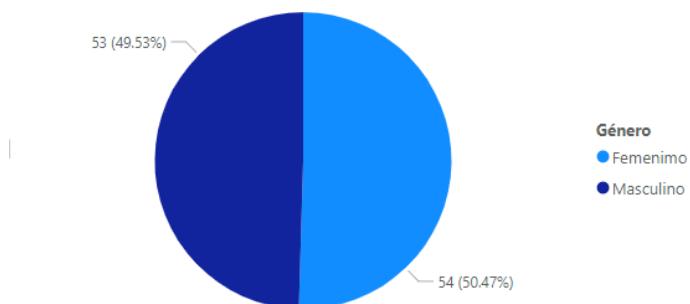


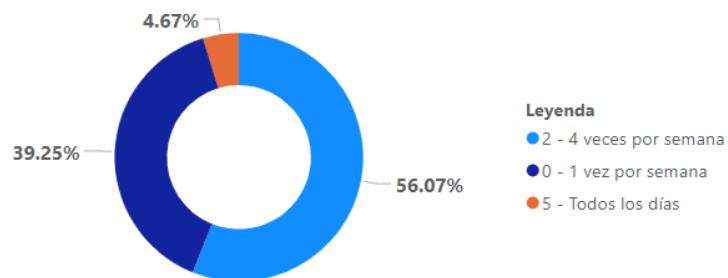
FIGURA 3 – CANTIDAD DE ENCUESTADOS POR GÉNERO



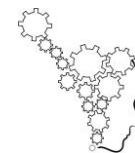
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 3, los encuestados se distribuyen de manera según género masculino y femenino. Arrojando un porcentaje similar en ambas partes, teniendo un porcentaje de participación en el género femenino del 49,53% y del lado del género masculino un porcentaje de 50,47%. Además, mediante la encuesta realizada a nuestro público objetivo, les preguntamos con qué frecuencia consumen snacks a la semana, esto puede variar dependiendo de cómo sea su alimentación diaria:

FIGURA 4 – ¿CON QUÉ FRECUENCIA CONSUMEN SNACKS?

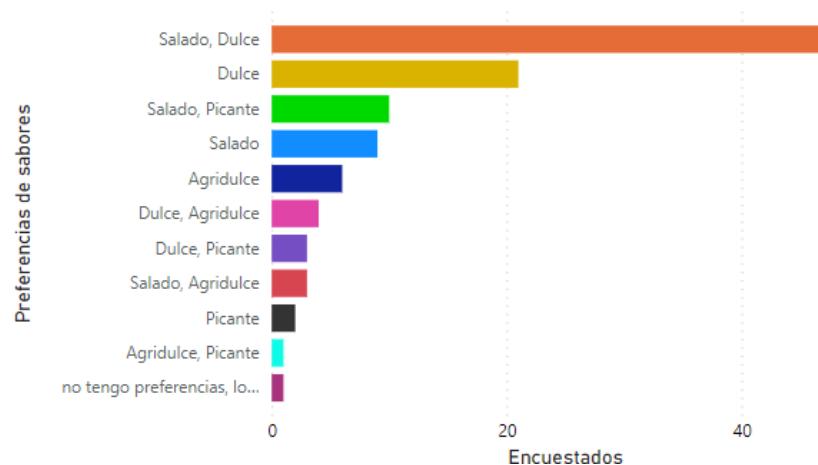


Fuente: Elaboración propia



Según la Figura 4, el 56.07% de los encuestados consumen snacks entre 2 y 4 veces a lo largo de la semana, lo cual representa más de la mitad de las personas encuestadas (aproximadamente 60 personas). Este dato indica que el consumo de snacks es una práctica cotidiana para una parte significativa de la población encuestada.

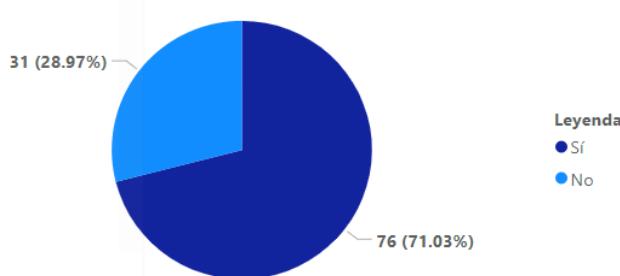
FIGURA 5 – *¿QUÉ SABOR PREFIEREN LOS ENCUESTADOS DURANTE EL DÍA?*



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se puede observar que las personas entrevistadas prefieren combinaciones de sabores salados y dulces. En segundo lugar, se encuentra la preferencia por los sabores exclusivamente dulces. Por lo tanto, se concluye que es conveniente enfocar el desarrollo del producto hacia una combinación de sabores salados y dulces para satisfacer los gustos del público objetivo.

FIGURA 6 – *¿NUESTRO PÚBLICO OBJETIVO ESTÁ INTERESADO EN NUESTRO PRODUCTO?*



Fuente: Elaboración propia

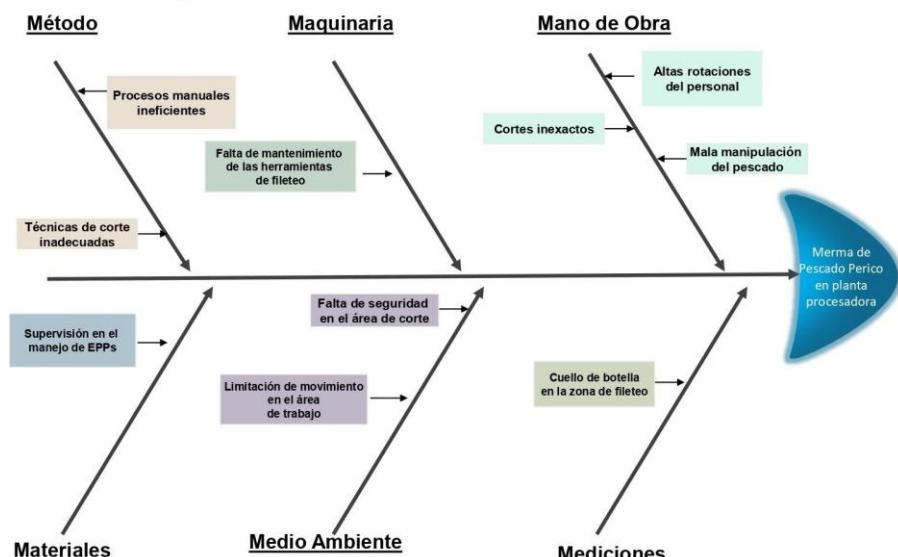


Se realizó una pregunta para determinar si nuestro público objetivo estaría interesado en participar en un focus group, con el beneficio de ser uno de los primeros en probar nuestro producto y aportar ideas constructivas para mejorar su contenido, calidad y sabor. Como se observa en la figura 6, más del 70% de los encuestados mostraron interés en nuestra propuesta de producto a base de pescado perico.

2.2. DEFINIR

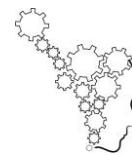
Una vez recopilada toda la información relevante, iniciamos el análisis de las principales causas del incremento del desperdicio en la organización de referencia. Para ello, utilizamos el Diagrama de Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa, que nos permite identificar y estructurar los factores que contribuyen al problema.

FIGURA 7 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA MERMA DE PESCADO PERICO EN PLANTA PROCESADORA



FUENTE: Elaboración propia

Se puede observar que existen factores que afectan comúnmente a la planta procesadora de perico. Esto permite suponer que el problema persistirá, principalmente debido a cuestiones relacionadas con la mano de obra.



2.3. IDEAR

En la etapa Idear, se realizó la herramienta “Brainstorming” o “Lluvia de ideas” tomando en cuenta el reto del problema de la merma del pescado perico y la encuesta realizada a la población objetivo para la elaboración del primer prototipo.

FIGURA 8 – BRAINSTORMING DEL SNACK IDEAL



FUENTE: Elaboración propia

Como resultado de la lluvia de ideas y la encuesta a nuestro público objetivo, se busca desarrollar un snack que sea versátil en términos de sabores y que tenga un tamaño cómodo para consumir. Además, se pretende que el snack sea fácil de transportar y almacenar, permitiendo su consumo a lo largo del día.

2.3.1.

RAZONES PARA LA SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Como se puede observar en la figura 8, el mayor porcentaje de residuos del pescado perico corresponde a la cabeza, con un 21.3%, seguida por las vísceras, con un 8.80%. Sin embargo, pruebas experimentales han descartado el uso de la cabeza debido a problemas de manejabilidad, humedad y alto consumo de energía para su procesado en comparación al resto de la merma. Además, las vísceras se descartaron porque no están presentes en el proceso de perico (Villegas, 2015).



FIGURA 8. CUADRO DE PORCENTUAL DE LA MERMA DEL PROCESO DE PERICO

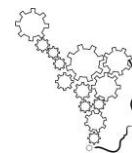
Componente	Promedio
Cabezas	21,30%
Visceras	8,80%
Espinhas	9,00%
Piel	4,10%
Aletas	4,40%
Filete	50,10%
Perdidas	2,30%

FUENTE: Instituto Tecnológico del Perú

Para la elaboración del primer prototipo, se consideraron específicamente la piel y las espinas del perico. Estos dos componentes fueron seleccionados principalmente debido a la baja humedad presente en los pescados magros, como el perico (Foods, 2020). Uno de los factores que contribuyen al olor y sabor característicos del pescado es el crecimiento bacteriano, provocado por enzimas que reducen el óxido de trimetilamina (OTMA). Por lo tanto, se buscó un componente con baja humedad para retardar estas reacciones (Silva, 2003).

La humedad de la piel oscila en 58.4 gramos por cada 100 gramos, mientras que en las espinas es de 64 gramos por cada 100 gramos, lo que resulta beneficioso durante el proceso de elaboración (Kandyliari, 2020). Adicionalmente, la piel del perico contiene un alto nivel de colágeno tipo 1, lo cual es beneficioso para la construcción de cartílagos. En términos de contenido proteico, la piel presenta 75.6 gramos de proteína por cada 100 gramos, además de un valor significativo de calcio (Jafari, 2020).

Para la obtención de la piel de pescado, se consideró la merma de las empresas que elaboran procesos de perico durante la temporada de noviembre a abril. El primer paso que realizan estas empresas es pesar las toneladas de pescado que ingresan y evaluar la calidad de la refrigeración. Luego, se llevan a cabo la prueba de histamina y las pruebas sensoriales de color y olor de la materia prima para asegurar que sea admitida en la planta (Salcedo, 2021). Obtener la piel de pescado de una empresa dedicada al rubro garantiza una calidad de la merma que no se podría asegurar si se obtuviera de los principales mercados pesqueros.

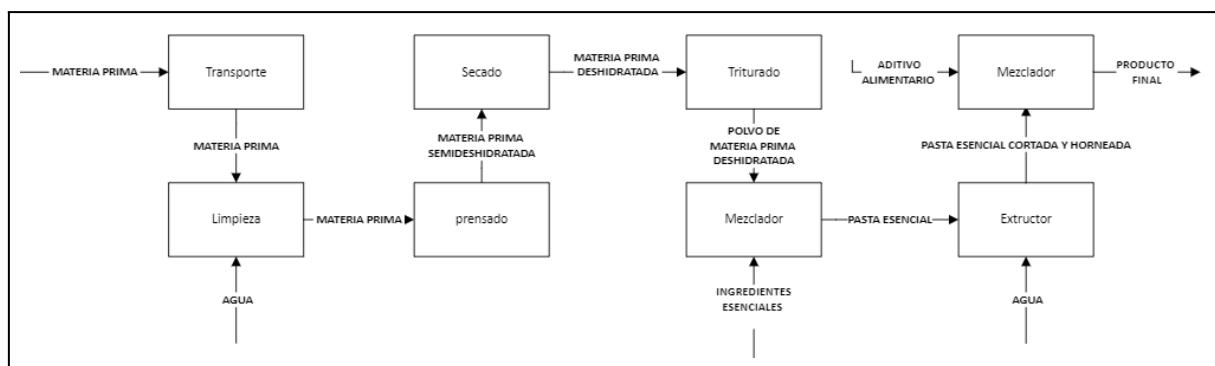


2.4. PROTOTIPAR

Durante la etapa de empatización, se observó que la población estudiada muestra una mayor preferencia por el consumo de snacks tipo fritura en comparación con otros productos, con un porcentaje de 54.4%. En cuanto a los sabores, la encuesta revela una preferencia tanto por sabores salados como dulces, sin una inclinación marcada hacia alguno de ellos. Estos resultados se ilustran en la figura 5.

En este contexto, se llevó a cabo una investigación tanto teórica como experimental con el fin de desarrollar un proceso que utilice la materia prima y genere el producto deseado. El objetivo es crear un snack tipo fritura que maximice el contenido proteico y emita poco CO₂. El proceso creado es una optimización del proceso de harina de pescado, combinándolo con la producción de palitos de pescado. Cabe mencionar que este proceso se puede llevar a cabo tanto a nivel industrial como a nivel casero. Este proceso se ilustra en la figura 9.

FIGURA 9– PROCESO DE PREPARACIÓN DEL PROTOTIPO



FUENTE: Elaboración propia

A continuación, se describen detalladamente cada una de las etapas del proceso. Se toma como punto de partida el procedimiento utilizado por la empresa "Good Show" para la fabricación de sus productos, así como el proceso tradicional de elaboración de harina de pescado (Silva, 2003). Es importante tener en cuenta que cada equipo requiere su propia calibración de acuerdo con su uso.



- **Transporte de la Materia Prima:** Para mantener la calidad de la materia prima, debe almacenarse a menos de 4°C, refrigerando rápidamente la merma con hielo tras su desecho para su transporte o almacenamiento (Silva, 2003).
- **Limpieza de la Merma:** Al llegar, la materia prima se sumerge en agua a 30°C para equilibrar la temperatura y luego se limpia para evitar bacterias (Silva, 2003).
- **Proceso de Prensado:** En esta etapa, se reduce la cantidad de humedad de la materia prima en casi un 30% y se disminuye el contenido de grasa en un 1.5% (Silva, 2003).
- **Proceso de Secado:** La materia prima se calienta a más de 100°C durante 1 hora y 30 minutos para reducir su humedad al 60% aproximadamente, disminuir el nivel bacteriano y reducir la producción de trimetilamina (TMA), responsable del olor a pescado (Silva, 2003).
- **Proceso de Triturado:** En esta etapa, dado que la materia prima contiene una baja cantidad de agua y está casi seca, es ideal para obtener un polvo deshidratado adecuado para la fabricación de una especie de harina.
- **Proceso de Mezclado:** En esta parte del proceso, se combina el polvo con los ingredientes adecuados para la creación de una especie de harina.
- **Proceso de Extrusión:** En esta etapa, se vierte la especie de harina para cortarla uniformemente. Luego, se somete a una temperatura de aproximadamente 45°C para su cocción (Roig, 2020).
- **Proceso de Mezclado (Sazonado):** Una vez obtenida la pasta cortada y horneada, se mezcla con aditivos a una velocidad constante para asegurar que todos los ingredientes se integren uniformemente (Roig, 2020).

IMAGEN 1 – BOSQUEJO DE LA FORMA DEL PRODUCTO FINAL



FUENTE: Elaboración propia



IMAGEN 2 – PRIMER BOSQUEJO DEL EMPAQUE



FUENTE: Elaboración propia

Las imágenes 1 y 2 muestran, respectivamente, la forma del producto elaborado y el primer diseño del empaque en el que se presentará el producto final. Estas representaciones han sido diseñadas teniendo en cuenta las preferencias del consumidor.

2.5. TESTEAR

Se realizó un focus group con 6 personas, entre amigos y familiares. Los comentarios respecto al sabor, forma y olor del producto se pueden observar en la tabla 1.

TABLA 1 – COMENTARIOS DE LAS PERSONAS ENCUESTAS

Personas	Comentarios del Producto consumido
Persona 1	Sabor: Me gustaría un sabor más intenso. Forma: La forma es un poco larga. Olor: El olor es muy sutil.
Persona 2	Sabor: Quisiera condimentarlo con algo más, para darle más vida. Forma: Me es agradable Olor: No huele a nada
Persona 3	Sabor: Me gusta el sabor Forma: El diseño me hace recordar a productos asiáticos Olor: el olor no me desagrada ni tampoco me agrada



Persona 4	<p>Sabor: Es crocante pero quisiera que contará con un toque picante como los takis.</p> <p>Forma: La forma me recuerda a los peperos coreanos</p> <p>Olor: El olor lo percibo neutro pero podría condimentar más</p>
Persona 5	<p>Sabor: Es rico pero podría mejorar</p> <p>Forma: Es de fácil comer y manejar</p> <p>Olor: No percibo ningún olor en particular</p>
Persona 6	<p>Sabor: No me gustó.</p> <p>Forma: Neutral. No es nada del otro mundo.</p> <p>Olor: No huele a nada</p>

FUENTE: Elaboración propia.

La mayoría de las personas del focus group proporcionaron comentarios favorables, aunque también sugirieron ciertos criterios a evaluar. Es importante considerar que, al tratarse de amigos y familiares, sus opiniones pueden estar sesgadas por la relación personal. No obstante, sus comentarios son valiosos para el próximo focus group que se llevará a cabo en la Universidad de Ingeniería y Tecnología, lo que permitirá obtener una perspectiva más realista. Este segundo focus group es esencial porque en esta universidad se encuentra la población objetiva.

3. RESULTADOS

3.1. IMPACTO ECONÓMICO

TABLA 2 – BALANCE DE INVERSIÓN ANUAL (PROMEDIO OBTENIDO POR MESES DE CADA AÑO)

TC	Inversión
Opening balance	S/. 10,000
3 meses finales del 2024	-S/. 5,767.85
2025	S/. 69,338.00
2026	S/.459,046.16
2027	S/. 1,359,939.50
2028	S/.2,346,927.27

FUENTE: Elaboración propia

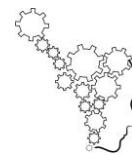
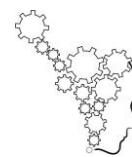


TABLA 3 – VAN Y TIR DEL PROYECTO

TIR Proyecto	27.14 %
VAN	S/. 2,090,213.17

FUENTE: Elaboración propia

- Realizando el impacto económico con el debido sustento, tenemos una proyección del proyecto de aproximadamente 5 años en el futuro. Debido a esto, tomamos nuestra inversión inicial de S/10.000 soles que varía a lo largo de los años, ya habiendo un cambio de negativo a positivo después de los 3 últimos meses del 2024, esto después de haber empezado con la producción del snack de pescado a base de piel de perico (pueden verlo mas específico por meses en el link adjunto). También, se toma en cuenta los ingresos mensuales por año, los costos de producción, costos de activos fijos, los costos operativos, costos administrativos y el balance de cierre por cada mes del año.
- Sacamos el VAN y el TIR del proyecto, la cual nos da S/.2,090,213.17 y con un 27.14% de tasa de retorno. Con respecto al TIR del proyecto (27.14%), se obtiene una tasa de retorno relativamente alta, lo cual indica que el rendimiento del snack es muy alto y la rentabilidad del proyecto satisface a la inversión inicial. Por lo cual, el TIR escomparada y considerada con el costo del capital para evaluar su eficiencia de la misma.
- Con respecto al VAN (Valor Actual Neto) nos da S/.2,090,213.17 soles positivo y es considerablemente alto, por lo que indica que nuestro proyecto del snack generará un valor significativo grande sobre nuestra inversión inicial y los costos operativos. Con esto, podemos afirmar que nuestro proyecto será **financieramente viable y rentable** a lo largo de los años. Este balance financiero no considera inicialmente el uso de maquinaria pesada, ya que al inicio de la producción empezaremos utilizando las máquinas que ya contamos a la mano y no contaremos con local por el momento.



3.2. IMPACTO AMBIENTAL

El proceso típico de fabricación de harina de pescado, como se puede observar en la figura 1, consta de siete etapas: horneado, pre-estruje, prensado, decantación, centrifugación, evaporación y secado. Suponiendo que los equipos operen durante una jornada laboral de ocho horas en Perú, y tomando como referencia los datos de Our World in Data, la emisión promedio de CO2 para la electricidad en el mismo año es de aproximadamente 249.48 toneladas de CO2 por KWh, en cambio para gas es de aproximadamente 201.96 toneladas de CO2 por KWh. Con esta información, es posible realizar una comparativa entre nuestro proceso y el proceso tradicional de fabricación de harina de pescado.

TABLA 1– CONSUMO DEAL FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

PROCESO	kilowatt por hora (KWh)	Emisión de CO2 (Toneladas de CO2)
Horneado (gas)	1.75	353.4
pre-estruje (electricidad)	1.3	324.3
prensado (electricidad)	1.3	324.3
decantación (electricidad)	0.9	224.5
centrifugación (electricidad)	7.5	1871.1
Evaporación (gas)	1.1	222.2
Secado (gas)	10	2019.6
Total (Harina de pescado tradicional)		5,339.4

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 2– CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS Y EMISIÓN DE CO2 DEL NUEVO PROCESO

PROCESO	kilowatt por hora (KWh)	EMISIÓN DE CO2 (Toneladas de CO2)
Transporte	0	0
Limpieza	0	0
Prensado	1.3	324.324
Secador	10	2019.6
Triturado	1.5	374.22
Mezclador	0.1	24.9
Total (Especie de harina de pescado)		2,743.0
Extructor	5	1247.4
Sazonador	0.1	24.9
Total (Proceso total)		4,015.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Después de analizar las dos tablas, se puede concluir que el nivel de producción de CO₂ del nuevo proceso es menor en comparación con el proceso tradicional de harina de pescado. Es importante tener en cuenta que el consumo de KWh dependerá de la maquinaria industrial utilizada; por lo tanto, estos valores son estimaciones basadas en el equipo que se planea emplear.

4. DISCUSIÓN

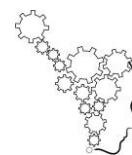
Se presentaron algunas limitaciones que se observaron durante la realización del proyecto detalladas a continuación:

- A nivel industrial, una de las principales restricciones ha sido la infraestructura disponible para el procesamiento de la merma. Debido a la ausencia de instalaciones de refrigeración se presentan limitaciones en términos de calidad y tecnología, lo que dificulta la optimización del proceso y el mantenimiento de estándares de calidad adecuados.
- Otro desafío significativo es la fluctuación en la disponibilidad y el precio de la materia prima. La merma de pescado perico, al ser un subproducto del procesamiento del pescado, la cantidad dependerá según la temporada de extracción y la demanda del mercado.
- El costo de producción también puede experimentar variaciones debido a los equipos necesarios para el procesamiento de la merma. Los costos asociados a la adquisición, mantenimiento y operación de estos equipos pueden variar, afectando el presupuesto del proyecto. Además, el equipo utilizado influirá en el impacto ambiental, lo que también debe considerarse al evaluar los costos totales



5. CONCLUSIÓN

La metodología Design Thinking fue clave para guiar el proceso de esta innovación. En la etapa de empatizar, se realizaron entrevistas de profundidad y encuestas de mercado cuyo resultado fue la necesidad de obtener un snack saludable con características de fácil consumo. Durante la etapa definir, se validaron las posibles causas de la merma de pescado perico en la planta procesadora de referencia a través del diagrama de Ishikawa cuyo resultado mostró que el aumento de merma es influenciado por la mala manipulación de la merma. En la fase de idear, se elaboró un “brainstorming” en base a las preferencias de la encuesta de mercado para la elaboración del snack ideal, destacando que tendrá un aspecto alargado y textura crocante. Además, se seleccionó la merma de piel y espinas por presentar un bajo porcentaje de humedad y un alto nivel de proteínas. Asimismo, se consideró obtener la merma de las mismas fábricas fileteadoras, ya que cuentan con un riguroso control para el ingreso del perico. Posteriormente, en la etapa de prototipar, se desarrolla un producto en base a las condiciones del consumidor final tomando en cuenta los procesos y condiciones de temperatura adecuados. Finalmente, en la fase de testeo, se realizó un focus grupal con los prototipos base del snack, cuya percepción del producto fue aceptada y con características neutras. Con respecto al impacto económico, a lo largo de los 5 años es rentable y favorable debido a que reducimos la mayoría de los costos en la materia prima y en el no uso de maquinaria en un principio para luego a través de los años aumentar las máquinas y así seguir maximizando las ganancias totales gracias a que en un principio nos da un VAN positivo de S/.2,090,213.17 y una tasa de rendimiento (TIR) del 27.14%. En cuanto al impacto ambiental, se determinó que, a nivel industrial, los equipos planificados emitirán una menor cantidad de CO₂. Esta reducción es notable tanto al comparar la especie de harina de pescado con la fabricación tradicional, que emite casi la mitad de CO₂, como al evaluar todo el proceso en relación con la fabricación convencional de harina de pescado, que aunque no tan significativo como la primera comparación, sigue siendo menor. En síntesis, la investigación subraya el potencial de la industria del reaprovechamiento de residuos pesqueros para convertirse en un sector clave dentro de la economía peruana. El éxito del desarrollo del snack a base de pescado perico no solo depende de la aceptación del mercado, sino también de la capacidad para escalar la producción de manera sostenible y rentable.



AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a los siguientes investigadores y docentes

- Al Ing. Aquiles Sebastian Rodriguez por sus aportes en la evaluación financiera del proyecto.
- Al Br. en Ingeniería de Sistemas, Marcelo Toribio Ruiz, por sus valiosos aportes y asesoría en la realización de este trabajo de investigación.
- Al Ing. Julio Sosa, por sus aportes y asesoría con respecto a la planta de fileteado de perico.
- Al Ing. Alejandro Gallegos Chocce por sus valiosos aportes y asesoría en la realización de este trabajo de investigación.

AUTORES

Arturo José Córdova Morey: Elaboración y revisión del trabajo

Alexander David Caldas Machaca: Elaboración y revisión del trabajo

Vania Rosa Maricielo Sosa Marcelo: Elaboración y revisión del trabajo

REFERENCIAS

AREHSA RENDERING. **HARINA DE PESCADO** [Vídeo]. YouTube, 1 maio 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p2r3oHqdmYk>.

BURGER KID. **Me metí en una fábrica de snacks! (Good Show)** [Vídeo]. YouTube, 13 jan. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=-F0ZKINua_U.

Carbon dioxide emissions factors. Our World in Data, 24 out. 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-dioxide-emissions-factor?tab=table#explore-the-data>.

CASTILLO-VERGARA, M.; ALVAREZ-MARIN, A.; CABANA-VILLCA, R. Design thinking: como guiar a estudantes, empreendedores e empresários em sua aplicação. **Engenharia Industrial**, v. 35, n. 3, p. 301-311, 2014.

COPPOLA, D. et al. Fish waste: from problem to valuable resource. **Marine Drugs**, v. 19, n. 2, p. 116, 2021.

ENGINEERING TOOLBOX. **Electrical equipment - Power consumption.** 12 set. 2023. Disponível em: https://www.engineeringtoolbox.com/electrical-equipment-power-consumption-d_119.html.

FISH WASTE MANAGEMENT MARKET. **Fish Waste Management Market.** Future Market Insights, 21 jul. 2023. Disponível em: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/fish-waste-management-market>.



www.relainep.ufpr.br



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Informe de Análisis y Diseño: La cadena de valor del dorado (*Coryphaena hippurus*) en la República Dominicana.** 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/229b1519-2716-4e45-afc0-836fbbaa437d0/content>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020.** FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/interactive/state-of-fisheries-aquaculture/2020/en/>.

VILLEGRAS CARBAJAL, Isaías. **Fileteando un dorado 24 sep 2015** [Vídeo]. YouTube, 17 ago. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sR0K7E-qFx0>.

LATORRE-COSCULLUELA, C.; VÁZQUEZ-TOLEDO, S.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A.; LIESA-ORÚS, M. Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 22, 2020.

LUNAREJO PUA, M. C. **Estudio comparativo de la productividad del proceso de porciones congeladas de Perico (*Coryphaena hippurus*) entre selladoras al vacío y una termoformadora.** 2021.

SALCEDO CHOQUE, M. P. **Diseño de una estrategia para el desarrollo de productos alimenticios funcionales a partir de subproductos pesqueros** (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, 2023. Disponível em: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4762/salcedo-choque-monica-pamela.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

TEMPERATURA DE AGUA EN LIMA EN EL OCÉANO PACÍFICO AHORA. (s. f.). es.seatemperature.net. Disponível em: <https://es.seatemperature.net/current/peru/lima>.

WWF PERÚ PUBLICA REPORTE HISTÓRICO-ESTADÍSTICO SOBRE LA PESQUERÍA DE PERICO. (s. f.). Disponível em: <https://www.wwf.org.pe/?385856/WWF-Peru-publica-reporte-historico-estadistico-sobre-la-pesqueria-de-perico-a-nivel-nacional>.

YEANNES, M.; DE CIENCIAS AGRARIAS, U. C. A. F. **Elaboración de harina de pescado.** s. d. Disponível em: <https://aquadocs.org/handle/1834/4068>.